

3.

**ULUSLARARASI
NESEBAR
BİLİMSEL
ARAŞTIRMALAR
VE İNOVASYON
KONGRESİ**



KONGRE KİTABI



**23-24 EKİM
2026**

BULGARİSTAN



**3. INTERNATIONAL NESSEBAR SCIENTIFIC RESEARCH
AND INNOVATION CONGRESS BOOK
23-24 OCTOBER/ 2026, BULGARIA**

**EDITOR
Assoc. Prof. Dr. Erkan DİKİCİ**

**28.10.2026
by BILSEL PUBLISHING**

ISBN: '978-625-8531-76-3'

**All rights of this book belong to BILSEL PUBLISHING.
The book is not intended for commercial profit.
It is responsibility of the author to abide by the publishing ethics rules.**

**Bu kitabın tüm hakları BİLSEL YAYINCILIK yayınevine aittir.
Kitap ticari bir kar amacı gütmemektedir.
Yayın etiği kurallarına uymak yazarın sorumluluğundadır.**

<https://www.wosconkongreleri.com/>

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, distributed or transmitted in any form or by any means, including photocopying, recording or other electronic or mechanical methods, without the prior written permission of the publisher, except in the case of brief quotations embodied in critical reviews and certain other noncommercial uses permitted by copyright law.

CONGRESS ID
CONGRESS TITLE

3. INTERNATIONAL NESSEBAR SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS,

DATE and PLACE

23-24 OCTOBER/ 2026, BULGARIA

ORGANIZATION

**Bilgiseli Uluslararası Bilimsel
Araştırmalar Strateji Geliştirme
Kongre ve Org.Hizm.Tic.Ltd.Şti**

ORGANIZING COMMITTEE

CHAIRMAN OF THE ORGANİZİNG COMMITTEE

Assoc. Prof. Dr. Erkan DİKİCİ

UNİVERSİTY ACADEMICIAN REPRESENTATIVE

**Prof. Dr. Gülsüm YALDIZ
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi**

PARTICIPANTS COUNTRY

**Azerbaijan/Pakistan/Algeria/Romania/Benin/Nigeria/
Indonesia/Albania/ Australia/ Republic of Guinea**

CONGRESS ORGANIZING COMMITTEE MEMBERS

**Prof. Dr. Gökçe CEREV
Prof. Dr. Korkmaz BELLİTÜRK
Prof. Dr. Perihan ÜNÜVAR
Prof. Habil. Dr. Laura Diaconu Maxim
Prof. Dr. Froilan D. Mobo
Prof. Dr. Marinescu Valentina
Prof. Dr. Khiari Reguia
Prof. Dr. Abdelkarim BOUA
Doç. Dr. Recep BÜYÜKTOLU
Doç. Dr. M. Cüneyt GÖKÇE
Doç. Dr. Gamze BİLGİN
Doç. Dr. Zila Özlem KIRBAŞ
Assoc. Prof. Dr. Vakeel Ahmad Khan
Assoc. Prof. Dr. Aliaksandr Sussha
Assoc. Prof. Dr. Nesrine El Houari
Assoc. Prof. Dr. Valbona Habili Sauku
Doç. Dr. Mahmut ÇAMLICA
Dr. Özgür ERDAĞ
Dr. Doruk AYBERKİN
Dr. Iosefina Blazsani-Batto
Dr. Mohammed BENTAHAR**

SCIENTIFIC COMMITTEE

Prof. Dr. Marinescu Valentina

University of Bucharest,Romania

Prof. Dr. Abdelkarim BOUA

**Sidi Mohamed Ben Abdellah University,
Fez, Morocco**

Prof. Dr. Chaya Bagrecha

Jain Deemed to be University, India

Prof. Dr. MEZIANI Brahim

**Djilali Bounaama University of Khemis
Miliana, Algeria**

Prof. Dr. Nana Jincharadze

European University, Georgia

Prof. Dr. Froilan D. Mobo

Philippine Merchant Marine Academy

Prof. Dr. Özgür ALPARSLAN

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi

Prof. Dr. Korkmaz BELLİTÜRK

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

Prof. Dr. Perihan ÜNÜVAR

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi

Prof. Dr. Gülsüm YALDIZ

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

**Assoc. Prof.Dr. Mohammad Jafar
Chamankar,**

Urmia University/Iran

Assoc. Prof. Dr. Vakeel Ahmad Khan,

Aligarh Muslim University, India

Assoc. Prof. Dr. Aliaksandr Susha,

Belarusian State University, Belarus

Assoc. Prof. Dr. Nesrine El Houari,

University of Tlemce Algeria

Assoc. Prof. Dr. Valbona Habili Sauku

Tirana University, Albania

Doç. Dr. Adile TÜMER

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi

Doç.Dr. Ebülfez EZİMLİ

Naxçıvan Dövlət Univesiteti

Doç. Dr. Canan Demir

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi

Dr. Doruk AYBERKİN

Bayburt Üniversitesi

Dr. Barış ERGÜL

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi

Dr. Nurten Ebru ÖZDEMİR

Bitlis Eren Üniversitesi

Dr. Belis ÖZTÜRK

Maltepe Üniversitesi

Dr. Agit ŞİMŞEK

İnönü Üniversitesi

Dr. Drita AVDYLLI,

**Chairwoman of National Chamber of
Mediation Albania**

Dr. Ramona Marinache,

University of Bucharest,Romania

Dr. Iosefina Blazsani-Batto

**Teacher's Training Center Sibiu under
Romanian Ministry of Education
Romania**

Dr. Mohammed BENTAHAR

Tahar Moulay University, Algeria

Dr. Mirjeta Cenaj,

Sports University of Tirana, Albania

Dr.Silva Ibrahimi

University of Tirana,Boston USA



3. INTERNATIONAL NESSEBAR SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, BULGARIA, 23-24 OCTOBER / 2026

3. INTERNATIONAL NESSEBAR SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, BULGARIA

23-24 OCTOBER/2026

CONGRESS PROGRAM

Join Zoom Meeting ID: 832 2125 4061

Passcode: 351328

Join Zoom Meeting

<https://us06web.zoom.us/j/83221254061?pwd=RGfbWg9wmsDqY6NVgi2TQ3o36nF6Dc.1>

PARTICIPATING COUNTRIES

**Azerbaijan/Pakistan/Algeria/Romania/Benin/Nigeria/
Indonesia/Albania/ Australia/ Republic of Guinea**

**Before you login to Zoom indicate hall number and your surname!
Zoom'a girişte sırayla salon numarasını ve ad soyadınızı yazınız!**



3. INTERNATIONAL NESSEBAR SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, BULGARIA, 23-24 OCTOBER / 2026

IMPORTANT

- ◆ To be able to make a meeting online, login via <https://zoom.us/join> site, enter ID instead of
- ◆ “Meeting ID or Personal link Name” and solidify the session.
- ◆ The presentation will have 10 minutes .
- ◆ The Zoom application is free and no need to create an account.
- ◆ The Zoom application can be used without registration.
- ◆ The application works on tablets, phones and PCs.
- ◆ Speakers must be connected to the session 10 minutes before the presentation time.
- ◆ All congress participants can connect live and listen to all sessions.

TECHNICAL INFORMATION

- ◆ Make sure your computer has a microphone and is working.
- ◆ You should be able to use screen sharing feature in Zoom.
- ◆ Attendance certificates will be sent to you as pdf at the end of the congress.

ÖNEMLİ

- ◆ Kongremizde Yazım Kurallarına uygun gönderilmiş ve bilim kurulundan geçen bildiriler için
- ◆ online (video konferans sistemi üzerinden) sunum imkanı sağlanmıştır.
- ◆ Online sunum yapabilmek için <https://zoom.us/join> sitesi üzerinden giriş yaparak “Meeting ID or Personal Link Name” yerine ID numarasını girerek oturuma katılabilirsiniz.
- ◆ Sunumlar için 10 dakika süre ayrılmıştır.
- ◆ Zoom uygulaması ücretsizdir ve hesap oluşturmaya gerek yoktur.
- ◆ Zoom uygulaması kaydolmadan kullanılabilir.
- ◆ Uygulama tablet, telefon ve PC’lerde çalışmaktadır.
- ◆ Sunum yapacakların sunum saatinden 10 dk önce oturuma bağlanmış olmaları gerekmektedir.
- ◆ Tüm katılımcılar oturumlara online katılıp dinleyebilir.

TEKNİK BİLGİLER

- ◆ Bilgisayarınızda çalışır durumda mikrofon bulunmalıdır.
- ◆ Zoom'da ekran paylaşma özelliği kullanılabilir.
- ◆ Katılım belgeleri kongre sonunda tarafınıza pdf olarak gönderilecektir.

Kongreye katılım zorunludur, katılım sağlamayan katılımcılarımıza Kongre Katılım Belgesi gönderilmeyecektir.



3. INTERNATIONAL NESSEBAR SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, BULGARIA, 23-24 OCTOBER / 2026

23.10.2026

TÜRKİYE Local Time: 12:00-14:30

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. ƏBÜLFƏZ TAHİR ƏZİMLİ

SESSION-1 HALL-1

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Guler Suleymanova	Azerbaijan State Pedagogical University	COMPARATIVE ANALYSIS OF LINGUISTIC FEATURES IN AZERBAIJANI AND UZBEK PHRASEOLOGICAL UNITS
Jala Samadoava Gadir	ASPU, Azerbaijan	BOOSTING STUDENTS' MOTIVATION IN ENGLISH LANGUAGE TEACHING
Günel Hümətovə (Pəniyeva) Saleh	Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti	MULTICULTURAL VALUES, CULTURAL MEMORY, AND INTERGENERATIONAL DIALOGUE IN AHMAD JAMIL'S "DEAR GRANDMA, TELL ME A TALE
Zülfüqarova Şəfiqə Veys	Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti	PEDAQOJİ SİSTEMDƏ İNNOVASIYA FƏALİYYƏTİ VƏ ONUN NÖVLƏRİ
Ulviyyə Ahmad Jafarova	Azerbaijan State Pedagogical University	BUL CƏBRİNİN MƏNTİQİ ƏSASLARI VƏ ŞENNONUN PARÇALANMA TEOREMİNİN RƏQƏMSAL TEXNOLOGİYALARDA TƏTBİQİ
Cəfərli Nəzrin Elçin q	ADPU	MÜASİR GEYİM DİZAYNINDA YARADICILIQ, TEXNOLOGİYA VƏ DAVAMLILIQ: KONSEPSİYADAN KOLLEKSİYAYA QƏDƏR BÜTÜN MƏRHƏLƏLƏR
Prof. Dr. ƏBÜLFƏZ TAHİR ƏZİMLİ	Naxçıvan Dövlət Universiteti	AZƏRBAYCAN-ANADOLU XALQ MAHNILARINDA SƏSİN BƏDİİ-POETİK VƏ ÜSLUBİ MƏNA RƏNGLƏRİ
Prof. Dr. ƏBÜLFƏZ TAHİR ƏZİMLİ	Naxçıvan Dövlət Universiteti	LİNGVİSTİK POETİKA: TƏLƏFFÜZ VƏ İFADƏ TƏRZİNƏ GÖRƏ SƏS YAYIMLARI VƏ SÖZ GİZLİNLƏRİ
Gunel Shefiyeva	Azerbaijan State Pedagogical University	DIGITAL TOOLS AND THEIR IMPACT ON STUDENTS' ENGLISH LEARNING MOTIVATION



3. INTERNATIONAL NESSEBAR SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, BULGARIA, 23-24 OCTOBER / 2026

23.10.2026

TÜRKİYE Local Time: 12:00-14:30

HEAD OF SESSION: Ahmad Nauval Kirom

SESSION-1 HALL-2

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Anasta Nafsi Naeza Faradiba Nabilatul Fauziyah Zahrotul Milatina Reza Kurniawan	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia	LOCAL CRAFTS AND HANDICRAFTS IN BATANG REGENCY: POTENTIAL, INNOVATION, AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT
Mahya Akmelia Indah Naela Zulfa Nabilati Naela Makhasin Rhessa Maulida Himmatul Aliyah	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia	NASI GROMBYANG AS THE CULINARY IDENTITY OF PEMALANG REGENCY
Nabilatul Fauziyah Muhammad Reza Kurniawa Zahrotul Milatina Naeza Fara Diba Anasta Nafsi	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia	THE ROLE OF CREATIVE COMMUNITIES IN STRENGTHENING THE CREATIVE ECONOMY IN BATANG REGENCY
M. Nasrul Rusydi Al Arzaqina May Naila Khoiroh Nafal Fikri Syihabud Din	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia	MODERNIZATION OF TRADITIONAL CRAFT PRODUCTS IN PEMALANG
Muhammad Hidayatullah Ghathfaan Alhamda Rahman M.Abdul Latif Tabik Asghar Ramadhani Haikal Adzimil Anam	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia	THE DEVELOPMENT OF A HALAL FOOD INDUSTRIAL AREA IN PEMALANG REGENCY: CONCEPT, ECONOMIC POTENTIAL, AND STRATEGIC FRAMEWORK
Indah Naela Zulfa Nabilati Naela Makhasin Rhessa Maulida Himmatul Aliyah Mahya Akmelia	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia	CULINARY TOURISM IN PEMALANG: INTEGRATING LOCAL FOOD, CULTURAL IDENTITY, AND CREATIVE ECONOMIC DEVELOPMENT
Kamilah FIDINI Eva KHAERiyAH Fina HIMATUL KHUSNA Novi MARISKA Hernawati	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia	SHARIA INVESTMENT AND FINANCING IN PEMALANG
Ahmad Nauval Kirom Muhammad Syafiq Fatulloh P'tirof Fadli Nur Fauzan Galih Mahattirta Saka Dimas Mahdi Fauzan		STRENGTHENING HALAL PRODUCT RESEARCH AND DEVELOPMENT THROUGH THE INTEGRATION OF RESEARCH INSTITUTIONS, MULTI-STAKEHOLDER COLLABORATION, POLICY, QUALITY STANDARDIZATION, AND DIGITAL TECHNOLOGY



3. INTERNATIONAL NESSEBAR SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, BULGARIA, 23-24 OCTOBER / 2026

23.10.2026

TÜRKİYE Local Time: 12:00-14:30

HEAD OF SESSION: Məmmədova Könül Ələddin qızı

SESSION-1 HALL-3

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Məmmədova Könül Ələddin qızı	ADPU	AZƏRBAYCAN DİLİ DƏRSLƏRİNDƏ SÖZLƏRİN MƏNALARININ DÜZGÜN MƏNİMSƏDİLMƏSİ ÜZRƏ İŞİN TƏŞKİLİ
Elnura Safarova Emiliya Hamidova	Azerbaijan State Pedagogical University, Baku, Azerbaijan, Baku State University	THE ROLE OF URBAN ECOSYSTEMS IN REDUCING FLOOD RISK AND PROMOTING SUSTAINABLE URBAN DEVELOPMENT
Arzu Xəlilova Günay Kərimova	Azərbaycan Dövlət iqtisad universiteti	SÜNİ İNTELLEKT VƏ MÜASİR DİZAYN: YARADICI PROSESİN TRANSFORMASIYASI
Aynur Zahir qızı Bədəlova	Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti	DOSTOYEVSKİ YARADICILIĞINDA “ÖLÜ EVDƏN QEYDLƏR” ƏSƏRİNİN YERİ
Doçent Doktor, AYGUN AHMADOVA	Azerbaijan Devlet Pedaqoji Universitesi	AZƏRBAYCAN UŞAQ ƏDƏBİYYATINDA BƏDİİ FORMALAR OBRAZLAR-XIX ƏSR
Doçent Doktor, AYGUN AHMADOVA	Azerbaijan Devlet Pedaqoji Universitesi	SÖHPƏTÜL ƏSMAR POEMASININ MƏZMUN VƏ İDEYASI
Associate Professor, Amalya Hasanova	Azerbaijan State Pedagogical University	FUNDAMENTALS OF PEDAGOGICAL ANTHROPOLOGY
Doçent Doktor, AMALYA HASANOVA	Azerbaijan Devlet Pedaqoji Universitesi	ŞƏXSİYYƏTİN İNKİŞAFINDA YARADICILIQ QABİLİYYƏTLƏRİNİN NEYROPSİXOLOJİ ƏSASLARI



3. INTERNATIONAL NESSEBAR SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, BULGARIA, 23-24 OCTOBER / 2026

23.10.2026

TÜRKİYE Local Time: 12:00-14:30

HEAD OF SESSION: Ghatfaan Alhamda Rahman

SESSION-1 HALL-4

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Inda Millata Afna Naila Septiani Nasywa Awaliyah Aini Anjali Putri Kamalia Rani Suci Rahmadani	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia	PACKAGING INNOVATION IN BATANG
Syihabud Din Nafal Fikri May Naila Khoiroh M. Nasrul Rusydi Al Arzaqinaa	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia	MATERIALS AND PRODUCTION PROCESSES OF SARUNG GOYOR IN THE DEVELOPMENT OF HALAL CREATIVE PRODUCTS IN PEMALANG
Indah Naela Zulfa Nabilati Naela Makhasin Rhessa Maulida Himmatul Aliyah Mahya Akmelia	UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan	PANTURA CULINARY ROUTE: DEVELOPING CULINARY TOURISM AS A STRATEGY FOR REGIONAL ECONOMIC GROWTH AND CULTURAL PRESERVATION
Tabik Asghar Ramadhani Muhammad Haikal Adzimil Anam Muhammad Hidayatullah M Abdul Latif Ghatfaan Alhamda Rahman	Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia	PRODUCTIVE WAQF MANAGEMENT IN COMMUNITY ECONOMIC EMPOWERMENT AT PONDOK MODERN TAZAKKA, BATANG REGENCY, INDONESIA
Adhi Wira Pradana Sugiyantoro Muhammad Naziih Haniif Irfandi Rizqullah Sauqi Masda Qama Miftakhudin	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia	CULINARY HERITAGE AS CULTURAL IDENTITY: HISTORICAL ROOTS, SOCIAL VALUES, AND PRESERVATION STRATEGIES IN BATANG REGENCY
Tabik Asghar Ramadhani Muhammad Haikal Adzimil Anam Muhammad Hidayatullah M Abdul Latif Ghatfaan Alhamda Rahman	Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia	FUNDING STRATEGIES FOR THE DEVELOPMENT OF PRODUCTIVE WAQF AT PONDOK MODERN TAZAKKA, BATANG REGENCY, INDONESIA
Irfandi Rizqullah Muhammad Naziih Haniif Adhi Wira Pradana Sugiyantoro Sauqi Masda Kama Miftakhudin	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia	BUILDING CONSUMER TRUST IN DEVELOPING THE HALAL CREATIVE CULINARY INDUSTRY IN BATANG REGENCY
M. Nasrul Rusydi Al Arzaqina May Naila Khoiroh Nafal Fikri Syihabud Din	Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia	ARTISAN REGENERATION AND THE SUSTAINABILITY OF PEMALANG CRAFTS AS CREATIVE HALAL PRODUCTS
Nindi Aulia Fika Dea Lova Cahya Amelia Ismi Nur Hanifah Dwi Tika Wulansari	Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia	CULTURAL FESTIVALS AND CREATIVE ECONOMY: DEVELOPING COMMUNITY-BASED TOURISM THROUGH THE WONG GUNUNG FESTIVAL IN PEMALANG, INDONESIA



3. INTERNATIONAL NESSEBAR SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, BULGARIA, 23-24 OCTOBER / 2026

23.10.2026

TÜRKİYE Local Time: 12:00-14:30

HEAD OF SESSION: Ardan Yudha Wiratama

SESSION1 HALL-5

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Adhi Wira Pradana Sugiyantoro Miftakhudin Muhammad Naziih Haniif Irfandi Rizqullah Sauqi Masda Kama Adhi Wira Pradana Sugiyantoro	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia	CULINARY FESTIVALS AS CULTURAL ATTRACTIONS AND DRIVERS OF CREATIVE ECONOMY AND TOURISM DEVELOPMENT IN BATANG REGENCY
Nabilatul Fauziyah Naeza Fara Diba Zahrotul Milatina Anasta Nafsi M. Reza Kurniawan	Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia	ROADMAP FOR THE DEVELOPMENT OF BATANG REGENCY'S HALAL CREATIVE ECONOMY: STRENGTHENING BUSINESS CAPACITY, MARKET COMPETITIVENESS, AND SUSTAINABILITY
Naeza Fara Diba Zahrotul Milatina Nabilatul Fauziyah Anasta Nafsi Muhammad Reza Kurniawan	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia	LOCAL HALAL PRODUCT MARKET OPPORTUNITIES IN BATANG REGENCY, INDONESIA
Nisa Agustin Zabrina Elvareta Rofiqoh Aliyah Arifin, Faizura Syifa Ramadhani Pinky Nila Nawawiza	Universitas Islam Negeri K. H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia	DIGITAL CONTENT MONETIZATION
Aini Anjali Putri Kamalia Nasywa Awalayah Inda Millata Afna Naila Septiani Rani Suci Rahmadani	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia	SOCIAL COMMERCE.
Ika Ismatul HAWA Adellia Saniyatuz ZAHRO Syaliva Dhu SA'ATIN 3 Mutia Aira RAMADHANI Sabrina ZAHROH	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia	BATIK RIFA'İYAH HERITAGE AS CREATIVE CAPITAL: TRANSFORMING CULTURAL VALUES INTO ECONOMIC AND CREATIVE OPPORTUNITIES
Miftakhudin Muhammad Naziih Haniif Irfandi Rizqullah Sauqi Masda Qama Adhi Wira Pradana Sugiyantoro	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia	FROM LOCAL FOOD TO TOURIST DESTINATIONS: DEVELOPING HALAL CULINARY TOURISM AND VILLAGE-BASED TOURISM IN BATANG REGENCY, INDONESIA
Sultan Daffa Amrulloh Mutiah Puspita Andiny Raya Ajeng Pertiwi M Farrel Azka, Wimaramzy Ardan Yudha Wiratama	Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia	DEVELOPING DIGITAL SKILLS



3. INTERNATIONAL NESSEBAR SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, BULGARIA, 23-24 OCTOBER / 2026

23.10.2026

TÜRKİYE Local Time: 12:00-14:30

HEAD OF SESSION: Dr FETTOUCH Houari

SESSION-1 HALL-6

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Fida Muhammad Abdullah Yar	Kohat University of Science and Technology, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan	IMPACT OF HEXAGONAL WARPING ON QUANTUM CAPACITANCE OF TOPOLOGICAL- INSULATOR SURFACE STATES IN Bi ₂ Te ₃
Sule M. Tanyam Rashida Mahmud Kachalla Rashida Mahmud Kachalla	Modibbo Adama University Yola Federal University of Agriculture Zuru	PLANT-DERIVED CATALYSTS FOR SUSTAINABLE SYNTHESIS OF BIOACTIVE HETEROCYCLIC COMPOUNDS: A COMPREHENSIVE REVIEW OF GREEN CHEMISTRY APPROACHES,
Dr FETTOUCH Houari	University of Mostaganem, UMAB, Algeria.	GROWTH OF ENTIRE SOLUTIONS OF LINEAR DIFFERENTIAL EQUATIONS OF INFINITE ORDE
Nabawiyya Abdullahi Zainab Hamma Aisha Auwal Ahmad Aisha Yusuf Bunkure Saddiqa Abdulmumin Hamza Suleiman Gaya	Gombe State University, Sa'Adatu Rimi College Of Education, Epartment of Medical laboratory science Bayero University Kano Saadatu Rimi college	SCHIFF-BASE METAL COMPLEXES AS TUNABLE MOLECULAR PLATFORMS: COORDINATION GEOMETRY, ELECTRONIC STRUCTURE AND ENVIRONMENTAL REACTIVITY
Scholar. Haleema Bibi Dr. Syed Habib Shah	Kohat University of Science and Technology, KPK, Pakistan	A MACHINE LEARNING-BASED COMPOSITE RISK INDEX FOR DIABETES PREDICTION
Mutellimova Nushabe Rehim Tomuyeva Aynure Shamil	Azerbaijan State Pedagogical University	DIDACTIC PRINCIPLES IN TEACHING HALOGENS AND THEIR IMPACT ON QUALITY MANAGEMENT
Farida Khammar Zouhir Boumous Samira Boumous	University of Souk ahras, Souk ahras , Algeria., University of Souk Ahras, Route Annaba B.P. 1553, Souk Ahras, Algeria	DATA-DRIVEN MODELING AND PERFORMANCE OPTIMIZATION OF PHOTOVOLTAIC CELLS UNDER VARIABLE ENVIRONMENTAL CONDITIONS
Moses Adeolu AGOI Oluwakemi Racheal OSHINOWO Adebayo Samuel ADEOGUN Christiana Toyin ODUWOLE	Lagos State University of Education, Lagos Nigeria.	AUTONOMOUS AI AGENTS AND THE FUTURE OF EDUCATIONAL ADMINISTRATION: OPPORTUNITIES, RISKS, GOVERNANCE, INNOVATION, ACCOUNTABILITY, AND INSTITUTIONAL TRANSFORMATION
Adel BOUALI Zineb ABOUB Yousra ZIANE	University of Medea, Medea, Algeria,	DEVELOPMENT AND CHARACTERIZATION OF HIGH-STRENGTH ALKALI-ACTIVATED MORTARS BASED ON GGBFS



3. INTERNATIONAL NESSEBAR SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, BULGARIA, 23-24 OCTOBER / 2026

23.10.2026

TÜRKİYE Local Time: 12:00-14:30

HEAD OF SESSION: Sultan Daffa Amrulloh

SESSION-1 HALL-7

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
M. Farrel Azka Wimaramzy Raya Ajeng Pertiwi Mutia Puspita Andiny Ardan Yudha Wiratama Sultan Daffa Amrulloh	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan,	DIGITALIZATION OF HALAL CERTIFICATION
Nisa Amalia Meita Nadya Aulya Sari Aulia Rahmawati Sukma Fathimah Az-Zahro' Azizil Lichasanah	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia	CREATIVE INFRASTRUCTURE DEVELOPMENT FOR SUSTAINABLE TOURISM AND LOCAL ECONOMIC EMPOWERMENT IN BATANG REGENCY
Mutiah Puspita Andiny Raya Ajeng Pertiwi M Farrel Azka Wimaramzy Ardan Yudha Wiratama Sultan Daffa Amrulloh	Universitas Islam Negeri K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia	CONTENT CREATORS AND THE CREATOR ECONOMY
Nala Dian Rosita Zahwa Aulia Khalimi Putri Laela Fazida Evelyn Halilah Faiqoh Nabilla Ayu Fitriyani	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia	BATIK AS THE IDENTITY OF CENTRAL JAVA'S CREATIVE ECONOMY
Hernawati Eva KHAERiyAH Kamilah FIDINI Fina Himatul KHUSNA Novi MARISKA	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia	HALAL BRANDING IN PEMALANG
Sari Aulia Rahmawati Meita Nadya Aulia Nisa Amalia Sukma Fathimah Az-Zahro' Azizil Lichasanah	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia	COLLABORATIVE GOVERNANCE IN BATANG REGENCY: INTEGRATING STAKEHOLDER PARTICIPATION FOR SUSTAINABLE REGIONAL DEVELOPMENT
Azizil Lichasanah Meita Nadya Aulya Nisa Amalia Sari Aulia Rahmawati Sukma Fathimah Az-Zahro'	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia	MSME SCALE-UP STRATEGY IN BATANG REGENCY: STRENGTHENING LOCAL PRODUCTS, INDUSTRIAL PARTNERSHIPS, AND DIGITALIZATION



3. INTERNATIONAL NESSEBAR SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, BULGARIA, 23-24 OCTOBER / 2026

23.10.2026

TÜRKİYE Local Time: 12:00-14:30

HEAD OF SESSION: Dr. Alan Reed LIBERT

SESSION-1 HALL-8

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
<i>Gouthon Gilchrist Fabrice Kocou Edgard Romaric Raoul Fousséni Cynthia Tiko Gbaguidi Arnauld Mohamed Lamine Dioubaté Frédéric Houessou Tiranké Touré Zaïnoul Traoré Moustapha Diop</i>	<i>General Lansana Conté University of Sonfonia– Conakry, Physical Education, and Sports. University of Abomey- Calavi, Republic of Benin., University of Abomey-Calavi, Republic of Benin.</i>	<i>COMMUNITY-BASED INTERVENTIONS AND MALARIA PREVENTION AMONG CHILDREN AGED 0- 5 YEARS IN THE MUNICIPALITY OF AKPRO-MISSÉRÉTÉ (BENIN): AN ASSESSMENT OF THEIR EFFECTS ON PREVENTIVE PRACTICES</i>
<i>Mehsou Mylène Ella Tano Florence Agnès Dansou Gbagou Guèdègbé Gilchrist Fabrice Gouthon Frédéric Houessou Mohamed Lamine Dioubaté Moustapha Diop</i>	<i>Félix Houphouët-Boigny University, Abidjan, Republic of Côte d'Ivoire, University of Abomey- Calavi, Republic of Benin., General Lansana Conté University of Sonfonia– Conakry (UGLC-SC), Republic of Guinea</i>	<i>PROMOTION OF WOMEN'S BASKETBALL: A LOOK AT PARENTAL OPINION IN THE MUNICIPALITY OF TREICHVILLE</i>
<i>Dr. Alan Reed LIBERT</i>	<i>University of Newcastle, Australia</i>	<i>ON THE PREPOSITIONS OF DOMNI</i>



3. INTERNATIONAL NESSEBAR SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, BULGARIA, 23-24 OCTOBER / 2026

23.10.2026

TÜRKİYE Local Time: 12:00-14:30

HEAD OF SESSION: M Reza Fahrezi

SESSION-1 HALL-9

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Mutiah Puspita Andiny Raya Ajeng Pertiwi M Farrel Azka Wimaramzy Ardan Yudha Wiratama Sultan Daffa Amrulloh	Universitas Islam Negeri K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia	AI IN CREATIVE DESIGN AND PRODUCTION
Zahwa Aulia Khalimi Putri Evelyn Halilah Faiqoh Nala Dian Rosita Nabilla Ayu Fitriyani Laela Fazida	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia	BATIK DESIGN INNOVATION
Nabilla Ayu Fitriyani Evelyn Halilah Faiqoh Laela Fazida Zahwa Aulia Khalimi Putri , Nala Dian Rosita	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia	E-COMMERCE FESYEN MUSLİM
Laela Fazida Nabilla Ayu Fitriyani Zahwa Aulia Khalimi Putri Evelyn Halilah Faiqoh Nala Dian Rosita	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia	THE GROWTH OF MUSLİM FASHİON
Salsabilla Lisna Amira Fauziah Erlin Nazila Aprilianti Alivia PUSDika Jenada Nova Fitriana	Universitas Islam Negeri K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia	THE ROLE OF WOMEN IN THE CREATIVE ECONOMY
M Reza Fahrezi	Universitas Islam Negeri K. H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia	CREATIVE ECONOMY AND HALAL INDUSTRY: POTENTIAL, TRANSFORMATION, AND REGIONAL COMPETITIVENESS
Nisa Agustin Zabrina Elvaretta Rofiqoh Aliyah Arifin Faizura Syifa Ramadhani Pinky Nila Nawawiza	Universitas Islam Negeri K. H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia	CONTENT CREATION AS A PROFESSION
Rofiqoh Aliyah Arifin Zabrina Elvaretta Nisa Agustin Faizura Syifa Ramadhani Pinky Nila Nawawiza	Universitas Islam Negeri K. H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia	DİGİTAL CONSUMER BEHAVİOR
Nadya Rahmah	Universitas Islam Negeri KH Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia	WAQF PRODUCTIF



3. INTERNATIONAL NESSEBAR SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, BULGARIA, 23-24 OCTOBER / 2026

23.10.2026

TÜRKİYE Local Time: 12:00-14:30

HEAD OF SESSION: Qasimova Maya Rəhim qızı

SESSION-1 HALL-10

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Samira babayeva	Azerbaijan State Pedagogical University	METHODOLOGY AS A FOUNDATION OF SCIENTIFIC RESEARCH: THEORETICAL APPROACHES, METHODS, AND CONTEMPORARY CHALLENGES
Qasimova Nigar Azad	Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti	BRİTANİYA VƏ AMERİKA ƏDƏBİYYATINDA ÜSLUBİ VASİTƏLƏRİN MÜQAYİSƏLİ TƏDQIQI COMPARATIVE STUDY OF STYLISTIC DEVICES IN BRITISH AND AMERICAN LITERATURE
Kamal Jamalov	Naxçıvan Dövlət Universiteti	ORGANIZING THE LESSON IN THE MODERN EDUCATION SYSTEM: DIDACTIC PRINCIPLES, PEDAGOGICAL APPROACHES, AND QUALITY FACTORS
Gültəkin Atəş qızı Abdullayeva	Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti	İBTİDAİ TƏHSİLDƏ MÜASİR TƏLİM TEXNOLOGİYALARININ TƏTBİQİ
Sevda Ağayeva Baş müəllim	Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti	TƏLİM MÜHİTİNDƏ NİZAM-İNTİZAMIN FORMALAŞDIRILMASI: MÜƏLLİM VƏ ŞAGİRD QARŞILIQLI FƏALİYYƏTİNİN ROLU
Məhərrəmov Şahanə Əliyənnağı qızı	Azərbaycan Respublikası, Bakı şəhəri, ADPU	BƏKİR ÇOBANZADƏNİN MÜASİR ƏDƏBİ PROSESƏ MÜNASİBƏTİ
Qasimova Maya Rəhim qızı	Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti	İBTİDAİ MƏKTƏBDƏ DİL QAYDALARI ÜZRƏ İŞİN NİTQIN İNKİŞAFI İLƏ İNTEQRATİV TƏŞKİLİ
Ulduz Fərhad Qəhrəmanova	Azərbaycan Dövlət Universiteti	ƏDƏBİYYATŞÜNASLIQDA XARAKTER VƏ MİLLİ XARAKTER PROBLEMİ
Prof. Dr. Elman Guliyev	Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti	ARTISTIC-AESTHETIC PROPERTIES OF MOHAMMED FIZULI'S POEMS
Prof. Dr. Elman Guliyev	Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti	THE LIFE AND LYRICAL CREATIVITY OF MUHAMMAD FUZULİ
Leyla Ziyafət Hasanova	Azerbaijan State Pedagogical University	THE ARTISTIC INTERPRETATION OF REALITY: FROM AESTHETIC IDEAL TO LITERARY IDEA



3. INTERNATIONAL NESSEBAR SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, BULGARIA, 23-24 OCTOBER / 2026

23.10.2026

TÜRKİYE Local Time: 12:00-14:30

HEAD OF SESSION: Lecturer, PhD Irina-Ana DROBOT

SESSION-1 HALL-11

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Dwi Tika Wulan Sari Fika Dealova Cahya Amelia Ismi Nurhanifah Nindi Aulia	Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia	DEVELOPING PEMALANG AS A HALAL CREATIVE DESTINATION: AN INTEGRATED ROADMAP FOR COMMUNITY-BASED TOURISM AND CREATIVE ECONOMY
Fika Dealova Dwi Tika Wulan Sari Cahya Amelia Ismi Nurhanifah Nindi Aulia	Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia	CHALLENGES IN HALAL TOURISM DEVELOPMENT: LESSONS FROM PEMALANG, INDONESIA
Lecturer, PhD Irina-Ana DROBOT	Technical University of Civil Engineering Bucharest	MORALS AND POLITICS: THE MORAL UNDERSTANDING OF POLITICS IN CONTEMPORARY SOCIETY
Lecturer, PhD Irina-Ana DROBOT	Technical University of Civil Engineering Bucharest	PROJECT MANAGEMENT AND ITS DEPENDENCE ON IDEOLOGY: THE EUROPEAN UNION AS A CASE STUDY
Zahrotul Milatina Naeza Fara Diba Nabilatul Fauziyah Anasta Nafsi Muhammad Reza Kurniawan	Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia	FROM LOCAL FASHION TO MODEST FASHION IN BATANG: TRANSFORMING BATIK RIFA'İYAH INTO CREATIVE HALAL PRODUCTS
Nafal FIKRI May Naila KHOIROH Syihabud DIN M. Nasrul Rusydi Al ARZAQINA	Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia	TRADITIONAL KNOWLEDGE AS A LIVING FOUNDATION FOR SUSTAINABLE CRAFT DEVELOPMENT IN PEMALANG: INTERGENERATIONAL TRANSMISSION, INNOVATION, AND CREATIVE VALUE CREATION
Sari Aulia Rahmawati Meita Nadya Aulia Nisa Amalia Sukma Fathimah Az- Zahro' Azizil Lichasanah	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia	FINANCING AND INVESTMENT INCENTIVES IN BATANG REGENCY: PROMOTING LOCAL ECONOMIC GROWTH AND SUSTAINABLE INVESTMENT
Anasta Nafsi Naeza Faradiba Nabilatul Fauziyah Zahrotul Milatina Muhammad Reza Kurniawan	Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia	CHALLENGES IN CREATIVE ECONOMY DEVELOPMENT IN BATANG REGENCY: DIGITAL LITERACY, FINANCING, AND BUSINESS SUSTAINABILITY



3. INTERNATIONAL NESSEBAR SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, BULGARIA, 23-24 OCTOBER / 2026

23.10.2026

TÜRKİYE Local Time: 12:00-14:30

HEAD OF SESSION: Muhamad Irwan

SESSION-1 HALL-12

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Fatisa Dina Rahmadayanti	Universitas K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan	HALAL FASHİON BRANDING AND MUSLİM CONSUMER IDENTITY IN THE DIGİTAL ERA
Irfandi Rizqullah Adhi Wira Pradana Sugiyantoro Miftakhudin Sauqi Masda Kama Muhammad Nazii Haniif	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia	HALAL CERTIFICATION AND UMKM DEVELOPING THE HALAL CULINARY ECOSYSTEM IN BATANG REGENCY
Adhi Wira Pradana Sugiyantoro Muhammad Nazii Haniif Irfandi Rizqullah Sauqi Masda Qama Miftakhudin	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia	TRADİTİONAL FOOD AND COMMUNITY IDENTITY İN BATANG REGENCY
Ika Barjah Turnisah Anizza Mifa Faturrohma Muhamad Irwan Muhammad Nafiudin Muhammad Apri Handika	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia	THE STRATEGİC ROLE OF MSMES
M Reza Fahrezi Lia Fatra Nur Laili Kamalin Diana Kristi Muhammad Romiz Assiddiqi Ummu Kholil Prawesti	Universitas Islam Negeri K. H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia	STRENGTHENİNG REGIONAL ECOSYSTEMS TO PROMOTE SUSTAİNABLE ECONOMIC DEVELOPMENT THROUGH COLLABORATION AMONG GOVERNMENT, MSMES, AND COMMUNITİES
Adhi Wira Pradana Sugiyantoro Muhammad Nazii Haniif Irfandi Rizqullah Sauqi Masda Qama Miftakhudin	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia	THE HİSTORY OF SERABI KALİBELUK AS A REPRESENTATION OF LOCAL CULINARY HERİTAGE İN BATANG REGENCY
Naeza Fara Diba Muhammad Reza Kurniawan Zahrotul Milatina Nabilatul Fauziyah Anasta Nafsi	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia	STRENGTHENİNG THE HALAL INDUSTRY ECOSYSTEM İN BATANG REGENCY: POTENTIAL, CHALLENGES, AND LOCAL DEVELOPMENT STRATEGİES
Ahmad Nauval Kirom Muhammad Syafiq Fatulloh I'tirof Fadli Nur Fauzan Galih Mahattirta Saka Dimas Mahdi Fauzan	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia	STRENGTHENİNG THE HALAL PRODUCT RESEARCH AND DEVELOPMENT ECOSYSTEM: INSTITUTIONS, SYNERGY, POLİCY, QUALITY STANDARDİZATION, AND DIGİTAL TECHNOLOGY
Muhamad Irwan	Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia	DİGİTAL TRANSFORMATION İN PROMOTİNG ISLAMİC FİNANCİAL İNCLUSION AMONG GENERATION Z: OPPORTUNITİES, CHALLENGES, AND DIRECTIONS FOR SUSTAİNABLE DEVELOPMENT



3. INTERNATIONAL NESSEBAR SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, BULGARIA, 23-24 OCTOBER / 2026

23.10.2026

TÜRKİYE Local Time: 12:00-14:30

HEAD OF SESSION: Malika Kaza Fatiya

SESSION-1 HALL-13

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Ika Barjah Turnisah Anizza Mifa Faturrohma Muhamad Irwan Muhammad Nafiudin Muhammad Apri Handika	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia	<i>MSMES IN THE HALAL ECOSYSTEM</i>
ALFA AINUN NISA Sauqi Masda Kama	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan,	<i>THE ROLE OF RELIGION AS AN AGENT OF SOCIAL CHANGE IN SOCIOLOGICAL PERSPECTIVE</i>
Inda Millata Afna Naila Septiani Nasywa Awaliyah Aini Anjali Putri Kamalia Rani Suci Rahmadani	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan	<i>DESIGN THINKING FOR MSMEs</i>
Tabik Asghar Ramadhani M. Abdul Latif Muhamad Haikal Adzimil Anam Ghatfan Alhamda Rahman Muhammad Hidayatullah	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java,	<i>HALAL VALUE CHAIN PEMALANG</i>
Nasywa Awaliyah Naila Septiani Inda Millata Afna Aini Anjali Putri Kamalia Rani Suci, Rahmadani	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java,	<i>FASHION BASED ON BATANG'S LOCAL</i>
Fika DEALOVA Dwi Tika Wulan SARI Cahya AMELIA Ismi NURHANIFAH Nindi AULIA	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java,	<i>DEVELOPING MUSLIM-FRIENDLY TOURISM IN PEMALANG: INTEGRATING RELIGIOUS HERITAGE, LOCAL CULTURE, AND COMMUNITY-BASED TOURISM</i>
Malika Kaza Fatiya	Universitas Islam K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan	<i>THE PENTAHelix MODEL IN THE DEVELOPMENT OF THE HALAL CREATIVE ECONOMY</i>



3. INTERNATIONAL NESSEBAR SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, BULGARIA, 23-24 OCTOBER / 2026

23.10.2026

TÜRKİYE Local Time: 12:00-14:30

HEAD OF SESSION: PhD Petronela Daniela FERARU

SESSION-1 HALL-14

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Muhammad Nazih Haniif Adhi Wira Pradana Sugiyantoro Irfandi Rizqullah Miftakhudin Sauqi Masda Kama	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java,	<i>PRODUCT STANDARDIZATION AS A STRATEGY FOR TRANSFORMING TRADITIONAL CULINARY PRODUCTS</i>
Rhessa Maulida Indah Naela Zulfa Nabilati Naela Makhasin Himmatul Aliyah Mahya Akmelia	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, a	<i>REGENERATION OF CULINARY ACTORS FOR THE SUSTAINABILITY OF HERITAGE CUISINE IN PEMALANG</i>
Himmatul Aliyah Indah Naela Zulfa Nabilati Naela Makhasin Rhessa Maulida Mahya Akmelia	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java,	<i>PEMALANG AS A HALAL CULINARY DESTINATION: DEVELOPING LOCAL CULINARY HERITAGE FOR HALAL TOURISM</i>
Nindi Aulia Ismi Nurhanifah Cahya Amelia Dwi Tika Wulan Sari Fika Dea Lova	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia	<i>CRAFT TOURISM DEVELOPMENT THROUGH TENUN GOYOR: PRESERVING CULTURAL HERITAGE AND STRENGTHENING THE LOCAL CREATIVE ECONOMY IN PEMALANG, INDONESIA</i>
PhD Petronela Daniela FERARU	National College Iași and “Ion Neculce” High School, Târgu Frumos, Romania	<i>GENERATIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND THE SOCIAL CONSTRUCTION OF CRITICAL AGENCY IN HIGHER EDUCATION</i>
PhD Petronela Daniela FERARU	National College Iași and “Ion Neculce” High School, Târgu Frumos, Romania	<i>ALGORITHMIC MEDIATION OF AUTOBIOGRAPHICAL MEMORY AND THE NEGOTIATION OF PERSONAL IDENTITY</i>



3. INTERNATIONAL NESSEBAR SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, BULGARIA, 23-24 OCTOBER / 2026

23.10.2026

TÜRKİYE Local Time: 12:00-14:30

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr.ERJOLA ALIAJ

SESSION-1 HALL-15

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
<i>Dela Puspita Sari Khabibah Maria Ulfa Melvi Neviza Indi Mazaya Tsania Karima Khusna</i>	<i>Universitas Islam Negeri K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia</i>	<i>HALAL PRODUCT ASSURANCE SYSTEM</i>
<i>Anizza Mifa Faturrohma Ika Barjah Turnisah Muhamad Irwan Muhammad Nafiudin Muhammad Apri Handika</i>	<i>Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia</i>	<i>HALAL LITERACY FOR MSME PLAYERS</i>
<i>Naeza Fara Diba Muhammad Reza Kurniawan Zahrotul Milatina Nabilatul Fauziyah Anasta Nafsi Hendri Hermawan Adinugraha</i>	<i>Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan</i>	<i>HALAL CREATIVE ECONOMY OF BATANG REGENCY</i>
<i>Rhessa Maulida Indah Naela Zulfa Nabilati Naela Makhasin Himmatul Aliyah Mahya Akmelia</i>	<i>Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia</i>	<i>PRODUCT DIVERSIFICATION OF CULINARY PRODUCTS IN PEMALANG</i>
<i>Nabilati Naela Makhasin Indah Naela Zulfa Rhessa Maulida Himmatul Aliyah Mahya Akmelia</i>	<i>Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia</i>	<i>HALAL CERTIFICATION OF CULINARY PRODUCTS IN PEMALANG</i>
<i>Himmatul Aliyah Indah Naila Zulfa Nabilati Naela Makhasin Rhessa Maulida Mahya Akmelia</i>	<i>Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia</i>	<i>STORYTELLING OF CULINARY HERITAGE: PRESERVING LOCAL CULTURE THROUGH DIGITAL MEDIA</i>
<i>Professor Dr. Laura Diaconu (Maxim)</i>	<i>“Alexandru Ioan Cuza” University of Iasi, Romania</i>	<i>SURVIVAL OF EUROPEAN REGIONAL AIRLINE ROUTES DURING AND AFTER THE COVID-19 PANDEMIC</i>
<i>Assoc. Prof. Dr.ERJOLA ALIAJ</i>	<i>European University of Tirana, Law Faculty, Tirana, Albania</i>	<i>THE EUROPEAN UNION’S NEW ANTI- CORRUPTION DIRECTIVE: RECENT DEVELOPMENTS AND IMPLICATIONS FOR THE ALBANIAN CONTEXT</i>



3. INTERNATIONAL NESSEBAR SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, BULGARIA, 23-24 OCTOBER / 2026

24.10.2026

TÜRKİYE Local Time: 10:00-12:00

HEAD OF SESSION: Doç. Dr., Çağatay YAMÇIÇIER

SESSION-2 HALL-1

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Prof., Kadriye AYDEMİR Prof., Oktay SH. MUKHTAROV	Amasya University, Azerbaijan Technical University	SINIR VE ARAYÜZ KOŞULU İÇEREN STURM-LIOUVILLE PROBLEMLERİ İÇİN TEMEL ÇÖZÜMLER VE REEL ÖZDEĞERLER
Prof., Kadriye AYDEMİR Prof., Oktay SH. MUKHTAROV	Amasya University, Azerbaijan Technical University	EK ETKİLEŞİM KOŞULLARINA SAHİP ÇİFT STURM-LIOUVILLE SİSTEMLERİ
Dr., SümeYra YAMÇIÇIER Doç. Dr., Çağatay YAMÇIÇIER Prof. Dr., Cihan Kürkçü	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi	KÜBİK Mg 2 YH 6 KOMPLEKS HİDRÜRÜNÜN YAPISAL, MEKANİK VE OPTİK DAVRANIŞININ DFT İLE MODELLENMESİ
Dr., SümeYra YAMÇIÇIER Doç. Dr., Çağatay YAMÇIÇIER Prof. Dr., Cihan Kürkçü	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi	KGeCl ₃ HALOJENÜR PEROVSKİTİNİN ELEKTRONİK, MEKANİK VE OPTİK DAVRANIŞININ YOĞUNLUK FONKSİYONELİ TEORİSİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ
Dr. Ali Onur KAYA	Akdeniz Üniversitesi	ABLİ KİNAZ İNHİBİTÖRLERİNİN İSKELET YAPISI (SCAFFOLD) DİKKATE ALINARAK MAKİNE ÖĞRENMESİ TEMELLİ QSAR MODELLENMESİ
İrem BAYRAKTAR	Milli Savunma Üniversitesi	BELİRSİZ AERODİNAMİK KOŞULLAR ALTINDA SAĞLAM İHA YÖRÜNGE TAHMİNİ İÇİN HİBRİT FİZİKSEL BİLGİLİ MAKİNE ÖĞRENİMİ
İrem BAYRAKTAR	Milli Savunma Üniversitesi	ZORLU OPERASYONEL KOŞULLARDA UYARLANABİLİR HEDEF TESPİTİ İÇİN YAYILIMLA GELİŞTİRİLMİŞ YAPAY ZEKÂ



3. INTERNATIONAL NESSEBAR SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, BULGARIA, 23-24 OCTOBER / 2026

24.10.2026

TÜRKİYE Local Time: 10:00-12:00

HEAD OF SESSION: Doç. Dr., Cihan KURU

SESSION-2 HALL-2

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Mehmet HASKUL Huseyin AGGUMUS Murat KISA	Sirnak University, Harran University	MODAL STRAIN-ENERGY INTERPRETATION OF CRACK SENSITIVITY IN AXIALLY LOADED TAPERED BEAMS
Mehmet HASKUL Huseyin AGGUMUS Murat KISA	Sirnak University, Harran University	ASSESSING CRACK DETECTION SENSITIVITY IN DOUBLE-TAPERED BEAMS VIA MODAL BENDING MOMENTS
Yüksek Lisans Öğrencisi, Zekiye KAYA Prof. Dr. Selmin ENER RÜŞEN	Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi	BİR SÜT TOZU TESİSİNDE YÜKSEK VERİMLİ MOTOR DÖNÜŞÜMÜNÜN ENERJİ, EKONOMİ VE ÇEVRE ODAKLI ANALİZİ
Yüksek Lisans Öğrencisi, Mehmet KAYAN Prof. Dr. Selmin ENER RÜŞEN	Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi	POMPA SİSTEMLERİNDE ENERJİ VERİMLİLİĞİ ÜZERİNE BİR İNCELEME
Doç. Dr., Cihan KURU	Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi	NANOSTRUCTURED GRAPHENE FOR ENHANCED AMMONIA SENSING
Ömer Faruk BAĞIRGAN Prof. Dr., Selmin ENER RÜŞEN	Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi	GÜNEŞ ENERJİ SANTRALLERİNDE VERİMLİLİĞİ ETKİLEYEN PARAMETRELER
Ömer Faruk BAĞIRGAN Prof. Dr., Selmin ENER RÜŞEN	Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi	ON YILLIK GÜNEŞ ENERJİSİ SANTRALİNDE VERİMLİLİK ANALİZİ



3. INTERNATIONAL NESSEBAR SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, BULGARIA, 23-24 OCTOBER / 2026

24.10.2026

TÜRKİYE Local Time: 10:00-12:00

HEAD OF SESSION: Prof. Dr, Mahmut İSLAMOĞLU

SESSION-2 HALL-3

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Prof.Dr. Ferat UZUN Dr. Gülcan KAYMAK BAYRAM	Ondokuz Mayıs Üniversitesi	ORTAK KULLANILAN BİR MERANIN VEJETASYON YAPISI, OTLATMA KAPASİTESİ VE SÜRDÜRÜLEBİLİR YÖNETİM STRATEJİLERİ: KARABÜK GÖZLÜ KÖYÜ ÖRNEĞİ
Yusuf ULAŞ Naz AKGÜN Ferat UZUN	Çayleyik Köyü, Tekkeköy, Ondokuz Mayıs Üniversitesi	DEV KRAL OTU (PAKCHONG 1)'NUN NEMLİ İLİMAN İKLİM KUŞAĞINDAKİ ADAPTASYON YETENEĞİ, VERİMİ VE BESİN DEĞERİ
Prof. Dr, Mahmut İSLAMOĞLU	Adıyaman Üniversitesi	NEKROFAJ BÖCEKLERİN KARASAL EKOSİSTEMLERDEKİ İŞLEVSEL ROLLERİ
Prof. Dr, Mahmut İSLAMOĞLU	Adıyaman Üniversitesi	COMMON NECROPHAGOUS INSECTS IN TÜRKİYE AND THEIR USES IN FORENSIC ENTOMOLOGY
Prof. Dr. Recep KÜLCÜ	Isparta University	EFFECTS OF HYDROGEN PEROXIDE CONCENTRATION AND APPLICATION REGIME ON EARLY GROWTH OF MUNG BEAN SPROUTS
Prof. Dr. Recep KÜLCÜ	Isparta University	EFFECTS OF LIGHT SPECTRUM AND PHOTOSYNTHETIC PHOTON FLUX DENSITY ON GROWTH AND DRY MASS OF MUNG BEAN SPROUTS
Assist. Prof. Dr. Şakir Selçuk SEÇİLMİŞ	Gaziantep University	EVALUATION OF OLIVE PIT FLOUR AS A PARTICULATE STABILIZER IN OIL-IN-WATER EMULSIONS: PRELIMINARY FINDINGS



3. INTERNATIONAL NESSEBAR SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, BULGARIA, 23-24 OCTOBER / 2026

24.10.2026

TÜRKİYE Local Time: 10:00-12:00

HEAD OF SESSION: Dr. Öğr. Üyesi Onur OKTAYSOY

SESSION-2 HALL-4

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Dr. Öğr. Üyesi Onur OKTAYSOY Doç. Dr. M. Akif YENİKAYA	Kafkas Üniversitesi	DİJİTAL DÖNÜŞÜM ARAŞTIRMALARININ TEMATİK EVRİMİ: 2020-2026 DÖNEMİNE YÖNELİK BİBLİYOMETRİK BİR ANALİZ
Dr. Öğr. Üyesi Onur OKTAYSOY Doç. Dr. Selen UYGUNGİL ERDOĞAN Doç. Dr. Yaşar ŞAHİN	Kafkas Üniversitesi, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Trabzon Üniversitesi	ÖRGÜTLERDE DİJİTALLEŞME VE ÖRGÜTSEL DAYANIKLILIK İLİŞKİSİ: BİR META-ANALİZ ÇALIŞMASI
Arş. Gör. Dr., Nagihan AKTAŞ	Gebze Teknik Üniversitesi	ESG PERFORMANSI VE KURUMSAL NAKİT TUTMA: CEO İKİLİĞİNİN DÜZENLEYİCİ ROLÜ
Arş. Gör. Dr., Muhammet KOCAMAN Arş. Gör. Dr., Nagihan AKTAŞ	Gebze Teknik Üniversitesi	KARBON PERFORMANSI VE TİCARİ KREDİ FİNANSMANI: BORSA İSTANBUL'DAN KANITLAR
Yüksek Lisans Öğrencisi, Gülhanım KETEN Doç. Dr. Esra IŞIK	Hitit Üniversitesi	TÜRKİYE'DE BOŞANMA SÜRECİNE YÖNELİK ÖNLEYİCİ, KORUYUCU ve DESTEKLEYİCİ MÜDAHALELER
Ender YALÇIN	Bandırma Onyedli Eylul University	DENİZCİLİKTE DİJİTALLEŞMEDE BİRLİKTE ÇALIŞABİLİRLİK, YÖNETİŞİM VE BENİMSENMEYE YÖNELİK DÖRT KATMANLI TANISAL BİR ÇERÇEVE



3. INTERNATIONAL NESSEBAR SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, BULGARIA, 23-24 OCTOBER / 2026

24.10.2026

TÜRKİYE Local Time: 10:00-12:00

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Yücel KABAPINAR

SESSION-2 HALL-5

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Dr. Öğr. Üyesi, Fatih ARSLAN	Kırıkkale Üniversitesi	TÜRKÇE ÖĞRETMENİ ADAYLARININ TÜRKÇE DERSİ ÖĞRETİM PROGRAMI İLE TÜRKÇE DERS KİTABI ARASINDAKİ İLİŞKİYE YÖNELİK METAFORİK ALGILARININ İNCELENMESİ
Prof. Dr. Yücel KABAPINAR Prof. Dr. Filiz KABAPINAR	Marmara Üniversitesi	REHBER ÖĞRETMENLER MESLEKLERİNİN GÖREV KAPSAMINI NASIL DEĞERLENDİRİYOR: NİTEL BİR DEĞERLENDİRME
Prof. Dr. Yücel KABAPINAR	Marmara Üniversitesi	HAYAT BİLGİSİ DERS KİTAPLARINDA PSİKOLOJİ TEMELLİ KONULARA BAKMAK: "KENDİN OLMAYI KEŞİF YOLUNDA"
Dr. Ö. Ü, Büşra TOMBAK İLHAN	Yıldız Teknik Üniversitesi	EĞİTİMDE DEZAVANTAJIN GÖRSEL TEMSİLİ: ÖĞRETMEN ADAYLARININ FOTOĞRAFLARI ÜZERİNE BİR İNCELEME
Samet AKARSLAN Doç. Dr. Murat KOBYA Doç. Dr. Seyyid SANCAK	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi	İDKAB ÖĞRETİM PROGRAMINDA DİN, KÜLTÜR VE TOPLUM İLİŞKİSİ: DİN SOSYOLOJİSİ DİSİPLİNİNE AİT KAVRAMLAR ÜZERİNDEN BİR İNCELEME
Hüseyin AKKAYA Doç. Dr. Murat KOBYA Doç. Dr. Seyyid SANCAK	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi	ADAB-I MUÂŞERETİN PEDAGOJİSİ: 2024 İDKAB ÖĞRETİM PROGRAMINDA NEZAKET, SAYGI VE SOSYAL İLİŞKİLER
Merve ÖZAK Dr. Öğr. Üyesi, Emine SİLDİR DAŞAR	Millî Eğitim Bakanlığı, Amasya Üniversitesi	OKUL ÖNCESİ DÖNEMDE DİNLEME BECERİLERİNİ DESTEKLEMeye YÖNELİK BÜYÜK DİL MODELİ DESTEKLİ ETKİLEŞİMLİ HİKÂYE ANLATIMI MODELİ



3. INTERNATIONAL NESSEBAR SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, BULGARIA, 23-24 OCTOBER / 2026

24.10.2026

TÜRKİYE Local Time: 10:00-12:00

HEAD OF SESSION: Arş. Gör. Dr. Berkant AYDEMİR

SESSION-2 HALL-6

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Doktora, Yaren MAT Doç. Dr. Cüneyt TAŞKIN Arş. Gör. Dr. Berkant AYDEMİR Arş. Gör. Nazlıcan TAŞTAN	Trakya Üniversitesi	SÜRDÜRÜLEBİLİR SPORCU GELİŞİMİNDE “ANTRENMAN İÇİN ANTRENMAN” EVRESİNİN İNCELENMESİ
Doktora, Yaren MAT Doç. Dr. Cüneyt TAŞKIN Arş. Gör. Nazlıcan TAŞTAN Arş. Gör. Dr. Berkant AYDEMİR	Trakya Üniversitesi	ENGELSİZ SPOR: BİREYSEL KATILIM, İMKANLAR VE ERİŞİLEBİLİRLİK YAKLAŞIMI
Lisans, Can Polat SELEN Doç. Dr. Cüneyt TAŞKIN Prof. Dr. Nurper ÖZBAR Öğr. Gör. Dr. Tufan ÖZEN	Trakya Üniversitesi	AEROBİK, DİRENÇ VE KOMBİNE EGZERSİZLERİN YETİŞKİNLERDE KARDİOVASKÜLER KAPASİTE VE SAĞLIK GÖSTERGELERİNE ETKİLERİ: LİTERATÜR DERLEMESİ
Lisans, Can Polat SELEN Doç. Dr. Cüneyt TAŞKIN Öğr. Gör. Dr. Tufan ÖZEN Prof. Dr. Nurper ÖZBAR	Trakya Üniversitesi	ERGENLERDE KARDİOVASKÜLER SAĞLIĞIN GELİŞTİRİLMESİNDE BEDEN EĞİTİMİ DERSLERİNE DAYALI YÜKSEK YOĞUNLUKLU İNTERVAL ANTRENMANIN ROLÜ: BİR DERLEME
Yüksek Lisans, Begüm MISIRATLI Doç. Dr. Cüneyt TAŞKIN Arş. Gör. Nazlıcan TAŞTAN Prof. Dr. Nurper ÖZBAR	Trakya Üniversitesi	ULUSLARARASI ARENADA KADIN GÜREŞÇİLERİN TEKNİK VE TAKTİK PERFORMANS DİNAMİKLERİNİN İNCELENMESİ
Yüksek Lisans, Begüm MISIRATLI Doç. Dr. Cüneyt TAŞKIN Arş. Gör. Dr. Berkant AYDEMİR Prof. Dr. Nurper ÖZBAR	Trakya Üniversitesi	BÜYÜKLER AVRUPA VE DÜNYA ŞAMPİYONALARINDA MADALYA KAZANAN KADIN SPORCULARIN DEMOGRAFİK VE BAŞARI PROFİLLERİNİN İNCELENMESİ
Yüksek Lisans, Miray Nur ERGÜÇ Doç. Dr. Cüneyt TAŞKIN Arş. Gör. Nazlıcan TAŞTAN Arş. Gör. Dr. Berkant AYDEMİR	Trakya Üniversitesi	YÜZÜCÜLERDE MÜSABAKA PERFORMANSININ BELİRLEYİCİLERİ: ANTROPOMETRİK, FİZYOLOJİK VE ANTRENMANA BAĞLI FAKTÖRLER ÜZERİNE BİR DERLEME
Yüksek Lisans, Miray Nur ERGÜÇ Doç. Dr. Cüneyt TAŞKIN Arş. Gör. Dr. Berkant AYDEMİR Arş. Gör. Nazlıcan TAŞTAN	Trakya Üniversitesi	ÇOCUKLUK DÖNEMİNDE YÜZME EĞİTİMİNİN FİZİKSEL, BİLİŞSEL VE PSİKOSOSYAL GELİŞİME KATKILARI: DERLEME
Dilem BAĞÇUVAN Prof. Dr. Şengül DEMİRAL Arş. Gör. Dr. Meltem NAZIROĞLU	Trakya Üniversitesi	ELİT SPORCULARDA KİLO DÜŞME UYGULAMALARI İLE ZİHİNSEL DAYANIKLILIK ARASINDAKİ İLİŞKİ
Arş. Gör. Dr. Meltem NAZIROĞLU Prof. Dr. Şengül DEMİRAL Prof. Dr. Nurper ÖZBAR	Trakya Üniversitesi	JUDO EĞİTİMİ ALAN ÇOCUKLARDA PLİOMETRİK ANTRENMANLARIN SIÇRAMA, SÜRAT VE YÖN DEĞİŞTİRME PERFORMANSI ÜZERİNE ETKİSİ



3. INTERNATIONAL NESSEBAR SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, BULGARIA, 23-24 OCTOBER / 2026

24.10.2026

TÜRKİYE Local Time: 10:00-12:00

HEAD OF SESSION: Prof. Dr., Hasan KAYA

SESSION-2 HALL-7

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Dr. Öğretim Üyesi Lütfiye YAŞAR BİLİCİ	Anadolu Üniversitesi	YAPAY ZEKÂ İLE ÜRETİLEN KADIN KARAKTERLERDE KENT KİMLİĞİ VE KADIN TEMSİLİ: “ŞEHİRLERİMİZ KADIN OLSAYDI” SERİSİNİN FEMİNİST HALKLA İLİŞKİLER AÇISINDAN ANALİZİ
Prof. Dr., Hasan KAYA	Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi	MANZUM BİR İSİM FALNÂMESİ
Prof. Dr., Hasan KAYA	Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi	MEYVE VE BİTKİ ADLARI ÜZERİNE YAZILMIŞ MANZUM BİR FALNÂME
Doç.Dr., Serap SARIBAŞ	Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi	BULGAR SUROVA GELENEĞİNDE RİTÜEL BEDENSELLEŞME VE TOPLUMSAL DÜZENİN YENİDEN KURULUŞU
Doç.Dr., Serap SARIBAŞ	Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi	SUYUN ALTINDAKİ KENT: ANTİK NESEBAR’DA SUALTI KÜLTÜREL MİRASI VE TARİHSEL KİMLİĞİN TEMSİLİ
İzzettin SAIN Doç. Dr. Mesut KINACI	Süleyman Demirel Üniversitesi	V. PHİLİPPPOS’UN KÜÇÜK ASYA POLİTİKASI



3. INTERNATIONAL NESSEBAR SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, BULGARIA, 23-24 OCTOBER / 2026

24.10.2026

TÜRKİYE Local Time: 10:00-12:00

HEAD OF SESSION: Dr. Öğr. Üyesi, Hasan Furkan KAPLAN

SESSION-2 HALL-8

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Öğr. Gör. Dr. Canan ÇETİN	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi	MÜZAKERE EDİLEBİLİRLİK EŞİĞİ: ESKİŞEHİR BÜYÜKŞEHİR MECLİSİNDE GÖÇMENİN SIFIR GÖRÜNÜRLÜĞÜ (2012-2026)
Arş. Gör. Dr. Müge PEŞTERE AKÇAY	Pamukkale Üniversitesi	TÜRKİYE'DE DIŞ TİCARETİ: YAPISAL DÖNÜŞÜM, ÜRÜN KOMPOZİSYONU VE TİCARET ORTAKLARININ DEĞİŞEN COĞRAFYASI
Öğr. Gör. Celaleddin ERTEN Öğr. Gör. Dr. Uğur GÖK Öğr. Gör. Dr. Mustafa GÜLSÜN	Muş Alparslan Üniversitesi	OSMANLI DEVLETİ'NDE SALGIN HASTALIKLARIN VERGİ SİSTEMİNE ETKİSİ: XVI-XVIII. YÜZYILLARDAN ÖRNEKLER
Öğr. Gör. Dr. Uğur GÖK	Muş Alparslan Üniversitesi	XVIII. YÜZYILDA İŞ UMUDUYLA İSTANBUL'A GELEN TAŞRALILAR VE ESNAF TEŞKİLATI ENGELİ
Dr. Öğr. Üyesi, Hasan Furkan KAPLAN	Muş Alparslan Üniversitesi	THE RELATIONSHIP BETWEEN HEALTH INFLATION AND GENERAL INFLATION IN TÜRKİYE: A FOURIER TODA-YAMAMOTO CAUSALITY ANALYSIS



3. INTERNATIONAL NESSEBAR SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, BULGARIA, 23-24 OCTOBER / 2026

24.10.2026

TÜRKİYE Local Time: 10:00-12:00

HEAD OF SESSION: Doçent Doktor, Fatma KAYIKCI HEKİM

SESSION-2 HALL-9

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Doçent Doktor, Fatma KAYIKCI HEKİM	Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi	GEBELİK VE DOĞUM SONRASI DÖNEMDE BEBEKLERİN BAĞIRSAK MİKROBİYOTASI ÜZERİNE MATERNAL BESLENMENİN ETKİSİ
Öğr. Gör. Yakup Enes ÇAM Dr. Öğr. Üyesi Seda OĞUR Dyt. Beyza GÜLECEN Dyt. İlayda Karatut	Bitlis Eren Üniversitesi	VÜCUT GELİŞTİRME SPORCULARI İÇİN YAPAY ZEKA UYGULAMALARIYLA PLANLANAN DİYETLERİN ETKİNLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ
Dr. Öğr. Üyesi Meryem Elif ÖZTÜRK	Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi	ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNDE BESİN NEOFOBİSİ İLE ANTROPOMETRİK ÖLÇÜMLER VE BESLENME ALIŞKANLIKLARI İLİŞKİSİ
Meltem Aşık Muhammed Yüceer	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi	SPORCU BESLENMESİNDE PROTEİN ESASLI İÇECEKLER: FORMÜLASYON, ÜRÜN KALİTESİ VE GIDA GÜVENLİĞİ AÇISINDAN TÜRKİYE VE DÜNYADAN ÖRNEKLER



3. INTERNATIONAL NESSEBAR SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, BULGARIA, 23-24 OCTOBER / 2026

24.10.2026

TÜRKİYE Local Time: 10:00-12:00

HEAD OF SESSION: Doç. Dr., Nurhan AKARAS

SESSION-2 HALL-10

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Zeliha Kübra ÇAKAN, MD Haluk Çevik, MD	Istanbul University, ² Bayrampaşa Devlet Hastanesi	ERKEN EVRE LARENKS KANSERİNDE TEDAVİ ÖNCESİ SİĞARA BIRAKMANIN SAĞKALIM SONUÇLARI: RETROSPEKTİF KOHORT ÇALIŞMASI
Rasim Moğulkoc Abdulkerim Kasım Baltacı	Selcuk Üniversitesi	İSKEMİK BEYİN HASARINDA NÖRONAL HASAR VE BİYOBELİRTEÇ AĞLARI: MİKRO RNA'LAR VE İNFLAMATUVAR SİTOKİNLERİN PATOFİZYOLOJİK VE TANISAL ROLÜ
Arş. Gör. Nedim AKSOY Doktora Öğrencisi Nurten Ezgi DEMİROĞLU Öğr. Üyesi Elif Merve ÇINAR Doç. Dr. Mehmet Ferit ÖZMEN	Dicle Üniversitesi	YABAN KEÇİSİ TEKESİNDE (CAPRA AEGAGRUS AEGAGRUS) DIŞ REPRODÜKTİF ORGAN ÖLÇÜMLERİ
Dr. Öğr. Üyesi Murat İNCİ Dr. Öğr. Üyesi Mehmet SELÇUK	Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi	ÇOCUKLARDA NAZAL SEPTUM DEVIASYONU VE Kafa TABANI GENİŞLİĞİNİN YAŞ VE CİNSİYETE GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİ: BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ ÇALIŞMASI
Doç. Dr., Nurhan AKARAS	Aksaray Üniversitesi	DENEYSEL OKSALİPLATİNE BAĞLI PERİFERİK SİNİR HASARININ MORFOLOJİK VE İMMÜNOHİSTOKİMYASAL AÇIDAN DEĞERLENDİRİLMESİ
Doç. Dr., Nurhan AKARAS	Aksaray Üniversitesi	VANKOMİSİN KAYNAKLI BÖBREK HASARI MODELLERİNDE İNCELENEN HİSTOLOJİK VE İMMÜNOHİSTOKİMYASAL PARAMETRELER: DENEYSEL ÇALIŞMALARIN DERLENMESİ



3. INTERNATIONAL NESSEBAR SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, BULGARIA, 23-24 OCTOBER / 2026

24.10.2026

TÜRKİYE Local Time: 10:00-12:00

HEAD OF SESSION: Doç. Dr, Emel TUĞRUL

SESSION-2 HALL-11

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Doç. Dr., Nazım Tolgahan YILDIZ	Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi	TEMPOROMANDİBULAR RAHATSIZLIKLARDA KULLANILAN HASTA TARAFINDAN BİLDİRİLEN SONUÇ ÖLÇÜTLERİ VE PSİKOMETRİK ÖZELLİKLERİ: LİTERATÜR İNCELEMESİ
Doç. Dr., Nazım Tolgahan YILDIZ	Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi	AKUT MÜDAHALEDEN TOPLUMSAL ENTEGRASYONA: AFET DÖNGÜSÜNDE FİZİYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON
Doç. Dr, Emel TUĞRUL	Aydın Adnan Menderes Üniversitesi	SUBKÜTAN ENJEKSİYON UYGULAMALARINDA GÜNCEL KANITA DAYALI YAKLAŞIMLAR: GELENEKSEL UYGULAMALARDAN GÜNCEL ÖNERİLERE
Doç. Dr, Emel TUĞRUL	Aydın Adnan Menderes Üniversitesi	SAGLIK ÇALIŞANLARINDA İŞ YÜKÜ VE TÜKENMİŞLİK ARASINDAKİ İLİŞKİ: GÜNCEL KANITLAR VE ÖRGÜTSEL ÇÖZÜM ÖNERİLERİ
Ebe İrem Sü Kırpık O. Prof. Dr. Özgür ALPARSLAN Arş. Gör. Dr. Emine KILIÇ DOĞAN	Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi,	EMZİRME SORUNLARI VE VAROLUŞSAL EMZİRME GÜÇLÜĞÜ: EBELİK YAKLAŞIMI
Ebe İrem Sü Kırpık O. Prof. Dr. Özgür ALPARSLAN Arş. Gör. Dr. Emine KILIÇ DOĞAN	Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi	PREMATÜRE BEBEKLERDE NÖROGELİŞİMSEL BAKIM UYGULAMALARI VE EBELİK YAKLAŞIMI



3. INTERNATIONAL NESSEBAR SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, BULGARIA, 23-24 OCTOBER / 2026

24.10.2026

TÜRKİYE Local Time: 10:00-12:00

HEAD OF SESSION: Doç.Dr, Aysun AKPINAR

SESSION-2 HALL-12

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Arş. Gör. Mert Can KITOĞLU	Gaziantep Üniversitesi	DENTAL YAŞ TAHMİNİNDE GELENEKSEL YÖNTEMLER VE YAPAY ZEKÂ: DERLEME
Prof. Dr. Kıvanç KAMBUROĞLU	Ankara University	CLINICAL AND RADIOLOGICAL ASSESSMENT IN DENTISTRY
Dr. Öğr. Üyesi, Melda Pelin AKKİTAP	Biruni Üniversitesi	TÜRK POPÜLASYONUNDA NAZAL SEPTUM DEVIASYONUNUN ÖSTAKİ TÜPÜ MORFOLOJİSİ VE MASTOİD PNÖMATİZASYON İLE İLİŞKİSİNİN KONİK IŞINLI BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ GÖRÜNTÜLERİNDE RETROSPEKTİF OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ
Doç.Dr, Aysun AKPINAR	Bursa Uludağ Üniversitesi	PERİODONTOLOJİ DE LOKAL ANTİMİKROBİYAL YAKLAŞIMLAR
Asst. Prof. Fikret Özgür Coşkun	Kafkas Üniversitesi	İMLANT ÜSTÜ PROTEZLERDE BAŞARISIZLIK SABİT VE HAREKETLİ PROTEZLERDE KOMPLİKASYONLAR VE KLİNİK YÖNETİM



3. INTERNATIONAL NESSEBAR SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, BULGARIA, 23-24 OCTOBER / 2026

24.10.2026

TÜRKİYE Local Time: 10:00-12:00

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Cengiz YÜCEDAĞ

SESSION-2 HALL-13

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Dr. Mustafa ÇİDEM	Bağımsız Araştırmacı	İNARASI KUTSAL ALANI'NDAKİ HEYKELTRAŞLIK ESERLERİNİN BİÇİMSEL VE STİLİSTİK DEĞERLENDİRİLMESİ
Y. Mimar Zöhre KILIÇ BUDUMLU Dr. Öğr. Üy. Zeynep TARÇIN TURGAY	Gebze Teknik Üniversitesi	GÖRME ENGELLİ BİREYLERİN METRO İSTASYONLARINDA MEKÂNSAL ALGI VE YÖN BULMA DENEYİMLERİ: TAKSİM METRO İSTASYONU ÖRNEĞİ
Prof. Dr. Cengiz YÜCEDAĞ	Burdur Mehmet Akif Ersoy University	AN ASSESSMENT ON THE USE OF THE 3-30-300 RULE IN URBAN GREEN SPACE PLANNING
Mimar Hakan KAYA Prof. Dr. Cengiz YÜCEDAĞ	Burdur Mehmet Akif Ersoy University	KENTSEL DÖNÜŞÜMÜN YEŞİL ALANLAR ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ
Assistant Professor, Dicle KIZILDERE	Gebze Technical University	CULTURE, ARCHITECTURE, AND SYMBOLIC POWER: THE TRANSFORMATION OF GALATAPORT ISTANBUL
Yüksek Lisans, Ebrar TEKİN Prof. Dr. Kemal YAMAN	Karabük Üniversitesi,	KİRAÇILIK VE EV SAHİPLİĞİNİN KENTSEL YAŞAM, KONUT GÜVENCESİ VE MEKÂNSAL AİDİYET AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ: ANKARA ÖRNEĞİ



3. INTERNATIONAL NESSEBAR SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, BULGARIA, 23-24 OCTOBER / 2026

24.10.2026

TÜRKİYE Local Time: 10:00-12:00

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr., Seda ÇELLEK

SESSION-2 HALL-14

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Prof. Dr. Osman ASİ Abdullah ŞAHİN Okan YILMAZ Öğr. Görv. Dr. Dilek ASİ	Uşak Üniversitesi, Uzun Hidrolik Sanayi ve Ticaret A.Ş., Arslanbey OSB, Kocaeli, Uzer Makina ve Kalıp Sanayii A.Ş., Arslanbey OSB, Kocaeli	LASTİK PİŞİRME PRESİNDE KULLANILAN HİDROLİK BLOKLARIN EKLEMELİ İMALAT YÖNTEMİYLE İMALATINDA POROZİTE MİKTARININ İNCELENMESİ
Prof. Dr., Ersin GÜNGÖR Res. Assist. Dr., Yağmur YEŞİLBAŞ	Bartın University	EVALUATING SOCIO-ECONOMIC FACTORS AND THEIR RELATIONSHIP WITH MIGRATION IN FOREST VILLAGES USING AHP-TOPSIS METHODS
Res. Assist. Dr., Yağmur YEŞİLBAŞ Prof. Dr., Ersin GÜNGÖR	Bartın University	DEVELOPING RENEWABLE ENERGY STRATEGIES WITHIN ORKÖY SUPPORT PROGRAMS: AN AHP ANALYSIS OF SOLAR ENERGY SUPPORTS
Dr. Öğr. Üyesi, Ayhan UYAROĞLU Dr. Öğr. Üyesi, Mahmut ÜNALDI	Selçuk Üniversitesi,	REJENERATİF FRENLEMEDE ENERJİ GERİ KAZANIMI İLE BATARYANIN ŞARJ KABULÜ ARASINDAKİ DENGİNİN YAŞLANMA ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: ELEŞTİREL BİR LİTERATÜR DERLEMESİ
Assoc. Prof. Dr., Seda ÇELLEK	Kırşehir Ahi Evran University	EFFECTS OF CLIMATE CHANGE-INDUCED SNOWMELT AND FREEZE-THAW PROCESSES ON LANDSLIDE OCCURRENCE: A LITERATURE REVIEW
Assoc. Prof. Dr., Seda ÇELLEK	Kırşehir Ahi Evran University	EFFECTS OF CLIMATE CHANGE-INDUCED TEMPERATURE INCREASES ON LANDSLIDE OCCURRENCE AND SLOPE STABILITY: A LITERATURE REVIEW



3. INTERNATIONAL NESSEBAR SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, BULGARIA, 23-24 OCTOBER / 2026

24.10.2026

TÜRKİYE Local Time: 10:00-12:00

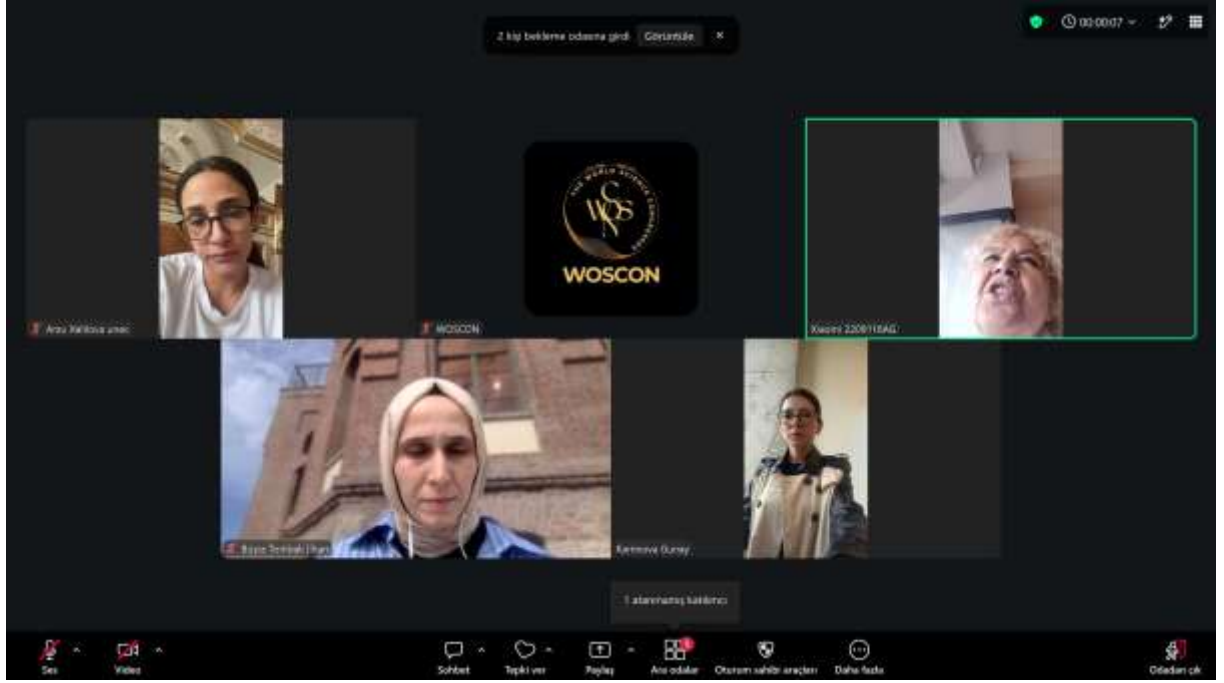
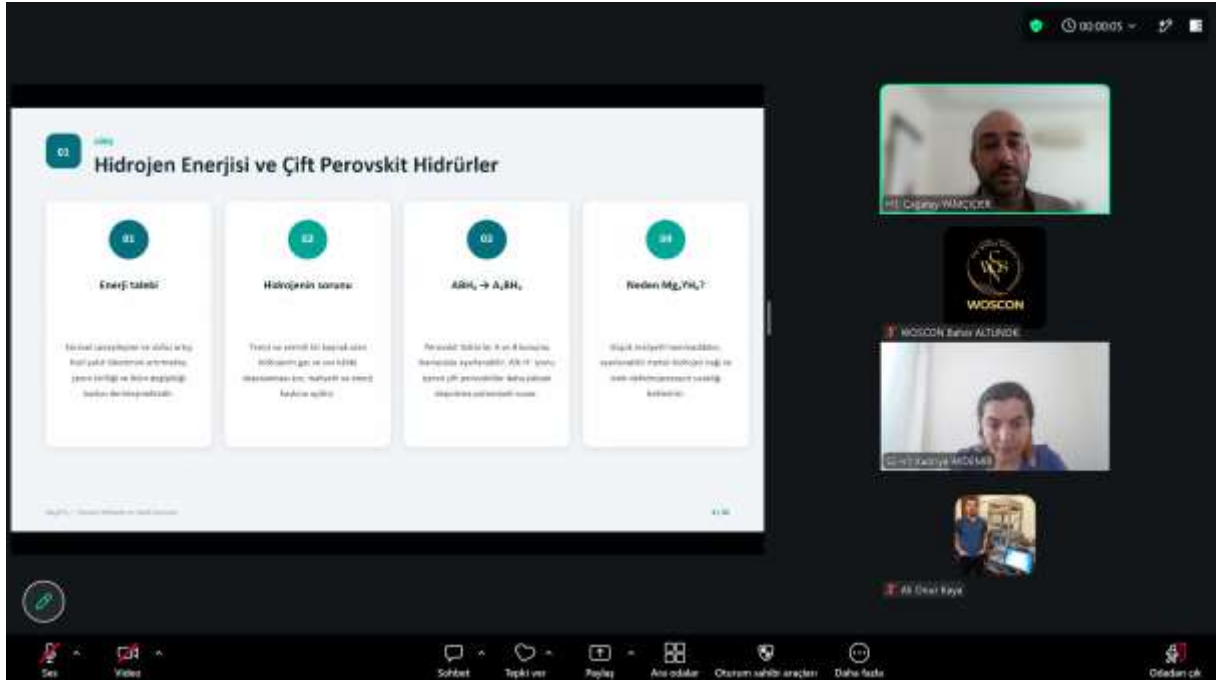
HEAD OF SESSION: Prof. Dr. İbrahim İsmet ÖZTÜRK

SESSION-2 HALL-15

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Yüksek Lisans Öğrencisi Ousmane MARIKO Prof. Dr. Yelda EMEK	Aydın Adnan Menderes Üniversitesi,	DENİZ YOSUNU EKSTRAKTLARININ IN VITRO BİTKİ GELİŞİMİ VE DOKU KÜLTÜRÜNDEKİ ROLÜ
Yüstra SINIKCIOĞLU Prof. Dr. Yelda EMEK	Aydın Adnan Menderes Üniversitesi,	YENİ NESİL BİTKİ BÜYÜME DÜZENLEYİCİLERİ VE TARIMSAL KULLANIM POTANSİYELLERİ
Gül KAVAKLI Prof. Dr. Bengü TÜRKYILMAZ ÜNAL	Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi	ALLELOKİMYASALLARIN ETKİLERİ, ZARARLI KONTROLÜNDE KULLANIM POTANSİYELLERİ VE BİYOPESTİSİT YAKLAŞIMLARI
İremse BUDAKLI Prof. Dr. Bengü TÜRKYILMAZ ÜNAL	Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi	MİKROPLASTİKLER İLE AĞIR METALLERİN ETKİLEŞİMLERİ VE BİTKİLER ÜZERİNDEKİ ZARARLI ETKİLERİ
Dr. Öğr. Üyesi, Oğuzhan KUZUCU Öğr., Yaprak GEZGEN	Van Yüzuncu Yıl University	FIRAT NEHRİ HAVZASINDAKİ BALIK ÇİFTLİKLERİNDEN ELDE EDİLEN AEROMONAS TÜRLERİNDE YAYGINLIK, FİLOGENETİK ÇEŞİTLİLİK VE TETRASİKLİN DİRENÇ GENLERİ
Dr. Öğr. Üyesi, Oğuzhan KUZUCU Öğr., Yaprak GEZGEN	Van Yüzuncu Yıl University	MUĞLA İLİ KÖYCEĞİZ İLÇESİ ALABALIK (ONCORHYNCHUS MYKISS) KULUÇKAHANELERİNDE TOPLU ÖLÜMLERLE İLİŞKİLİ BAKTERİYEL ETKENLERİN VE ANTİMİKROBİYAL DUYARLILIK PROFİLLERİNİN BELİRLENMESİ
Prof. Dr. İbrahim İsmet ÖZTÜRK Assoc. Prof. Dr. Okan UÇAR	Tekirdağ Namık Kemal University	HIRSHFELD SURFACE ANALYSIS AND CRYSTAL PACKING OF ANTIMONY(III) AND BISMUTH(III) HALIDE COMPLEXES WITH HETEROCYCLIC THIOAMIDES



3. INTERNATIONAL NESSEBAR SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, BULGARIA, 23-24 OCTOBER / 2026





3. INTERNATIONAL NESSEBAR SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, BULGARIA, 23-24 OCTOBER / 2026

7. YILLIK MALİ TASARRUF
Eklenmiş toplam tasarruf: 4,239,817 TL (KDV dahil)

Kategori	Tasarruf (TL)
1450	1.180.000 TL
1475	1.380.000 TL
1490	2.391.817 TL

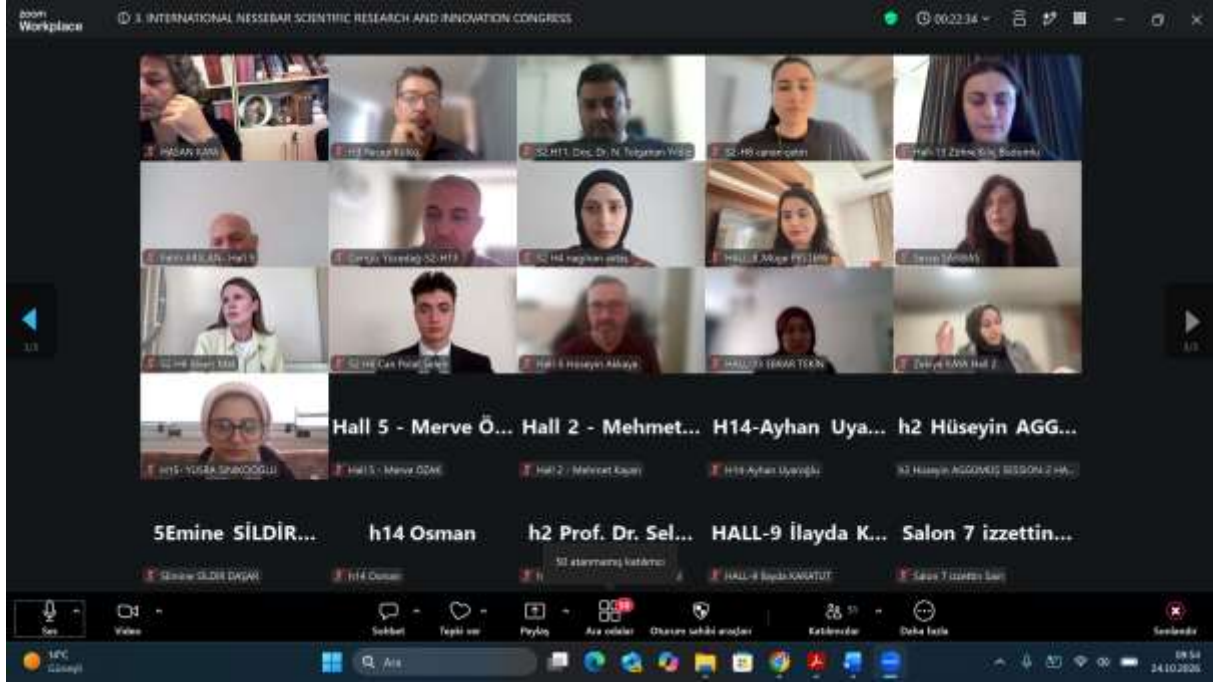
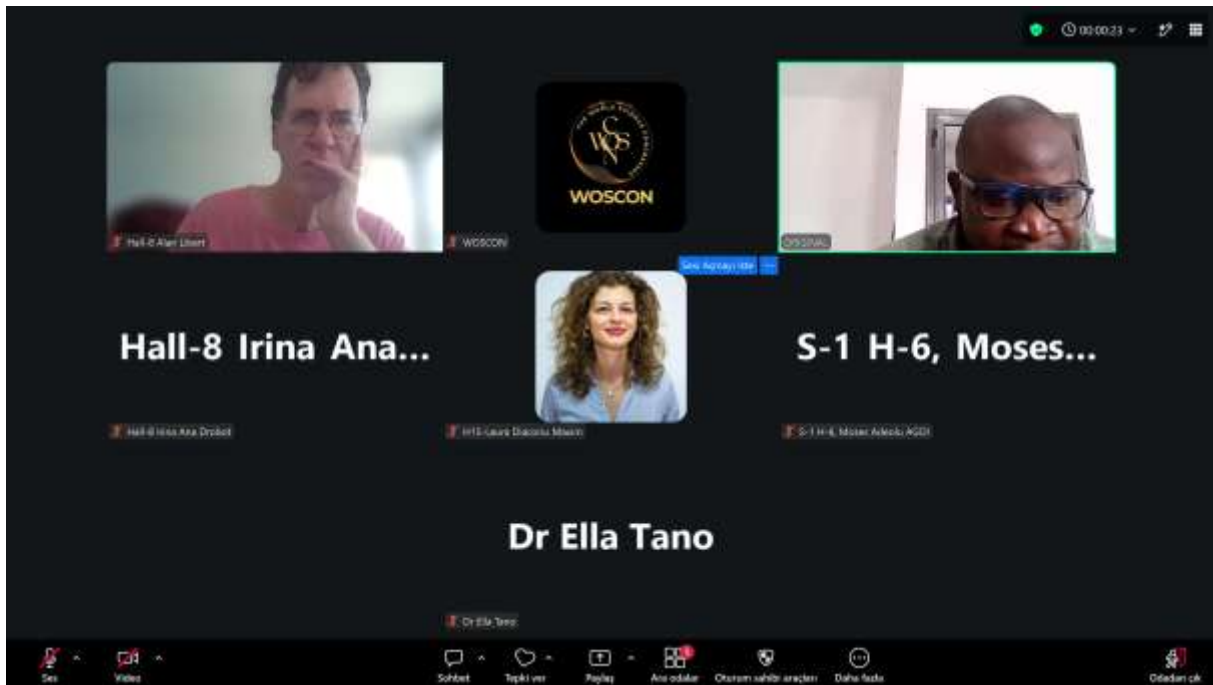
h2 Hüseyin AGG... h2 Prof. Dr. Selm...
h2 Hüseyin AGG... h2 Prof. Dr. Selm...
Hall 2-Cihan Kuru Hall 2 - Mehmet...
S2 H2-Ömer Far...

iPhone (3)





3. INTERNATIONAL NESSEBAR SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, BULGARIA, 23-24 OCTOBER / 2026





3. INTERNATIONAL NESSEBAR SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, BULGARIA, 23-24 OCTOBER / 2026

%30 ve %40 serilerinde depolama görünümü

1. gün
Sedimentasyonu

7. gün
Sedimentasyonu

14. gün
Sedimentasyonu

ESG performansı nakit tutmayla nasıl ilişkili olabilir?

ESG performansı; çevresel (E), sosyal (S) ve kurumsal yönetim (G) alanlarındaki uygulamaların toplam performansını yansıtır.

Gelecekteki ESG harcamaları

Yeni teknolojiler, sürdürülebilirlik ve paydaş uygulamaları için maliyet finansmanı, daha güçlü nakit raporları gerektirir.

Güven ve finansmana erişim

Güçlü paydaş ilişkileri ve açık finansman bedelleri, şirketin nakit tutma kapasitesini artırabilir.

Bu mekanizma, ESG-nakit tutma ilişkisinin yönünün değiştirilmesini gerektirmektedir.



3. INTERNATIONAL NESSEBAR SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, BULGARIA, 23-24 OCTOBER / 2026

Sonuçlar II

- Sınıf ortamı, öğretmen-öğrenci iletişimi, disiplin anlayışı,
- Ders kitapları ve diğer öğretim materyallerine ilişkin görüşleri net değil; genel ifadeler.
- Özellikle kimlik belirleyen derslerin ders kitapları ve öğrenme ortamı: nitelikli bireysel ve toplumsal kimlik gelişimi için...
- Bilginin derse göre niteliği ve ders kitapları...

Samet Akarslan

Samet Akarslan

YÖNTEM

• Bu çalışma, acelik, derya ve kumruşuğun yetiştirilme kabiliyetleri ve sağlık göstergeleri üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla literatür derlemesi olarak yürütülmüştür. Literatür taranmasında PubMed, Scopus, Web of Science ve SPORTDiscus veri tabanlarından yararlanılmıştır. Derlemenin temelini Schroeder ve arkadaşlarının (2019), Liang ve arkadaşlarının (2021), Müşerref ve arkadaşlarının (2024), Terzioğlu ve arkadaşlarının (2024) ve De ve arkadaşlarının (2026) çalışmaları oluşturmaktadır.

• İncelenen kaynaklar arasında randomize kontrollü çalışma, sistematik derleme, meta-analiz ve jüriye derleme bulunmaktadır. Çalışmalar, kardiyorespiratuar uygunluk, kan basıncı, kalp hızı, lipid profili, vitamin konsantrasyonu ve glukoz metabolizması üzerindeki etiller bakımından değerlendirilmiştir. Egzersiz ile ilgili arasındaki ilişkiye yönelik mevcut kanıtlar da incelenmiştir.

S2 H6 Yaren Mat

S2 H6 Yaren Mat



3. INTERNATIONAL NESSEBAR SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, BULGARIA, 23-24 OCTOBER / 2026

The screenshot displays a Zoom meeting interface. The main window shows a presentation slide with the following content:

Topluluk içi ritüel yaşamın, geniş kamusal meşruyetten ayrışmaktadır.

VERGİ TANINMA + KAMUSAL MEŞRUFİYET

Toplumsal ilişkilerin Ritüel Olarak Yeniden İcrası

Hane ziyaretleri, sembolik roller ve diğer paylaşımlar mevcut ilişkilerden ısrarla eder.

The slide also features an image of a person in a traditional costume. The Zoom interface includes a gallery view of participants on the right, a chat window at the bottom, and a toolbar with various controls.

The presentation slide also includes the following text:

Kavramsal Katkı: Müzakere Edilebilirlik Eşiği

MÜZAKEREYE DAHİL (Hak Edilen Kırılganlık)
Engelliler, Yaşlılar, Çocuklar, Şehit Aileleri,

THE THRESHOLD / EŞİK

EŞİĞİN ALTINDA (Siyaset Öncesi / Bakım Nesnesi)
İşçiler, Köylüler,

Kentsel yurttaşlık, hizmet almakla değil, bu eşiği aşarak meclis tutumlarına ad ve talep görmekle başlar.

Sonuç



3. INTERNATIONAL NESSEBAR SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, BULGARIA, 23-24 OCTOBER / 2026

The screenshot displays a Zoom meeting interface with two presentations. The top presentation, titled "3. Uluslararası Nessebar Bilimsel Araştırmalar ve İnnovasyon Kongresi", shows a slide with the heading "YÖNTEM" and two numbered points. The bottom presentation, titled "GÖRSEL ÖZET 1 | İskemik hasar kasıadı", shows a flowchart with five steps: "İskemik hasar kasıadı", "İskemik hasar kasıadı", "İskemik hasar kasıadı", "İskemik hasar kasıadı", and "İskemik hasar kasıadı". The Zoom interface includes a chat bar at the bottom and a list of participants on the right, including Meryem Elif Özt..., HALL-9 İlayda K..., Nedim Aksoy, and Rasim.



XLI



XLII



The top screenshot shows a Zoom meeting interface. The main window displays a presentation slide titled "Melatonin (fitomelatonin)". The slide contains three columns of text:

- Öne çıkan işlev**
 - Glikokortikoidlerin etkisini azaltarak stresin etkilerini azaltır (Wong, 2012)
 - İnterleukin-1 (IL-1) ile etkileşim kurarak inflamasyonu azaltır (Wong, 2012)
 - Melatonin, stresin etkilerini azaltarak, stresin etkilerini azaltır (Wong, 2012)
- İlgili etkiler**
 - Kolesterol, trigliserid ve glukoz düzeylerini düşürür (Wong, 2012)
 - Kolesterol, trigliserid ve glukoz düzeylerini düşürür (Wong, 2012)
 - Kolesterol, trigliserid ve glukoz düzeylerini düşürür (Wong, 2012)
- İlgili etkiler**
 - Kolesterol, trigliserid ve glukoz düzeylerini düşürür (Wong, 2012)
 - Kolesterol, trigliserid ve glukoz düzeylerini düşürür (Wong, 2012)
 - Kolesterol, trigliserid ve glukoz düzeylerini düşürür (Wong, 2012)

The bottom screenshot shows a Zoom meeting interface. The main window displays a presentation slide titled "Salgınlar yalnızca sağlık ve nüfusu etkilemez; devletin ictisadi ve mali hayatında da sonuç doğurur." The slide contains three columns of text:

- Salgınlar**
 - Salgınlar, yalnızca sağlık ve nüfusu etkilemez; devletin ictisadi ve mali hayatında da sonuç doğurur.
 - Salgınlar, yalnızca sağlık ve nüfusu etkilemez; devletin ictisadi ve mali hayatında da sonuç doğurur.
 - Salgınlar, yalnızca sağlık ve nüfusu etkilemez; devletin ictisadi ve mali hayatında da sonuç doğurur.
- Salgınlar**
 - Salgınlar, yalnızca sağlık ve nüfusu etkilemez; devletin ictisadi ve mali hayatında da sonuç doğurur.
 - Salgınlar, yalnızca sağlık ve nüfusu etkilemez; devletin ictisadi ve mali hayatında da sonuç doğurur.
 - Salgınlar, yalnızca sağlık ve nüfusu etkilemez; devletin ictisadi ve mali hayatında da sonuç doğurur.
- Salgınlar**
 - Salgınlar, yalnızca sağlık ve nüfusu etkilemez; devletin ictisadi ve mali hayatında da sonuç doğurur.
 - Salgınlar, yalnızca sağlık ve nüfusu etkilemez; devletin ictisadi ve mali hayatında da sonuç doğurur.
 - Salgınlar, yalnızca sağlık ve nüfusu etkilemez; devletin ictisadi ve mali hayatında da sonuç doğurur.

Both screenshots show a grid of participants and a toolbar at the bottom.



3. INTERNATIONAL NESSEBAR SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, BULGARIA, 23-24 OCTOBER / 2026

DR1-DR4 at a glance

DR1	DR2	DR3	DR4
DR1: 100% DR1	DR2: 100% DR2	DR3: 100% DR3	DR4: 100% DR4

İrem Bayraktar

İÇİNDEKİLER/CONTENTS

EK ETKİLEŞİM KOŞULLARINA SAHİP ÇİFT STURM-LIOUVILLE SİSTEMLERİ.....	19
DOUBLE STURM-LIOUVILLE SYSTEMS WITH ADDITIONAL INTERACTION CONDITIONS.....	20
SINIR VE ARAYÜZ KOŞULU İÇEREN STURM-LIOUVILLE PROBLEMLERİ İÇİN TEMEL ÇÖZÜMLER VE REEL ÖZDEĞERLER.....	26
FUNDAMENTAL SOLUTIONS AND REAL EIGENVALUES OF STURM-LIOUVILLE PROBLEMS INVOLVING BOUNDARY AND INTERFACE CONDITIONS	27
KGECL ₃ HALOJENÜR PEROVSKİTİNİN ELEKTRONİK, MEKANİK VE OPTİK DAVRANIŞININ YOĞUNLUK FONKSİYONELİ TEORİSİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ	34
EVALUATION OF THE ELECTRONIC, MECHANICAL, AND OPTICAL BEHAVIOR OF KGECL ₃ HALIDE PEROVSKITE USING DENSITY FUNCTIONAL THEORY	35
KÜBİK MG ₂ YH ₆ KOMPLEKS HİDRÜRÜNÜN YAPISAL, MEKANİK VE OPTİK DAVRANIŞININ DFT İLE MODELLENMESİ	52
MODELING THE STRUCTURAL, MECHANICAL, AND OPTICAL BEHAVIOR OF THE CUBIC MG ₂ YH ₆ COMPLEX HYDRIDE USING DFT	53
ABL1 KİNAZ İNHİBİTÖRLERİNİN İSKELET YAPISI (SCAFFOLD) DİKKATE ALINARAK MAKİNE ÖĞRENMESİ TEMELLİ QSAR MODELLENMESİ.....	70
SCAFFOLD-AWARE MACHINE LEARNING-BASED QSAR MODELING OF ABL1 KINASE INHIBITORS.....	71
BELİRSİZ AERODİNAMİK KOŞULLAR ALTINDA SAĞLAM İHA YÖRÜNGE TAHMİNİ İÇİN HİBRİT FİZİKSEL BİLGİLİ MAKİNE ÖĞRENİMİ	92
HYBRID PHYSICS-INFORMED MACHINE LEARNING FOR ROBUST UAV TRAJECTORY PREDICTION UNDER UNCERTAIN AERODYNAMIC CONDITIONS.....	93
ZORLU OPERASYONEL KOŞULLARDA UYARLANABİLİR HEDEF TESPİTİ İÇİN YAYILIMLA GELİŞTİRİLMİŞ YAPAY ZEKÂ	113
DIFFUSION-ENHANCED ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR ADAPTIVE TARGET DETECTION IN CHALLENGING OPERATIONAL CONDITIONS.....	114
ASSESSING CRACK DETECTION SENSITIVITY IN DOUBLE-TAPERED BEAMS VIA MODAL BENDING MOMENTS	136
MODAL STRAIN-ENERGY INTERPRETATION OF CRACK SENSITIVITY IN AXIALLY LOADED TAPERED BEAMS.....	148
POMPA SİSTEMLERİNDE ENERJİ VERİMLİLİĞİ ÜZERİNE BİR İNCELEME.....	163

REVIEW OF PUMP SYSTEM ENERGY EFFICIENCY	164
BİR SÜT TOZU TESİSİNDE YÜKSEK VERİMLİ MOTOR DÖNÜŞÜMÜNÜN ENERJİ, EKONOMİ VE ÇEVRE ODAKLI ANALİZİ.....	171
ENERGY, ECONOMIC, AND ENVIRONMENTAL ANALYSIS OF HIGH-EFFICIENCY	172
GRAFEN NANOYAPILANDIRILMASIYLA AMONYAK ALGILAMA PERFORMANSININ İYİLEŞTİRİLMESİ.....	182
NANOSTRUCTURED GRAPHENE FOR ENHANCED AMMONIA SENSING.....	183
ON YILLIK GÜNEŞ ENERJİSİ SANTRALİNDE VERİMLİLİK ANALİZİ	184
E EFFICIENCY ANALYSIS OF A SOLAR POWER PLANT ON AN ANNUAL BASIS	185
GÜNEŞ ENERJİ SANTRALLERİNDE VERİMLİLİĞİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER.....	194
PARAMETERS AFFECTING EFFICIENCY IN SOLAR POWER PLANTS.....	195
ORTAK KULLANILAN BİR MERANIN VEJETASYON YAPISI, OTLATMA KAPASİTESİ VE SÜRDÜRÜLEBİLİR YÖNETİM STRATEJİLERİ: KARABÜK GÖZLÜ KÖYÜ ÖRNEĞİ	206
VEGETATION STRUCTURE, GRAZING CAPACITY, AND SUSTAINABLE MANAGEMENT STRATEGIES OF A COMMUNAL RANGELAND: THE CASE OF KARABÜK GÖZLÜ VILLAGE.....	207
DEV KRAL OTU (PAKCHONG 1)'NUN NEMLİ ILIMAN İKLİM KUŞAĞINDAKİ ADAPTASYON YETENEĞİ, VERİMİ VE BESİN DEĞERİ	223
ADAPTATION ABILITY, YIELD, AND NUTRITIVE VALUE OF GIANT KING GRASS (PAKCHONG 1) IN A HUMID TEMPERATE CLIMATE ZONE	224
NEKROFAJ BÖCEKLERİN KARASAL EKOSİSTEMLERDEKİ İŞLEVSEL ROLLERİ	236
FUNCTIONAL ROLES OF NECROPHAGOUS INSECTS IN TERRESTRIAL ECOSYSTEMS.....	237
TÜRKİYE'DE YAYGIN NEKROFAJ BÖCEKLER VE ADLİ ENTOMOLOJİDEKİ KULLANIMLARI	247
COMMON NECROPHAGOUS INSECTS IN TÜRKİYE AND THEIR USES IN FORENSIC ENTOMOLOGY	248
EFFECTS OF HYDROGEN PEROXIDE CONCENTRATION AND APPLICATION REGIME ON EARLY GROWTH OF MUNG BEAN SPROUTS	258
EFFECTS OF LIGHT SPECTRUM AND PHOTOSYNTHETIC PHOTON FLUX DENSITY ON GROWTH AND DRY MASS OF MUNG BEAN SPROUTS.....	267
EVALUATION OF OLIVE PIT FLOUR AS A PARTICULATE STABILIZER IN OIL-IN-WATER EMULSIONS: PRELIMINARY FINDINGS	279

DİJİTAL DÖNÜŞÜM ARAŞTIRMALARININ TEMATİK EVRİMİ: 2020-2026 DÖNEMİNE YÖNELİK BİBLİYOMETRİK BİR ANALİZ.....	288
THE THEMATIC EVOLUTION OF DIGITAL TRANSFORMATION RESEARCH: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS FOR THE 2020-2026 PERIOD	289
ÖRGÜTLERDE DİJİTALLEŞME VE ÖRGÜTSEL DAYANIKLILIK İLİŞKİSİ: BİR META-ANALİZ ÇALIŞMASI	299
THE RELATIONSHIP BETWEEN DIGITALIZATION AND ORGANIZATIONAL RESILIENCE IN ORGANIZATIONS: A META-ANALYSIS STUDY	300
CARBON PERFORMANCE AND TRADE CREDIT FINANCING: EVIDENCE FROM BORSA İSTANBUL.....	314
KARBON PERFORMANSI VE TİCARİ KREDİ FİNANSMANI: BORSA İSTANBUL'DAN KANITLAR	315
ESG PERFORMANCE AND CORPORATE CASH HOLDINGS: THE MODERATING ROLE OF CEO DUALITY.....	330
ESG PERFORMANSI VE KURUMSAL NAKİT TUTMA: CEO İKİLİĞİNİN DÜZENLEYİCİ ROLÜ	331
TÜRKİYE'DE BOŞANMA SÜRECİNE YÖNELİK ÖNLEYİCİ, KORUYUCU VE DESTEKLEYİCİ MÜDAHALELER.....	344
PREVENTIVE, PROTECTIVE, AND SUPPORTIVE INTERVENTIONS REGARDING THE DIVORCE PROCESS IN TURKEY	345
DENİZCİLİKTE DİJİTALLEŞMEDE BİRLİKTE ÇALIŞABİLİRLİK, YÖNETİŞİM VE BENİMSENMEYE YÖNELİK DÖRT KATMANLI TANISAL BİR ÇERÇEVE	366
A FOUR-LAYER DIAGNOSTIC FRAMEWORK FOR INTEROPERABILITY, GOVERNANCE AND ADOPTION IN MARITIME DIGITALISATION	367
TÜRKÇE ÖĞRETMENİ ADAYLARININ TÜRKÇE DERSİ ÖĞRETİM PROGRAMI İLE TÜRKÇE DERS KİTABI ARASINDAKİ İLİŞKİYE YÖNELİK METAFORİK ALGILARININ İNCELENMESİ.....	385
AN EXAMINATION OF PROSPECTIVE TURKISH LANGUAGE TEACHERS' METAPHORICAL PERCEPTIONS REGARDING THE RELATIONSHIP BETWEEN THE TURKISH LANGUAGE CURRICULUM AND THE TURKISH LANGUAGE TEXTBOOK	386
REHBER ÖĞRETMENLER MESLEKLERİNİN GÖREV KAPSAMINI NASIL DEĞERLENDİRİYOR: NİTEL BİR DEĞERLENDİRME	400
HOW DO GUIDANCE TEACHERS ASSESS THE SCOPE OF THEIR ROLE: A QUALITATIVE EVALUATION	401

HAYAT BİLGİSİ DERS KİTAPLARINDA PSİKOLOJİ TEMELLİ KONULARA BAKMAK: “KENDİN OLMAYI KEŞİF YOLUNDA”	415
EXAMINING PSYCHOLOGY-BASED TOPICS IN LIFE SKILLS TEXTBOOKS: “ON THE PATH TO DISCOVERING WHO YOU ARE”	416
EĞİTİMDE DEZAVANTAJIN GÖRSEL TEMSİLİ: ÖĞRETMEN ADAYLARININ FOTOĞRAFLARI ÜZERİNE BİR İNCELEME	430
VISUAL REPRESENTATIONS OF EDUCATIONAL DISADVANTAGE: AN EXAMINATION OF PRE-SERVICE TEACHERS’ PHOTOGRAPHS	431
ADAB-I MUÂŞERETİN PEDAGOJİSİ: 2024 İDKAB ÖĞRETİM PROGRAMINDA NEZAKET, SAYGI VE SOSYAL İLİŞKİLER	432
THE PEDAGOGY OF ADAB AL-MU‘ÂSHARA (ETIQUETTE): COURTESY, RESPECT AND SOCIAL RELATIONS IN THE 2024 PRIMARY SCHOOL RCME CURRICULUM	433
İDKAB ÖĞRETİM PROGRAMINDA DİN, KÜLTÜR VE TOPLUM İLİŞKİSİ: DİN SOSYOLOJİSİ DİSİPLİNİNE AİT KAVRAMLAR ÜZERİNDEN BİR İNCELEME	442
THE RELATIONSHIP BETWEEN RELIGION, CULTURE AND SOCIETY IN THE PRIMARY SCHOOL RCME CURRICULUM: AN EXAMINATION THROUGH THE CONCEPTS OF THE SOCIOLOGY OF RELIGION	443
OKUL ÖNCESİ DÖNEMDE DİNLEME BECERİLERİNİ DESTEKLEMeye YÖNELİK BÜYÜK DİL MODELİ DESTEKLİ ETKİLEŞİMLİ HİKÂYE ANLATIMI MODELİ	452
A LARGE LANGUAGE MODEL-SUPPORTED INTERACTIVE STORYTELLING MODEL FOR SUPPORTING LISTENING SKILLS IN EARLY CHILDHOOD	453
SÜRDÜRÜLEBİLİR SPORCU GELİŞİMİNDE “ANTRENMAN İÇİN ANTRENMAN” EVRESİNİN İNCELENMESİ.....	459
AN ANALYSIS OF THE “TRAINING FOR TRAINING” PHASE IN SUSTAINABLE ATHLETE DEVELOPMENT.....	461
ENGELSİZ SPOR: BİREYSEL KATILIM, İMKANLAR VE ERİŞİLEBİLİRLİK YAKLAŞIMI.....	477
INCLUSIVE SPORT: AN APPROACH TO INDIVIDUAL PARTICIPATION, OPPORTUNITIES, AND ACCESSIBILITY.....	479
AEROBİK, DİRENÇ VE KOMBİNE EGZERSİZLERİN YETİŞKİNLERDE KARDİOVASKÜLER KAPASİTE VE SAĞLIK GÖSTERGELERİNE ETKİLERİ: LİTERATÜR DERLEMESİ.....	491
THE EFFECTS OF AEROBIC, RESISTANCE AND COMBINED EXERCISE ON CARDIOVASCULAR CAPACITY AND HEALTH INDICATORS IN ADULTS: A LITERATURE REVIEW	493

ERGENLERDE KARDİYOVASKÜLER SAĞLIĞIN GELİŞTİRİLMESİNDE BEDEN EĞİTİMİ DERSLERİNE DAYALI YÜKSEK YOĞUNLUKLU İNTERVAL ANTRENMANIN ROLÜ: BİR DERLEME.....	505
THE ROLE OF PHYSICAL EDUCATION-BASED HIGH-INTENSITY INTERVAL TRAINING IN IMPROVING CARDIOVASCULAR HEALTH IN ADOLESCENTS: A REVIEW	507
ULUSLARARASI ARENADA KADIN GÜREŞÇİLERİN TEKNİK VE TAKTİK PERFORMANS DİNAMİKLERİNİN İNCELENMESİ.....	520
WOMEN WRESTLERS ON THE INTERNATIONAL STAGE: A REVIEW ON THE TECHNICAL-TACTICAL, PHYSIOLOGICAL, AND PSYCHOLOGICAL DYNAMICS OF CHAMPIONSHIP PERFORMANCES	522
BÜYÜKLER AVRUPA VE DÜNYA ŞAMPİYONALARINDA MADALYA KAZANAN KADIN SPORCULARIN DEMOGRAFİK VE BAŞARI PROFİLLERİNİN İNCELENMESİ.....	529
AN ANALYSIS OF THE DEMOGRAPHIC AND ACHIEVEMENT PROFILES OF FEMALE ATHLETES WHO WON MEDALS AT SENIOR EUROPEAN AND WORLD CHAMPIONSHIPS	530
ÇOCUKLUK DÖNEMİNDE YÜZME EĞİTİMİNİN FİZİKSEL, BİLİŞSEL VE PSİKOSOSYAL GELİŞİME KATKILARI: DERLEME.....	540
CONTRIBUTIONS OF SWIMMING EDUCATION TO PHYSICAL, COGNITIVE, AND PSYCHOSOCIAL DEVELOPMENT IN CHILDHOOD: A REVIEW	542
YÜZÜCÜLERDE MÜSABAKA PERFORMANSININ BELİRLEYİCİLERİ: ANTROPOMETRİK, FİZYOLOJİK VE ANTRENMANA BAĞLI FAKTÖRLER ÜZERİNE BİR DERLEME	549
DETERMINANTS OF COMPETITIVE PERFORMANCE IN SWIMMERS: A REVIEW OF ANTHROPOMETRIC, PHYSIOLOGICAL, AND TRAINING-RELATED FACTORS	551
JUDO EĞİTİMİ ALAN ÇOCUKLARDA PLİOMETRİK ANTRENMANLARIN SIÇRAMA, SÜRAT VE YÖN DEĞİŞTİRME PERFORMANSI ÜZERİNE ETKİSİ	561
EFFECTS OF PLYOMETRIC TRAINING ON JUMPING, SPRINT, AND CHANGE-OF-DIRECTION PERFORMANCE IN CHILDREN RECEIVING JUDO TRAINING	562
ELİT SPORCULARDA KİLO DÜŞME UYGULAMALARI İLE ZİHİNSEL DAYANIKLILIK ARASINDAKİ İLİŞKİ.....	577
THE RELATIONSHIP BETWEEN WEIGHT-CUTTING PRACTICES AND MENTAL TOUGHNESS IN ELITE ATHLETES.....	578
CITY IDENTITY AND THE REPRESENTATION OF WOMEN IN AI-GENERATED FEMALE CHARACTERS: A FEMINIST PUBLIC RELATIONS ANALYSIS OF THE “IF OUR CITIES WERE WOMEN” SERIES	591

YAPAY ZEKÂ İLE ÜRETİLEN KADIN KARAKTERLERDE KENT KİMLİĞİ VE KADIN TEMSİLİ: “ŞEHİRLERİMİZ KADIN OLSAYDI” SERİSİNİN FEMİNİST HALKLA İLİŞKİLER AÇISINDAN ANALİZİ	592
BULGAR SUROVA GELENEĞİNDE RİTÜEL BEDENSELLEŞME VE TOPLUMSAL DÜZENİN YENİDEN KURULUŞU	604
RITUAL EMBODIMENT AND THE RECONSTITUTION OF SOCIAL ORDER IN BULGARIAN SUROVA	605
SUYUN ALTINDAKİ KENT: ANTİK NESEBAR’DA SUALTI KÜLTÜREL MİRASI VE TARİHSEL KİMLİĞİN TEMSİLİ.....	616
THE CITY BENEATH THE WATER: UNDERWATER CULTURAL HERITAGE AND THE REPRESENTATION OF HISTORICAL IDENTITY IN ANCIENT	617
V. PHİLİPPOS’UN KÜÇÜK ASYA POLİTİKASI	631
PHILIPPOS V'S POLICY IN ASIA MINOR.....	632
MÜZAKERE EDİLEBİLİRLİK EŞİĞİ: ESKİŞEHİR BÜYÜKŞEHİR MECLİSİNDE GÖÇMENİN SIFIR GÖRÜNÜRLÜĞÜ (2012-2026)	633
THE THRESHOLD OF NEGOTIABILITY: THE ZERO VISIBILITY OF THE MIGRANT IN THE ESKİSEHIR METROPOLITAN COUNCIL (2012-2026).....	634
TÜRKİYE’NİN DIŞ TİCARETİNDE YAPISAL DÖNÜŞÜM VE TİCARET ORTAKLARININ DEĞİŞEN COĞRAFYASI	635
STRUCTURAL TRANSFORMATION IN TÜRKİYE’S FOREIGN TRADE AND THE CHANGING GEOGRAPHY OF ITS TRADING PARTNERS	636
OSMANLI DEVLETİ’NDE SALGIN HASTALIKLARIN VERGİ SİSTEMİNE ETKİSİ: XVI–XVIII. YÜZYILLARDAN ÖRNEKLER	655
THE IMPACT OF EPIDEMIC DISEASES ON THE OTTOMAN TAX SYSTEM: EXAMPLES FROM THE 16TH–18TH CENTURIES.....	656
XVIII. YÜZYILDA İŞ UMUDUYLA İSTANBUL’A GELEN TAŞRALILAR VE ESNAF TEŞKİLATI ENGELİ	657
PROVINCIALS AND THE GUILD BARRIER IN EIGHTEENTH-CENTURY ISTANBUL.....	658
TÜRKİYE’DE SAĞLIK ENFLASYONU İLE GENEL ENFLASYON ARASINDAKİ İLİŞKİ: FOURIER TODA-YAMAMOTO NEDENSELLİK ANALİZİ.....	667
THE RELATIONSHIP BETWEEN HEALTH INFLATION AND GENERAL INFLATION IN TÜRKİYE: A FOURIER TODA-YAMAMOTO CAUSALITY ANALYSIS.....	668

GEBELİK VE DOĞUM SONRASI DÖNEMDE BEBEKLERİN BAĞIRSAK MİKROBİYOTASI ÜZERİNE MATERNAL BESLENMENİN ETKİSİ	677
THE EFFECT OF MATERNAL NUTRITION ON THE GUT MICROBIOTA OF INFANTS DURING PREGNANCY AND POSTPARTUM PERIOD	678
VÜCUT GELİŞTİRME SPORCULARI İÇİN YAPAY ZEKA UYGULAMALARIYLA PLANLANAN DİYETLERİN ETKİNLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	695
EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF DIETS PLANNED USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLICATIONS FOR BODYBUILDING ATHLETES	697
ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNDE BESİN NEOFOBİSİ İLE ANTROPOMETRİK ÖLÇÜMLER VE BESLENME ALIŞKANLIKLARI İLİŞKİSİ.....	699
THE RELATIONSHIP BETWEEN FOOD NEOPHOBIA, ANTHROPOMETRIC MEASUREMENTS, AND DIETARY HABITS AMONG UNIVERSITY STUDENTS.....	700
SPORCU BESLENMESİNDE PROTEİN ESASLI İÇECEKLER: FORMÜLASYON, ÜRÜN KALİTESİ VE GIDA GÜVENLİĞİ AÇISINDAN TÜRKİYE VE DÜNYADAN ÖRNEKLER.....	701
PROTEİN-BASED BEVERAGES IN SPORTS NUTRITION: EXAMPLES FROM TÜRKİYE AND THE WORLD IN TERMS OF FORMULATION, PRODUCT QUALITY AND FOOD SAFETY	702
ERKEN EVRE LARENKS KANSERİNDE TEDAVİ ÖNCESİ SİGARA BIRAKMANIN SAĞKALIM SONUÇLARI: RETROSPEKTİF KOHORT ÇALIŞMASI.....	720
PRETREATMENT SMOKING CESSATION AND SURVIVAL OUTCOMES IN EARLY-STAGE LARYNGEAL CANCER: A RETROSPECTIVE COHORT STUDY	721
İSKEMİK BEYİN HASARINDA NÖRONAL HASAR VE BİYOBELİRTEÇ AĞLARI: MİKRO RNA'LAR VE İNFLAMATUVAR SİTOKİNLERİN PATOFİZYOLOJİK VE TANISAL ROLÜ	722
YABAN KEÇİSİ TEKESİNDE (CAPRA AEGAGRUS AEGAGRUS) DIŞ REPRODÜKTİF ORGAN ÖLÇÜMLERİ.....	729
ÇOCUKLARDA NAZAL SEPTUM DEVIASYONU VE KAFA TABANI GENİŞLİĞİNİN YAŞ VE CİNSİYETE GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİ: BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ ÇALIŞMASI...	740
EVALUATION OF NASAL SEPTAL DEVIATION AND CRANIAL BASE WIDTH BY AGE AND SEX IN CHILDREN: A COMPUTED TOMOGRAPHY STUDY	741
DENEYSEL OKSALİPLATİNE BAĞLI PERİFERİK SİNİR HASARININ MORFOLOJİK VE İMMÜNOHİSTOKİMYASAL AÇIDAN DEĞERLENDİRİLMESİ	742
MORPHOLOGICAL AND IMMUNOHISTOCHEMICAL EVALUATION OF EXPERIMENTAL OXALIPLATIN-INDUCED PERIPHERAL NERVE INJURY	743

VANKOMİSİN KAYNAKLI BÖBREK HASARI MODELLERİNDE İNCELENEN HİSTOLOJİK VE İMMÜNOHİSTOKİMYASAL PARAMETRELER: DENEYSEL ÇALIŞMALARIN DERLENMESİ	756
HISTOLOGICAL AND IMMUNOHISTOCHEMICAL PARAMETERS INVESTIGATED IN MODELS OF VANCOMYCIN-INDUCED KIDNEY INJURY: A REVIEW OF EXPERIMENTAL STUDIES	757
TEMPOROMANDİBULAR RAHATSIZLIKLARDA KULLANILAN HASTA TARAFINDAN BİLDİRİLEN SONUÇ ÖLÇÜTLERİ VE PSİKOMETRİK ÖZELLİKLERİ: LİTERATÜR İNCELEMESİ	769
PATIENT-REPORTED OUTCOME MEASURES AND PSYCHOMETRIC PROPERTIES USED IN TEMPOROMANDIBULAR DISORDERS: A LITERATURE REVIEW.....	770
AKUT MÜDAHALEDEN TOPLUMSAL ENTEGRASYONA: AFET DÖNGÜSÜNDE FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON.....	785
FROM ACUTE INTERVENTION TO SOCIAL INTEGRATION: PHYSIOTHERAPY AND REHABILITATION IN THE DISASTER CYCLE	786
SAĞLIK ÇALIŞANLARINDA İŞ YÜKÜ VE TÜKENMİŞLİK ARASINDAKİ İLİŞKİ: GÜNCEL KANITLAR VE ÖRGÜTSEL ÇÖZÜM ÖNERİLERİ	800
THE RELATIONSHIP BETWEEN WORKLOAD AND BURNOUT AMONG HEALTHCARE PROFESSIONALS: CURRENT EVIDENCE AND ORGANIZATIONAL SOLUTIONS.....	801
SUBKÜTAN ENJEKSİYON UYGULAMALARINDA GÜNCEL KANITA DAYALI YAKLAŞIMLAR: GELENEKSEL UYGULAMALARDAN GÜNCEL ÖNERİLERE	808
CURRENT EVIDENCE-BASED APPROACHES TO SUBCUTANEOUS INJECTIONS: FROM TRADITIONAL PRACTICES TO CONTEMPORARY RECOMMENDATIONS	809
EMZİRME SORUNLARI VE VAROLUŞSAL EMZİRME GÜÇLÜĞÜ: EBELİK YAKLAŞIMI.....	815
BREASTFEEDING PROBLEMS AND EXISTENTIAL BREASTFEEDING DIFFICULTY: A MIDWIFERY APPROACH.....	817
PREMATÜRE BEBEKLERDE NÖROGELİŞİMSEL BAKIM UYGULAMALARI VE EBELİK YAKLAŞIMI	829
NEURODEVELOPMENTAL CARE PRACTICES IN PRETERM INFANTS AND THE MIDWIFERY APPROACH	831
DENTAL YAŞ TAHMİNİNDE GELENEKSEL YÖNTEMLER VE YAPAY ZEKÂ: DERLEME.....	850
TRADITIONAL METHODS AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN DENTAL AGE ESTIMATION: A REVIEW	851

CLINICAL AND RADIOLOGICAL ASSESSMENT IN DENTISTRY	852
DİŞ HEKİMLİĞİNDE KLİNİK VE RADYOLOJİK DEĞERLENDİRME	853
TÜRK POPÜLASYONUNDA NAZAL SEPTUM DEVIASYONUNUN ÖSTAKİ TÜPÜ MORFOLOJİSİ VE MASTOİD PNÖMATİZASYON İLE İLİŞKİSİNİN KONİK IŞINLI BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ GÖRÜNTÜLERİNDE RETROSPEKTİF OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ....	860
RETROSPECTIVE EVALUATION OF THE ASSOCIATION BETWEEN NASAL SEPTAL DEVIATION AND EUSTACHIAN TUBE MORPHOLOGY AND MASTOID PNEUMATIZATION ON CONE-BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY IMAGES IN A TURKISH POPULATION	861
PERİODONTOLOJİ DE LOKAL ANTİMİKROBİYAL YAKLAŞIMLAR	862
LOCAL ANTIMICROBIAL APPROACHES IN PERIODONTOLOGY	863
İMLANT ÜSTÜ PROTEZLERDE BAŞARISIZLIK: SABİT VE HAREKETLİ PROTEZLERDE KOMPLİKASYONLAR VE KLİNİK YÖNETİM.....	865
İNARASI KUTSAL ALANI'NDAKİ HEYKELTRAŞLIK ESERLERİNİN BİÇİMSEL VE STİLİSTİK DEĞERLENDİRİLMESİ.....	872
FORMAL AND STYLISTIC EVALUATION OF THE SCULPTURAL WORKS FROM THE INARASI SANCTUARY	873
GÖRME ENGELLİ BİREYLERİN METRO İSTASYONLARINDA MEKÂNSAL ALGI VE YÖN BULMA DENEYİMLERİ: TAKSİM METRO İSTASYONU ÖRNEĞİ.....	874
KENTSEL DÖNÜŞÜMÜN YEŞİL ALANLAR ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ.....	875
THE EFFECTS OF URBAN TRANSFORMATION ON GREEN SPACES.....	876
AN ASSESSMENT ON THE USE OF THE 3-30-300 RULE IN URBAN GREEN SPACE PLANNING	891
KENTSEL YEŞİL ALAN PLANLAMASINDA 3-30-300 KURALININ KULLANIMI ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME.....	892
CULTURE, ARCHİTECTURE, AND SYMBOLİC POWER: THE TRANSFORMATION OF GALATAPORT İSTANBUL	902
KÜLTÜR, MİMARLIK VE SEMBOLİK GÜÇ: GALATAPORT İSTANBUL'UN DÖNÜŞÜMÜ	903
KİRACILIK VE EV SAHİPLİĞİNİN KENTSEL YAŞAM, KONUT GÜVENCESİ VE MEKANSAL AİDİYET AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ: ANKARA ÖRNEĞİ.....	904
AN EVALUATION OF TENANCY AND HOMEOWNERSHIP IN TERMS OF URBAN LIFE, HOUSING SECURITY, AND SPATIAL BELONGING: THE CASE OF ANKARA	905
LASTİK PİŞİRME PRESİNDE KULLANILAN HİDROLİK BLOKLARIN EKLEMELİ İMALAT YÖNTEMİYLE İMALATINDA POROZİTE MİKTARININ İNCELENMESİ	916

INVESTIGATION OF POROSITY LEVELS IN THE ADDITIVE MANUFACTURING OF HYDRAULIC BLOCKS USED IN TIRE CURING PRESSES	917
EVALUATING SOCIO-ECONOMIC FACTORS AND THEIR RELATIONSHIP WITH MIGRATION IN FOREST VILLAGES USING AHP-TOPSIS METHODS.....	924
DEVELOPING RENEWABLE ENERGY STRATEGIES WITHIN ORKÖY SUPPORT PROGRAMS: AN AHP ANALYSIS OF SOLAR ENERGY SUPPORTS	940
REJENERATİF FRENLEMEDE ENERJİ GERİ KAZANIMI İLE BATARYANIN ŞARJ KABULÜ ARASINDAKİ DENGİNİN YAŞLANMA ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: ELEŞTİREL BİR LİTERATÜR DERLEMESİ.....	954
THE EFFECT OF THE BALANCE BETWEEN ENERGY RECOVERY DURING REGENERATIVE BRAKING AND BATTERY CHARGE ACCEPTANCE ON AGING: A CRITICAL LITERATURE REVIEW	955
EFFECTS OF CLIMATE CHANGE-INDUCED SNOWMELT AND FREEZE-THAW PROCESSES ON LANDSLIDE OCCURRENCE: A LITERATURE REVIEW.....	970
EFFECTS OF CLIMATE CHANGE-INDUCED TEMPERATURE INCREASES ON LANDSLIDE OCCURRENCE AND SLOPE STABILITY: A LITERATURE REVIEW	979
YENİ NESİL BİTKİ BÜYÜME DÜZENLEYİCİLERİ VE TARIMSAL KULLANIM POTANSİYELLERİ	990
NEW-GENERATION PLANT GROWTH REGULATORS AND THEIR POTENTIAL AGRICULTURAL APPLICATIONS.....	991
DENİZ YOSUNU EKSTRAKTLARININ <i>IN VITRO</i> BİTKİ GELİŞİMİ VE DOKU KÜLTÜRÜNDEKİ ROLÜ	1004
THE ROLE OF SEAWEED EXTRACTS IN <i>IN VITRO</i> PLANT GROWTH AND TISSUE CULTURE	1005
ALLELOKİMYASALLARIN ETKİLERİ, ZARARLI KONTROLÜNDE KULLANIM POTANSİYELLERİ VE BİYOPESTİSİT YAKLAŞIMLARI	1021
EFFECTS OF ALLELOCHEMICALS, THEIR POTENTIAL FOR USE IN PEST CONTROL, AND BIOPESTICIDE APPROACHES.....	1022
MİKROPLASTİKLER İLE AĞIR METALLERİN ETKİLEŞİMLERİ VE BİTKİLER ÜZERİNDEKİ ZARARLI ETKİLERİ.....	1032
INTERACTIONS BETWEEN MICROPLASTICS AND HEAVY METALS	1033
AND THEIR HARMFUL EFFECTS ON PLANTS	1033

MUĞLA İLİ KÖYCEĞİZ İLÇESİ ALABALIK (<i>ONCORHYNCHUS MYKISS</i>) KULUÇKAHANELERİNDE TOPLU ÖLÜMLERLE İLİŞKİLİ BAKTERİYEL ETKENLERİN VE ANTİMİKROBİYAL DUYARLILIK PROFİLLERİNİN BELİRLENMESİ.....	1042
IDENTIFICATION OF BACTERIAL AGENTS ASSOCIATED WITH MASS MORTALITIES AND THEIR ANTIMICROBIAL SUSCEPTIBILITY PROFILES IN RAINBOW TROUT (<i>ONCORHYNCHUS MYKISS</i>) HATCHERIES IN KÖYCEĞİZ, MUĞLA, TÜRKİYE	1043
FIRAT NEHRİ HAVZASINDAKİ BALIK ÇİFTLİKLERİNDEN ELDE EDİLEN <i>AEROMONAS</i> TÜRLERİNDE YAYGINLIK, FİLOGENETİK ÇEŞİTLİLİK VE TETRASİKLİN DİRENÇ GENLERİ.....	1054
HIRSHFELD SURFACE ANALYSIS AND CRYSTAL PACKING OF ANTIMONY(III) AND BISMUTH(III) HALIDE COMPLEXES WITH HETEROCYCLIC THIOAMIDES	1068
MANZUM BİR İSİM FALNÂMESİ	1081
A VERSIFIED BOOK OF DIVINATION BY NAMES	1082
MEYVE VE BİTKİ ADLARI ÜZERİNE YAZILMIŞ MANZUM BİR FALNÂME	1097
A POETIC FALNÂME BASED ON THE NAMES OF FRUITS AND PLANTS	1098
COMPARATIVE ANALYSIS OF LINGUISTIC FEATURES IN AZERBAIJANI AND UZBEK PHRASEOLOGICAL UNITS	1113
BOOSTING STUDENTS' MOTIVATION IN ENGLISH LANGUAGE TEACHING	1115
MULTICULTURAL VALUES, CULTURAL MEMORY, AND INTERGENERATIONAL DIALOGUE IN AHMAD JAMIL'S "DEAR GRANDMA, TELL ME A TALE	1121
PEDAQOJİ SİSTEMDƏ İNNOVASİYA FƏALİYYƏTİ VƏ ONUN NÖVLƏRİ.....	1142
INNOVATION ACTIVITY IN THE PEDAGOGICAL SYSTEM AND ITS TYPES	1149
BUL CƏBRİNİN MƏNTİQİ ƏSASLARI VƏ ŞENNONUN PARÇALANMA TEOREMİNİN RƏQƏMSAL TEXNOLOGİYALARDA TƏTBİQİ.....	1150
MÜASİR GEYİM DİZAYNINDA YARADICILIQ, TEXNOLOGİYA VƏ DAVAMLILIQ: KONSEPSİYADAN KOLLEKSİYAYA QƏDƏR BÜTÜN MƏRHƏLƏLƏR.....	1156
AZƏRBAYCAN-ANADOLU XALQ MAHNILARINDA SƏSİN BƏDİİ-POETİK VƏ ÜSLUBİ MƏNA RƏNGLƏRİ.....	1162
COLORS OF ARTISTIC-POETIC AND STYLE MEANING OF SOUND IN AZERBAIJAN- ANATOLIA FOLK SONGS	1164
LİNGVİSTİK POETİKA:TƏLƏFFÜZ VƏ İFADƏ TƏRZİNƏ GÖRƏ SƏS YAYIMLARI VƏ SÖZ GİZLİNLƏRİ	1196

POETICS: SOUND UTTERANCES AND WORD HIDDENNESS BASED ON PRONUNCIATION AND MODES OF EXPRESSION	1197
DIGITAL TOOLS AND THEIR IMPACT ON STUDENTS' ENGLISH LEARNING MOTIVATION	1213
LOCAL CRAFTS AND HANDICRAFTS IN BATANG REGENCY: POTENTIAL, INNOVATION, AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT	1215
NASI GROMBYANG AS THE CULINARY IDENTITY OF PEMALANG REGENCY	1216
THE ROLE OF CREATIVE COMMUNITIES IN STRENGTHENING THE CREATIVE ECONOMY IN BATANG REGENCY	1217
MODERNIZATION OF TRADITIONAL CRAFT PRODUCTS IN PEMALANG	1218
THE DEVELOPMENT OF A HALAL FOOD INDUSTRIAL AREA IN PEMALANG REGENCY: CONCEPT, ECONOMIC POTENTIAL, AND STRATEGIC FRAMEWORK	1219
CULINARY TOURISM IN PEMALANG: INTEGRATING LOCAL FOOD, CULTURAL IDENTITY, AND CREATIVE ECONOMIC DEVELOPMENT	1220
SHARIA INVESTMENT AND FINANCING IN PEMALANG	1221
STRENGTHENING HALAL PRODUCT RESEARCH AND DEVELOPMENT THROUGH THE INTEGRATION OF RESEARCH INSTITUTIONS, MULTI-STAKEHOLDER COLLABORATION, POLICY, QUALITY STANDARDIZATION, AND DIGITAL TECHNOLOGY	1222
AZƏRBAYCAN DİLİ DƏRSLƏRİNDƏ SÖZLƏRİN MƏNALARININ DÜZGÜN MƏNİMSƏDİLMƏSİ ÜZRƏ İŞİN TƏŞKİL	1223
THE ROLE OF URBAN ECOSYSTEMS IN REDUCING FLOOD RISK AND PROMOTING SUSTAINABLE URBAN DEVELOPMENT	1226
SÜNİ İNTELLEKT VƏ MÜASİR DİZAYN: YARADICI PROSESİN TRANSFORMASIYASI.....	1234
YAPAY ZEKA VE MODERN TASARIM: YARATICI SÜRECİN DÖNÜŞÜMÜ	1234
ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND MODERN DESIGN: THE TRANSFORMATION OF THE CREATIVE PROCESS	1235
SÜNİ İNTELLEKT VƏ MÜASİR DİZAYN: YARADICI PROSESİN TRANSFORMASIYASI.....	1236
DOSTOYEVSKİ YARADICILIĞINDA “ÖLÜ EVDƏN QEYDLƏR” ƏSƏRİNİN YERİ	1241
AZƏRBAYCAN UŞAQ ƏDƏBİYYATINDA BƏDİİ FORMALAR	1246
OBRAZLAR-XIX ƏSR	1246
ART FORMS AND IMAGES IN AZERBAIJAN CHILDREN'S	1247
LITERATURE - 19TH CENTURY	1247

SÖHPƏTÜL ƏSMAR POEMASININ MƏZMUN VƏ İDEYASI	1258
THE CONTENT AND IDEA OF THE POEM "SOHBAT-UL-ASMAR"	1259
FUNDAMENTALS OF PEDAGOGICAL ANTHROPOLOGY	1264
PEDAGOJİK ANTROPOLOJİNİN TEMELLERİ.....	1265
ŞƏXSİYYƏTİN İNKİŞAFINDA YARADICILIQ QABİLİYYƏTLƏRİNİN NEYROPSİXOLOJİ ƏSASLARI.....	1269
NEUROPSYCHOLOGICAL FOUNDATIONS OF CREATIVE ABILITIES IN PERSONALITY DEVELOPMENT.....	1270
PACKAGING INNOVATION IN BATANG	1275
MATERIALS AND PRODUCTION PROCESSES OF SARUNG GOYOR IN THE DEVELOPMENT OF HALAL CREATIVE PRODUCTS IN PEMALANG.....	1276
PANTURA CULINARY ROUTE: DEVELOPING CULINARY TOURISM AS A STRATEGY FOR REGIONAL ECONOMIC GROWTH AND CULTURAL PRESERVATION	1277
PRODUCTIVE WAQF MANAGEMENT IN COMMUNITY ECONOMIC EMPOWERMENT AT PONDOK MODERN TAZAKKA, BATANG REGENCY, INDONESIA	1278
CULINARY HERITAGE AS CULTURAL IDENTITY: HISTORICAL ROOTS, SOCIAL VALUES, AND PRESERVATION STRATEGIES IN BATANG REGENCY	1279
FUNDING STRATEGIES FOR THE DEVELOPMENT OF PRODUCTIVE WAQF AT PONDOK MODERN TAZAKKA, BATANG REGENCY, INDONESIA.....	1280
BUILDING CONSUMER TRUST IN DEVELOPING THE HALAL CREATIVE CULINARY INDUSTRY IN BATANG REGENCY.....	1281
ARTISAN REGENERATION AND THE SUSTAINABILITY OF PEMALANG CRAFTS AS CREATIVE HALAL PRODUCTS.....	1282
CULTURAL FESTIVALS AND CREATIVE ECONOMY: DEVELOPING COMMUNITY-BASED TOURISM THROUGH THE WONG GUNUNG FESTIVAL IN PEMALANG, INDONESIA	1283
CULINARY FESTIVALS AS CULTURAL ATTRACTIONS AND DRIVERS OF CREATIVE ECONOMY AND TOURISM DEVELOPMENT IN BATANG REGENCY	1284
ROADMAP FOR THE DEVELOPMENT OF BATANG REGENCY'S HALAL CREATIVE ECONOMY: STRENGTHENING BUSINESS CAPACITY, MARKET COMPETITIVENESS, AND SUSTAINABILITY.....	1285
LOCAL HALAL PRODUCT MARKET OPPORTUNITIES IN BATANG REGENCY, INDONESIA	1286
DIGITAL CONTENT MONETIZATION.....	1287

SOCIAL COMMERCE	1288
BATIK RIFA'İYAH HERITAGE AS CREATIVE CAPITAL: TRANSFORMING CULTURAL VALUES INTO ECONOMIC AND CREATIVE OPPORTUNITIES	1289
FROM LOCAL FOOD TO TOURIST DESTINATIONS: DEVELOPING HALAL CULINARY TOURISM AND VILLAGE-BASED TOURISM IN BATANG REGENCY, INDONESIA.....	1290
DEVELOPING DIGITAL SKILLS.....	1291
IMPACT OF HEXAGONAL WARPING ON QUANTUM CAPACITANCE OF TOPOLOGICAL-INSULATOR SURFACE STATES IN Bi_2Te_3.....	1292
PLANT-DERIVED CATALYSTS FOR SUSTAINABLE SYNTHESIS OF BIOACTIVE HETEROCYCLIC COMPOUNDS: A COMPREHENSIVE REVIEW OF GREEN CHEMISTRY APPROACHES	1293
GROWTH OF ENTIRE SOLUTIONS OF LINEAR DIFFERENTIAL EQUATIONS OF INFINITE ORDE	1294
SCHIFF-BASE METAL COMPLEXES AS TUNABLE MOLECULAR PLATFORMS: COORDINATION GEOMETRY, ELECTRONIC STRUCTURE AND ENVIRONMENTAL REACTIVITY	1296
A MACHINE LEARNING-BASED COMPOSITE RISK INDEX FOR DIABETES PREDICTION ...	1297
DIDACTIC PRINCIPLES IN TEACHING HALOGENS AND THEIR IMPACT ON QUALITY MANAGEMENT.....	1298
DATA-DRIVEN MODELING AND PERFORMANCE OPTIMIZATION OF PHOTOVOLTAIC CELLS UNDER VARIABLE ENVIRONMENTAL CONDITIONS	1305
AUTONOMOUS AI AGENTS AND THE FUTURE OF EDUCATIONAL ADMINISTRATION: OPPORTUNITIES, RISKS, GOVERNANCE, INNOVATION, ACCOUNTABILITY, AND INSTITUTIONAL TRANSFORMATION.....	1307
DEVELOPMENT AND CHARACTERIZATION OF HIGH-STRENGTH ALKALI-ACTIVATED MORTARS BASED ON GGBFS.....	1322
DIGITALIZATION OF HALAL CERTIFICATION	1324
CREATIVE INFRASTRUCTURE DEVELOPMENT FOR SUSTAINABLE TOURISM AND LOCAL ECONOMIC EMPOWERMENT IN BATANG REGENCY	1325
CONTENT CREATORS AND THE CREATOR ECONOMY	1326
BATIK AS THE IDENTITY OF CENTRAL JAVA'S CREATIVE ECONOMY	1327
HALAL BRANDING IN PEMALANG.....	1328

COLLABORATIVE GOVERNANCE IN BATANG REGENCY: INTEGRATING STAKEHOLDER PARTICIPATION FOR SUSTAINABLE REGIONAL DEVELOPMENT	1329
MSME SCALE-UP STRATEGY IN BATANG REGENCY: STRENGTHENING LOCAL PRODUCTS, INDUSTRIAL PARTNERSHIPS, AND DIGITALIZATION.....	1330
COMMUNITY-BASED INTERVENTIONS AND MALARIA PREVENTION AMONG CHILDREN AGED 0- 5 YEARS IN THE MUINICIPALITY OF AKPRO-MISSÉRÉTÉ (BENIN): AN ASSESSMENT OF THEIR EFFECTS ON PREVENTIVE PRACTICES.....	1331
PROMOTION OF WOMEN'S BASKETBALL: A LOOK AT PARENTAL OPINION IN THE MUNICIPALITY OF TREICHVILLE.....	1332
ON THE PREPOSITIONS OF DOMNI	1343
AI IN CREATIVE DESIGN AND PRODUCTION	1344
BATIK DESIGN INNOVATION.....	1345
E-COMMERCE FESYEN MUSLIM	1346
THE GROWTH OF MUSLİM FASHİON	1347
THE ROLE OF WOMEN IN THE CREATIVE ECONOMY	1348
CREATIVE ECONOMY AND HALAL INDUSTRY: POTENTIAL, TRANSFORMATION, AND REGIONAL COMPETITIVENESS	1349
CONTENT CREATION AS A PROFESSION.....	1350
DIGITAL CONSUMER BEHAVIOR.....	1351
WAQF PRODUCTIF	1352
METHODOLOGY AS A FOUNDATION OF SCIENTIFIC RESEARCH: THEORETICAL APPROACHES, METHODS, AND CONTEMPORARY CHALLENGES	1353
BRİTANİYA VƏ AMERİKA ƏDƏBİYYATINDA ÜSLUBİ VASİTƏLƏRİN MÜQAYİSƏLİ TƏDQIQİ COMPARATIVE STUDY OF STYLİSTİC DEVICES İN BRİTİSH AND AMERİCAN LİTERATURE.....	1360
MÜASİR TƏHSİL SİSTEMİNDƏ DƏRSİN TƏŞKİLİ: DİDAKTİK PRİNSİPLƏR, PEDAQOJİ YANAŞMALAR VƏ KEYFİYYƏT AMİLLƏRİ	1368
MÜASİR TƏHSİL SİSTEMİNDƏ DƏRSİN TƏŞKİLİ: DİDAKTİK PRİNSİPLƏR, PEDAQOJİ YANAŞMALAR VƏ KEYFİYYƏT AMİLLƏRİ	1375
ORGANIZING THE LESSON IN THE MODERN EDUCATION SYSTEM: DIDACTIC PRINCIPLES, PEDAGOGICAL APPROACHES, AND QUALITY FACTORS.....	1376
İBTİDAİ TƏHSİLDƏ MÜASİR TƏLİM TEXNOLOGİYALARININ TƏTBİQİ.....	1377

THE APPLICATION OF MODERN TEACHING TECHNOLOGIES IN PRIMARY EDUCATION..	1378
TƏLİM MÜHİTİNDƏ NİZAM-İNTİZAMIN FORMALAŞDIRILMASI: MÜƏLLİM VƏ ŞAGİRD QARŞILIQLI FƏALİYYƏTİNİN ROLU	1379
BƏKİR ÇOBANZADƏNİN MÜASİR ƏDƏBİ PROSESƏ MÜNASİBƏTİ	1393
İBTİDAİ MƏKTƏBDƏ DİL QAYDALARI ÜZRƏ İŞİN NİTQİN İNKİŞAFI İLƏ İNTEQRATİV TƏŞKİLİ	1400
INTEGRATING LANGUAGE RULES INSTRUCTION WITH SPEECH DEVELOPMENT IN PRIMARY SCHOOL.....	1401
ƏDƏBİYYATŞÜNASLIQDA XARAKTER VƏ MİLLİ XARAKTER PROBLEMİ	1411
THE PROBLEM OF CHARACTER AND NATIONAL CHARACTER IN LITERARY STUDIES.....	1412
MƏHƏMMƏD FÜZULİNİN HƏYATI VƏ LİRİK YARADICILIĞI.....	1420
MƏHƏMMƏD FÜZULİNİN POEMALARININ BƏDİİ-ESTETİK XÜSUSİYYƏTLƏRİ.....	1425
THE ARTISTIC INTERPRETATION OF REALITY: FROM AESTHETIC IDEAL TO LITERARY IDEA.....	1433
DEVELOPING PEMALANG AS A HALAL CREATIVE DESTINATION: AN INTEGRATED ROADMAP FOR COMMUNITY-BASED TOURISM AND CREATIVE ECONOMY	1440
CHALLENGES IN HALAL TOURISM DEVELOPMENT: LESSONS FROM PEMALANG, INDONESIA	1441
PROJECT MANAGEMENT AND ITS DEPENDENCE ON IDEOLOGY: THE EUROPEAN UNION AS A CASE STUDY	1442
MORALS AND POLITICS: THE MORAL UNDERSTANDING OF POLITICS IN CONTEMPORARY SOCIETY.....	1448
FROM LOCAL FASHION TO MODEST FASHION IN BATANG: TRANSFORMING BATIK RIFA'İYAH INTO CREATIVE HALAL PRODUCTS.....	1454
TRADITIONAL KNOWLEDGE AS A LIVING FOUNDATION FOR SUSTAINABLE CRAFT DEVELOPMENT IN PEMALANG: INTERGENERATIONAL TRANSMISSION, INNOVATION, AND CREATIVE VALUE CREATION.....	1455
FINANCING AND INVESTMENT INCENTIVES IN BATANG REGENCY: PROMOTING LOCAL ECONOMIC GROWTH AND SUSTAINABLE INVESTMENT	1456
CHALLENGES IN CREATIVE ECONOMY DEVELOPMENT IN BATANG REGENCY: DIGITAL LITERACY, FINANCING, AND BUSINESS SUSTAINABILITY	1457
HALAL FASHION BRANDING AND MUSLİM CONSUMER IDENTITY IN THE DIGİTAL ERA.	1458

HALAL CERTIFICATION AND UMKM DEVELOPING THE HALAL CULINARY ECOSYSTEM IN BATANG REGENCY	1459
TRADITIONAL FOOD AND COMMUNITY IDENTITY IN BATANG REGENCY.....	1460
THE STRATEGIC ROLE OF MSMES	1461
STRENGTHENING REGIONAL ECOSYSTEMS TO PROMOTE SUSTAINABLE ECONOMIC DEVELOPMENT THROUGH COLLABORATION AMONG GOVERNMENT, MSMES, AND COMMUNITIES	1462
THE HISTORY OF SERABI KALIBELUK AS A REPRESENTATION OF LOCAL CULINARY HERITAGE IN BATANG REGENCY.....	1463
STRENGTHENING THE HALAL INDUSTRY ECOSYSTEM IN BATANG REGENCY: POTENTIAL, CHALLENGES, AND LOCAL DEVELOPMENT STRATEGIES	1464
STRENGTHENING THE HALAL PRODUCT RESEARCH AND DEVELOPMENT ECOSYSTEM: INSTITUTIONS, SYNERGY, POLICY, QUALITY STANDARDIZATION, AND DIGITAL TECHNOLOGY	1465
DIGITAL TRANSFORMATION IN PROMOTING ISLAMIC FINANCIAL INCLUSION AMONG GENERATION Z: OPPORTUNITIES, CHALLENGES, AND DIRECTIONS FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT.....	1466
MSMES IN THE HALAL ECOSYSTEM	1467
THE ROLE OF RELIGION AS AN AGENT OF SOCIAL CHANGE IN SOCIOLOGICAL PERSPECTIVE	1468
DESIGN THINKING FOR MSMES	1469
HALAL VALUE CHAIN PEMALANG	1470
FASHION BASED ON BATANG'S LOCAL	1471
DEVELOPING MUSLIM-FRIENDLY TOURISM IN PEMALANG: INTEGRATING RELIGIOUS HERITAGE, LOCAL CULTURE, AND COMMUNITY-BASED TOURISM.....	1472
THE PENTAHHELIX MODEL IN THE DEVELOPMENT OF THE HALAL CREATIVE ECONOMY	1473
PRODUCT STANDARDIZATION AS A STRATEGY FOR TRANSFORMING TRADITIONAL CULINARY PRODUCTS	1474
REGENERATION OF CULINARY ACTORS FOR THE SUSTAINABILITY OF HERITAGE CUISINE IN PEMALANG	1475
PEMALANG AS A HALAL CULINARY DESTINATION: DEVELOPING LOCAL CULINARY HERITAGE FOR HALAL TOURISM.....	1476

“CRAFT TOURISM DEVELOPMENT THROUGH TENUN GOYOR: PRESERVING CULTURAL HERITAGE AND STRENGTHENING THE LOCAL CREATIVE ECONOMY IN PEMALANG, INDONESIA”	1477
HALAL PRODUCT ASSURANCE SYSTEM.....	1478
HALAL LITERACY FOR MSME PLAYERS	1479
HALAL CREATIVE ECONOMY OF BATANG REGENCY	1480
PRODUCT DIVERSIFICATION OF CULINARY PRODUCTS IN PEMALANG	1481
HALAL CERTIFICATION OF CULINARY PRODUCTS IN PEMALANG.....	1482
STORYTELLING OF CULINARY HERITAGE: PRESERVING LOCAL CULTURE THROUGH DIGITAL MEDIA.....	1483
SURVIVAL OF EUROPEAN REGIONAL AIRLINE ROUTES DURING AND AFTER THE COVID-19 PANDEMIC	1484
THE EUROPEAN UNION'S NEW ANTI-CORRUPTION DIRECTIVE: RECENT DEVELOPMENTS AND IMPLICATIONS FOR THE ALBANIAN CONTEXT	1485
GENERATIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND THE SOCIAL CONSTRUCTION OF CRITICAL AGENCY IN HIGHER EDUCATION	1497
ALGORITHMIC MEDIATION OF AUTOBIOGRAPHICAL MEMORY AND THE NEGOTIATION OF PERSONAL IDENTITY	1528

EK ETKİLEŞİM KOŞULLARINA SAHİP ÇİFT STURM-LIOUVILLE SİSTEMLERİ

Doç. Dr. Fahreddin S. MUHTAROV¹, Prof., Kadriye AYDEMİR²

¹ Institute of Mathematics and Mechanics, Azerbaijan, Mathematics, fahreddinmuhtarov@gmail.com

ORCID ID : 0000-0002-5482-2478

² Amasya University, Mathematics, kadriyeaydemir@gmail.com.tr - ORCID ID 0000-0002-8378-3949

Özet

Dünya'nın serbest salınım periyotları ve yüzey dalgası özelliklerine ilişkin verilerin yorumlanması gibi birçok jeofiziksel problemde, ortaya çıkan hesaplama zorluğu belirli Sturm-Liouville problemleri için özdeğerlerin bulunmasına indirgenir. Bu tür özdeğerlere yaklaşık değer bulmak için çok sayıda hesaplama yöntemi mevcut olsa da, jeofizik literatürünün analizi, bu yaklaşım çeşitliliğinin sunduğu potansiyelden tam anlamıyla yararlanılmadığını ortaya koymaktadır. Bu tür problemler matematiksel fiziğin birçok alanında ortaya çıkar ve ihtiyaç duyulan spesifik spektral bilgi, ilgili özel uygulamaya bağlıdır. Birden fazla aralık üzerinde tanımlanan ve ilave etkileşim koşulları (geçiş koşulları, arayüz koşulları vb. gibi çeşitli adlarla bilinen) içeren Sturm-Liouville sistemlerinin, fizik ve mühendisliğin çeşitli alanlarında sıklıkla karşımıza çıktığını belirtmek gerekir. Örneğin elektrostatik ve manyetostatikte, sonsuz iletkenliğe sahip bir katmandan geçen ısı transferini tanımlayan bir model problem, bir geçiş problemine indirgenir. Bu çalışmada, iki ayrık aralık üzerinde tanımlanmış iki Sturm-Liouville denkleminde oluşan, sınır koşulları ve aralıklar arasında ilave etkileşim koşulları içeren yeni bir tür sınır değer problemini araştırdık (bu tür problemleri "çift Sturm-Liouville sistemleri" olarak adlandırdık). Parametreye bağlı bir iç çarpımla tanımlanmış yeni bir Hilbert uzayı kullanarak bu problem için bazı temel spektral özellikleri elde ettik.

Anahtar kelimeler: Sturm-Liouville problemi, sınır şartları, etkileşim şartları.

DOUBLE STURM-LIOUVILLE SYSTEMS WITH ADDITIONAL INTERACTION CONDITIONS

Abstract

In many geophysical problems—such as the interpretation of data regarding the Earth's free oscillation periods and surface wave characteristics—the resulting computational challenge reduces to finding eigenvalues for specific Sturm-Liouville problems. Although numerous computational methods exist for approximating such eigenvalues, an analysis of geophysical literature reveals that the potential offered by this variety of approaches is not being fully utilized. Problems of this type arise in many fields of mathematical physics, with the specific spectral information required depending on the particular application. It is worth noting that Sturm-Liouville systems defined on multiple intervals and involving additional interaction conditions (known by various names, such as transmission conditions, interface conditions, etc.) frequently appear in various areas of physics and engineering. For instance, in electrostatics and magnetostatics, a model problem describing heat transfer through a layer with infinite conductivity reduces to a interaction problem. In this study, we examine a new type of boundary value problem consisting of two Sturm-Liouville equations defined on two disjoint intervals, featuring boundary conditions and additional interaction conditions between the intervals (we refer to such problems as "double Sturm-Liouville systems"). We have established a number of fundamental spectral properties for this problem by employing a new Hilbert space equipped with a parameter-dependent inner product.

Keywords: Sturm-Liouville problem, boundary conditions, interaction conditions

1. INTRODUCTION

Sturm-Liouville problems with interaction conditions hold an important place due to their broad application in mathematical physics, engineering, and other fields. Such problems frequently arise in applied contexts involving discontinuous media—for instance, in the study of wave diffraction, string vibrations, heat conduction, and transport processes (see [4, 5, 6]). Eigenvalue boundary value problems that incorporate discontinuity conditions at interior points of a given interval are equivalent to boundary value problems with interaction conditions. In the literature, such formulations are referred to by various names: multi-interval problems, problems with point interactions, problems with discontinuity (or transmission/coupling) conditions, multipoint problems, and problems defined on graphs or networks. A survey of contemporary research on boundary value problems with interaction conditions can be found in [11, 12]. In recent years, an increasing number of researchers have focused on the dependence of eigenvalues in boundary value problems involving coupling conditions (for even-order equations); a number of significant results have already been obtained in this area. To account for internal discontinuities, specific conditions—known as interaction or coupling conditions—are imposed at the relevant points (see [1, 2, 3, 7, 8, 9, 10]). In particular, Zhang and Wang [12] investigated the dependence of eigenvalues for second-order Sturm-Liouville problems with coupling conditions and derived expressions for the derivatives of the eigenvalues with respect to given parameters.

2. STATEMENT OF THE PROBLEM

In this study we consider the following Sturm-Liouville equations

$$l_1(y_1) := -y_1''(x) + q_1(x)y_1(x) = \lambda y_1(x), \quad x \in (a_1, b_1) \quad (1)$$

$$l_2(y_2) := -y_2''(x) + q_2(x)y_2(x) = \lambda y_2(x), \quad x \in (a_2, b_2) \quad (2)$$

together with boundary conditions

$$b_1(y_1) := \cos \alpha y_1(a_1) + \sin \alpha y_1'(a_1) = 0 \quad (3)$$

$$b_2(y_2) := \cos \beta y_2(b_2) + \sin \beta y_2'(b_2) = 0 \quad (4)$$

and interaction conditions

$$I_1(y_1, y_2) := y_2(a_2) - \delta_1 y_1'(b_1) = 0 \quad (5)$$

$$I_2(y_1, y_2) := y_2'(a_2) + \delta_2 y_1(b_1) = 0 \quad (6)$$

where λ is a complex spectral parameter, $-\infty < a_1 < b_1 < a_2 < b_2 < \infty$; $q_i \in C(\Omega_i, \mathbb{R})$, $\Omega_i := [a_i, b_i]$, $\alpha, \beta \in [0, \pi)$; δ_1, δ_2 are real numbers, $\delta_1 \neq 0, \delta_2 \neq 0$.

3. A NEW HILBERT SPACE CORRESPONDING TO THE PROBLEM

Let us define a new inner product in direct sum of spaces $L_2(\Omega_1) \oplus L_2(\Omega_2)$ as following

$$\left\langle \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} z_1 \\ z_2 \end{pmatrix} \right\rangle_{L^2_{\delta_1, \delta_2}} := \delta_1 \int_{a_1}^{b_1} y_1(x) \overline{z_1(x)} dx + \frac{1}{\delta_2} \int_{a_2}^{b_2} y_2(x) \overline{z_2(x)} dx$$

The corresponding norm is

$$\left\| \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \end{pmatrix} \right\|_{L^2_{\delta_1, \delta_2}} = \delta_1 \|y_1\|_{L_2(\Omega_1)} + \frac{1}{\delta_2} \|y_2\|_{L_2(\Omega_2)} \quad (7)$$

Note that this inner product is defined in terms of the coefficients of the interaction conditions, that is it is associated with the considered problem (1)–(6).

Theorem 1: The eigenvalues of the problem (1)–(6) are real.

Proof: Let $\begin{pmatrix} y \\ z \end{pmatrix}$ be an eigenvector of the double Sturm-Liouville system (1)–(6) with eigenvalue λ . Then:

$$\begin{aligned} \left\langle \begin{pmatrix} y \\ z \end{pmatrix}, \lambda \begin{pmatrix} y \\ z \end{pmatrix} \right\rangle &= \left\langle \begin{pmatrix} y \\ z \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} -y' + q_1 y \\ -z'' + q_2 z \end{pmatrix} \right\rangle_{L^2_{\delta_1, \delta_2}} \\ &= \delta_1 \int_{a_1}^{b_1} y \overline{(-y'' + q_1(x)y)} dx + \frac{1}{\delta_2} \int_{a_2}^{b_2} z \overline{(-z'' + q_2(x)z)} dx \\ &= -\delta_1 \int_{a_1}^{b_1} y \overline{y''} dx + \delta_1 \int_{a_1}^{b_1} q_1(x) |y|^2 dx - \frac{1}{\delta_2} \int_{a_2}^{b_2} z \overline{z''} dx + \frac{1}{\delta_2} \int_{a_2}^{b_2} q_2(x) |z|^2 dx \\ &= -\delta_1 \int_{a_1}^{b_1} y \overline{y''} dx + \delta_1 \int_{a_1}^{b_1} q_1(x) |y|^2 dx - \frac{1}{\delta_2} \int_{a_2}^{b_2} z \overline{z''} dx + \frac{1}{\delta_2} \int_{a_2}^{b_2} q_2(x) |z|^2 dx \\ &= -\delta_1 \int_{a_1}^{b_1} y'' \bar{y} dx - \delta_1 W(y, \bar{y})|_{a_1}^{b_1} - \frac{1}{\delta_2} \int_{a_2}^{b_2} z'' \bar{z} dx - \frac{1}{\delta_2} W(z, \bar{z})|_{a_2}^{b_2} \\ &\quad + \delta_1 \int_{a_1}^{b_1} q_1(x) |y|^2 dx + \frac{1}{\delta_2} \int_{a_2}^{b_2} q_2(x) |z|^2 dx \end{aligned} \quad (8)$$

At the other hand

$$\begin{aligned} \langle \lambda \begin{pmatrix} y \\ z \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} y \\ z \end{pmatrix} \rangle &= \left\langle \begin{pmatrix} -y' + q_1 y \\ -z'' + q_2 z \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} y \\ z \end{pmatrix} \right\rangle_{L^2_{\delta_1, \delta_2}} \\ &= -\delta_1 \int_{a_1}^{b_1} y'' \bar{y} dx + \delta_1 \int_{a_1}^{b_1} q_1(x) |y|^2 dx - \frac{1}{\delta_2} \int_{a_2}^{b_2} z'' \bar{z} dx + \frac{1}{\delta_2} \int_{a_2}^{b_2} q_2(x) |z|^2 dx \end{aligned} \quad (9)$$

From (8) and (9) it follows that

$$(\bar{\lambda} - \lambda) \left\| \begin{pmatrix} y \\ z \end{pmatrix} \right\|^2 = -\delta_1 W(y, \bar{y})|_{a_1}^{b_1} + \frac{1}{\delta_2} W(z, \bar{z})|_{a_2}^{b_2} \quad (10)$$

Using the interaction conditions (5), (6) we get

$$-\delta_1 W(y, \bar{y})|_{a_1}^{b_1} + \frac{1}{\delta_2} W(z, \bar{z})|_{a_2}^{b_2}$$

$$\begin{aligned}
&= -\delta_1(y(b_1)\bar{y}'(b_1) - y'(b_1)\bar{y}(b_1)) + \delta_1(y(a_1)\bar{y}'(a_1) - y'(a_1)\bar{y}(a_1)) \\
&\quad + \frac{1}{\delta_2}(z(b_2)\bar{z}'(b_2) - z'(b_2)\bar{z}(b_2)) - \frac{1}{\delta_2}(z(a_2)\bar{z}'(a_2) - z'(a_2)\bar{z}(a_2)) \\
&= -\delta_1(y(b_1)\bar{y}'(b_1) - y'(b_1)\bar{y}(b_1)) - \frac{1}{\delta_2}(z(a_2)\bar{z}'(a_2) - z'(a_2)\bar{z}(a_2)) \\
&= -\delta_1\left(-\frac{1}{\delta_2}z'(a_2)\right)\left(\frac{1}{\delta_1}\bar{z}(a_2)\right) + \delta_1\left(\frac{1}{\delta_1}z(a_2)\right)\left(-\frac{1}{\delta_2}\bar{z}'(a_2)\right) \\
&\quad - \frac{1}{\delta_2}(z(a_2)\bar{z}'(a_2) - z'(a_2)\bar{z}(a_2)) \\
&= \frac{1}{\delta_2}(z'(a_2)\bar{z}(a_2) - z(a_2)\bar{z}'(a_2)) - \frac{1}{\delta_2}(z(a_2)\bar{z}'(a_2) - z'(a_2)\bar{z}(a_2)) \\
&= 0
\end{aligned}$$

Thus we have

$$(\bar{\lambda} - \lambda)|(yz)|_{L^2_{\delta_1, \delta_2}}^2 = 0 \quad \text{i.e.} \quad \bar{\lambda} = \lambda$$

Hence, all eigenvalues are real.

Theorem 2: Every eigenvalue has a real-valued eigenfunction.

Proof. Let λ be an eigenvalue with corresponding eigenvector

$$\begin{pmatrix} y_1(x) + iy_{12}(x) \\ y_{21}(x) + iy_{22}(x) \end{pmatrix}$$

Since

$$l_j(y_j) = l_j(y_{j1}) + il_j(y_{j2}),$$

$$b_j(y_j) = b_j(y_{j1}) + ib_j(y_{j2}),$$

and

$$I_j(y_1, y_2) = I_j(y_{11}, y_{21}) + iI_j(y_{12}, y_{22}),$$

for $j = 1, 2$, both real-valued vector functions

$$\begin{pmatrix} y_{11}(x) \\ y_{21}(x) \end{pmatrix}$$

and

$$\begin{pmatrix} y_{12}(x) \\ y_{22}(x) \end{pmatrix}$$

are eigenfunctions corresponding to the same eigenvalue λ .

Theorem 3: Let $\begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \end{pmatrix}$ and $\begin{pmatrix} z_1 \\ z_2 \end{pmatrix}$ be eigenvectors of problem (1)–(6) corresponding to distinct eigenvalues λ and μ respectively. Then they are orthogonal with respect to the scalar product $\langle \cdot, \cdot \rangle_{\delta_1, \delta_2}$.

Proof. By integration by parts, we have the following identity

$$\left\langle \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} l_1(z_1) \\ l_2(z_2) \end{pmatrix} \right\rangle_{L^2_{\delta_1, \delta_2}} = \left\langle \begin{pmatrix} z_1 \\ z_2 \end{pmatrix}, \overline{\begin{pmatrix} l_1(y_1) \\ l_2(y_2) \end{pmatrix}} \right\rangle_{L^2_{\delta_1, \delta_2}} + (-\delta_1 W(y_1, \bar{z}_1)|_{a_1}^{b_1} + \frac{1}{\delta_2} W(y_2, \bar{z}_2)|_{a_2}^{b_2})$$

Using similar techniques as in the proof of the theorem 1, we can show that

$$-\delta_1 W(y_1, \bar{z}_1)|_{a_1}^{b_1} = \frac{1}{\delta_2} W(y_2, \bar{z}_2)|_{a_2}^{b_2} = 0$$

Thus

$$\left\langle \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \end{pmatrix}, \overline{\begin{pmatrix} l_1(z_1) \\ l_2(z_2) \end{pmatrix}} \right\rangle_{L^2_{\delta_1, \delta_2}} = \left\langle \begin{pmatrix} z_1 \\ z_2 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} l_1(y_1) \\ l_2(y_2) \end{pmatrix} \right\rangle_{L^2_{\delta_1, \delta_2}}$$

Since

$$\begin{pmatrix} l_1(y_1) \\ l_2(y_2) \end{pmatrix} = \lambda \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \end{pmatrix} \text{ and } \begin{pmatrix} l_1(z_1) \\ l_2(z_2) \end{pmatrix} = \mu \begin{pmatrix} z_1 \\ z_2 \end{pmatrix}$$

we get

$$\lambda \left\langle \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \end{pmatrix}, \overline{\begin{pmatrix} z_1 \\ z_2 \end{pmatrix}} \right\rangle_{L^2_{\delta_1, \delta_2}} = \mu \left\langle \begin{pmatrix} z_1 \\ z_2 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \end{pmatrix} \right\rangle_{L^2_{\delta_1, \delta_2}}$$

That is

$$(\lambda - \mu) \left\langle \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} z_1 \\ z_2 \end{pmatrix} \right\rangle_{L^2_{\delta_1, \delta_2}} = 0$$

KAYNAKLAR

1. Ao, J., & Zhang, L. (2020). An inverse spectral problem of Sturm-Liouville problems with transmission conditions. *Mediterranean Journal of Mathematics*, 17, 160.
2. Aydemir, K. (2022). Green's function and Carleman's formula for transmission problems. *Bulletin of the Malaysian Mathematical Sciences Society*, 45(6), 3277–3291.
3. Aydemir, K., & Mukhtarov, O. S. (2016). Qualitative analysis of eigenvalues and eigenfunctions of one boundary value-transmission problem. *Boundary Value Problems*, 2016, 82.
4. Cao, X., Diao, H., Liu, H., & Zou, J. (2021). On novel geometric structures of Laplacian eigenfunctions in $\mathbb{R}^3$ and applications to inverse problems. *SIAM Journal on Mathematical Analysis*, 53, 1263–1294.
5. Diao, H., Cao, X., & Liu, H. (2021). On the geometric structures of transmission eigenfunctions with a conductive boundary condition and applications. *Communications in Partial Differential Equations*, 46(4), 630–679.
6. Diao, H., Liu, H., & Sun, B. (2021). On a local geometric structure of generalized elastic transmission eigenfunctions and application. *Inverse Problems*, 37, 105015.
7. Li, K., Sun, J., & Hao, X. (2017). Dependence of eigenvalues of 2nth order boundary value transmission problems. *Boundary Value Problems*, 2017, 143.
8. Mukhtarov, O., & Aydemir, K. (2021). Two-linked periodic Sturm-Liouville problems with transmission conditions. *Mathematical Methods in the Applied Sciences*, 44, 1–13.
9. Öztürk, S. N., Mukhtarov, O., & Aydemir, K. (2023). Non-classical periodic boundary value problems with impulsive conditions. *Journal of New Results in Science*, 12(1), 1–8.
10. Zhang, H., Ao, J., & Li, M. (2022). Dependence of eigenvalues of Sturm-Liouville problems with eigenparameter-dependent boundary conditions and interface conditions. *Mediterranean Journal of Mathematics*, 19(2), 1–17.
11. Zhang, M., Sun, J., & Zettl, A. (2014). Eigenvalues of limit-point Sturm-Liouville problems. *Journal of Mathematical Analysis and Applications*, 419, 627–642.
12. Zhang, M., & Wang, Y. (2015). Dependence of eigenvalues of Sturm–Liouville problems with interface conditions. *Applied Mathematics and Computation*, 265, 31–39.

SINIR VE ARAYÜZ KOŞULU İÇEREN STURM-LIOUVILLE PROBLEMLERİ İÇİN TEMEL ÇÖZÜMLER VE REEL ÖZDEĞERLER

Prof., Kadriye AYDEMİR¹, Prof., Oktay SH. MUKHTAROV²

¹ Amasya University, Mathematics, kadriyeaydemir@gmail.com.tr - ORCID ID 0000-0002-8378-3949

² Azerbaijan Technical University, Mathematics, omukhtarov@yahoo.com - ORCID ID 0000-0001-7480-6857

Özet

$L(f) = -(pf')' + qf$ biçimindeki Sturm-Liouville diferansiyel operatörü, çeşitli bilimsel modellerin analizinde ortaya çıkar. Uygun sınır koşullarıyla birleştirildiğinde, $L(f) = h$ veya $L(f) = vqf$ formundaki denklemler; elektrik devrelerindeki Kirchhoff yasalarını, esnek bir sicimdeki gerilme kuvvetlerinin dengesini veya bir çubuktaki kararlı durum ısı dağılımını tanımlar. İç noktalarında etkileşim koşullarıyla verilmiş, yani iç arayüz koşullarına sahip diferansiyel operatörler büyük bir öneme sahiptir. Mühendislik ve fizikteki pek çok uygulamalı problem, etkileşim koşullarına sahip Sturm-Liouville problemleri tarafından üretilen diferansiyel operatörlere indirgenebilir. Bu tür problemlere örnek olarak ısı ve kütle transferi süreçleri, ışık kırınımı, düğümlü bir sicimin titreşimi ile diferansiyel operatörler ve potansiyel fonksiyonları içeren problemler verilebilir. Düğüm noktalarındaki süreklilik ve denge koşulları (arayüz koşulları), bu problemi arayüz koşullarına sahip bir diferansiyel operatör durumuna indirmek için kullanılır. Bu çalışmada, sınır ve arayüz koşullarına sahip bir Sturm-Liouville sistemi incelenmektedir. Problemin özdeğerlerini incelemek amacıyla problemle ilişkili temel çözümler tanımlanmıştır. Bu çözümler aracılığı ile karakteristik fonksiyon tanımlanmıştır. Ayrıca, özdeğerlerin gerçel (reel) olduğu kanıtlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Sturm-Liouville problemi, özdeğer, karakteristik fonksiyon.

FUNDAMENTAL SOLUTIONS AND REAL EIGENVALUES OF STURM-LIOUVILLE PROBLEMS INVOLVING BOUNDARY AND INTERFACE CONDITIONS

Abstract

The Sturm-Liouville differential operator $L(f) = -(pf')' + qf$ arises in the analysis of various scientific models. When combined with appropriate boundary conditions, equations of the form $L(f) = h$ or $L(f) = vqf$ describe Kirchhoff's laws in electrical circuits, the balance of tension forces in an elastic string, or the steady-state heat distribution in a rod. Differential operators with interface conditions i.e. equipped with interaction conditions at internal points, are of significant practical importance. Many applied problems in engineering and physics can be reduced to differential operators generated by Sturm-Liouville problems with interaction conditions. Examples of such problems include heat and mass transfer processes, light diffraction, the vibration of a string with a node, and problems involving differential operators and potential functions. Continuity and balance conditions (interface conditions) at the nodes are used to reduce this problem to the case of a differential operator with an interface conditions. This study investigates a Sturm-Liouville system with boundary and interface conditions. Fundamental solutions associated with the problem are defined to study its eigenvalues. The characteristic function has been defined through these solutions. Furthermore, it is proved that the eigenvalues are real.

Keywords: Sturm-Liouville Problem, eigenvalue, characteristic function.

1. INTRODUCTION

Consider the following second-order linear differential equation containing a spectral parameter

$$a(t)u'' + b(t)u' + c(t)u + \mu r(t)u = 0 \quad (1)$$

Here μ represents the spectral parameter, while its admissible values are determined by the imposed boundary conditions. Provided that $a(t) \neq 0$, division by $a(t)$ transforms the equation into

$$u'' + \beta(t)u' + \gamma(t)u + \mu\rho(t)u = 0 \quad (2)$$

where

$$\beta(t) = b(t)/a(t), \quad \gamma(t) = c(t)/a(t), \quad \rho(t) = r(t)/a(t)$$

To rewrite (2) in self-adjoint form, introduce the integrating factor

$$\sigma(t) = \exp\left(\int \beta(s) ds\right)$$

Multiplying (2) by $\sigma(t)$ gives

$$\sigma(t)u'' + \sigma(t)\beta(t)u' + \sigma(t)\gamma(t)u + \mu\sigma(t)\rho(t)u = 0 \quad (3)$$

The integrating factor has the derivative

$$\sigma'(t) = d/dt [\exp(\int \beta(s) ds)] = \sigma(t)\beta(t)$$

Therefore, the first two terms in (3.12) can be expressed as a single total derivative

$$d/dt [\sigma(t)u'] = \sigma(t)u'' + \sigma(t)\beta(t)u'$$

Consequently, the differential equation takes the standard Sturm–Liouville form

$$d/dt [\sigma(t)u'] + Q(t)u + \mu\omega(t)u = 0 \quad (4)$$

where the coefficient functions are defined by

$$Q(t) = \sigma(t)\gamma(t), \quad \omega(t) = \sigma(t)\rho(t)$$

Since $\sigma(t)$ is nonzero, this transformation preserves the solution set. Thus, the original differential equation and its self-adjoint representation are equivalent. Under the standard assumptions that $\sigma(t)$, $Q(t)$, and $\omega(t)$ are real and continuous on the interval of interest, with $\sigma(t) > 0$ and $\omega(t) > 0$, equation (4) is called a Sturm–Liouville equation. This class of equations forms the basis of a broad spectral theory developed through the classical work of Sturm and Liouville. The associated boundary-value problem can be interpreted as an eigenvalue problem written in the form

$$Tu = \mu u$$

Using the notation adopted here, the corresponding Sturm–Liouville operator is defined by

$$T = 1/\omega(t) [d/dt (\sigma(t)d/dt) + Q(t)] \quad (5)$$

This formulation is particularly useful in mathematical physics and engineering (see [9]). Under appropriate boundary conditions, the associated differential operator possesses self-adjoint properties. These properties yield fundamental spectral results, including the reality of eigenvalues and orthogonality relations between eigenfunctions corresponding to distinct eigenvalues. These kinds of challenges, but under interface conditions at the discontinuity point, have drawn more attention in recent years (see, [2, 3, 6, 7]). For instance, the spectral theory of boundary-value transmission problems was established by the authors of this study and a few others (see, [1, 4, 5, 8, 10]).

2. STATEMENT OF THE PROBLEM

In this study we shall investigate the Sturm–Liouville system defined on two separate intervals (c_1, d_1) and (c_2, d_2) , given by

$$\begin{pmatrix} L_1 u_1 \\ L_2 u_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -u_1''(x) + a_1(x)u_1(x) \\ -u_2''(t) + a_2(t)u_2(t) \end{pmatrix} = \lambda \begin{pmatrix} u_1(x) \\ u_2(t) \end{pmatrix} \quad (6)$$

where $x \in (c_1, d_1)$, $t \in (c_2, d_2)$, together with boundary conditions

$$u_1(c_1) = u_2(d_2) = 0 \quad (7)$$

and with interaction conditions

$$u_1(d_1) = \delta u_2(c_2), \quad u_1'(d_1) = \gamma u_2'(c_2) \quad (8)$$

where λ is a complex eigenparameter, $a_1(x)$ and $a_2(t)$ are continuous functions defined on $[c_1, d_1]$ and $[c_2, d_2]$, respectively. δ and γ are real numbers. Below we shall assume that $\delta > 0$ and $\gamma > 0$.

The values of the complex parameter λ that give a nontrivial solution $\begin{pmatrix} u_1(x) \\ u_2(t) \end{pmatrix}$,

$x \in [c_1, d_1]$, $t \in [c_2, d_2]$, to the problem (6)–(8) are said to be eigenvalues and the corresponding solutions are called eigenvector-functions. Note that the problem (6)–(8) will be called the double Sturm–Liouville system (d-SLS).

3. BASIC SOLUTIONS OF THE D-SLS (6)–(8)

Consider the initial-value problem

$$-u_1''(x) + a_1(x)u_1(x) = \lambda u_1(x), \quad x \in [c_1, d_1] \quad (9)$$

$$u_1(c_1) = 0, u_1'(c_1) = 1 \quad (10)$$

It is well-known that (see [11]) the initial-value problem (9), (10) has a unique solution $y_1(x, \lambda)$ for each $\lambda \in \mathbb{C}$. By [6], $y_1(x, \lambda)$ is an entire function with respect to the variable λ .

Now consider the initial-value problem

$$-u_2''(t) + a_2(t)u_2(t) = \lambda u_2(t), \quad t \in [c_2, d_2] \quad (11)$$

$$u_2(c_2) = \frac{1}{\delta} y_1(d_1, \lambda) \quad (12)$$

$$u_2'(c_2) = \frac{1}{\gamma} y_1'(d_1, \lambda) \quad (13)$$

By [6], the initial-value problem (11)–(13) has the unique solution $y_2(t, \lambda)$ for each fixed $t \in [c_2, d_2]$, which is an entire function with respect to the variable λ . Similarly, the initial-value problem

$$-u_2'' + a_2(t)u_2 = \lambda u_2, \quad x \in [c_2, d_2] \quad (14)$$

$$u_2(d_2) = 0, \quad u_2'(d_2) = 1 \quad (15)$$

has a unique solution $z_2(t, \lambda)$, which is an entire function with respect to the variable λ . In terms of $z_2(t, \lambda)$, we shall define the function $z_1(t, \lambda)$ as the solution of the equation (9) satisfying the initial conditions

$$y_1(d_1) = \delta z_2(c_2, \lambda), \quad y_1'(d_1) = \gamma z_2'(c_2, \lambda) \quad (16)$$

The solution $z_1(t, \lambda)$ is also entire function with respect to the variable λ (see [6]). It is known from ordinary differential equation theory that the Wronskians

$$W_1(\lambda) := W(y_1(x, \lambda), z_1(x, \lambda)) \quad \text{and} \quad W_2(\lambda) := W(y_2(t, \lambda), z_2(t, \lambda))$$

are independent of the variables $x \in [c_1, d_1]$ and $t \in [c_2, d_2]$, respectively. By applying interaction conditions (8) we can show that $\frac{1}{\delta} W_1(\lambda) = \gamma W_2(\lambda)$.

Definition. The function $W(\lambda) := \frac{1}{\delta} W_1(\lambda) = \gamma W_2(\lambda)$ is said to be a characteristic function of the d-SLS (1)–(8).

Theorem. Each zero of the characteristic function $W(\lambda)$ is an eigenvalue of the d-SLS (6)–(8), and, conversely, each eigenvalue is a zero of the characteristic function $W(\lambda)$.

Proof. Let $\left(\lambda_0, \begin{pmatrix} u_1(x, \lambda_0) \\ u_2(t, \lambda_0) \end{pmatrix} \right)$ be an eigenpair of the d-SLS (1)–(3). Assume the contrary, that $W_1(\lambda_0) \neq 0$ and

$W_2(\lambda_0) \neq 0$. The eigen vector-function $\begin{pmatrix} u_1(x, \lambda_0) \\ u_2(t, \lambda_0) \end{pmatrix}$ can be written in the form

$$\begin{pmatrix} u_1(x, \lambda_0) \\ u_2(t, \lambda_0) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} C_{11}y_1(x, \lambda_0) + C_{12}z_1(x, \lambda_0) \\ C_{21}y_2(t, \lambda_0) + C_{22}z_2(t, \lambda_0) \end{pmatrix} \quad (17)$$

where $|C_{11}| + |C_{12}| + |C_{21}| + |C_{22}| \neq 0$. Substituting (17) into (8), we have

$$(C_{11} - C_{21})y_1(d_1, \lambda_0) + (C_{12} - C_{22})y_1'(d_1, \lambda_0) = 0$$

$$(C_{11} - C_{21})y_1'(d_1, \lambda_0) + (C_{12} - C_{22})y_1'(d_1, \lambda_0) = 0$$

Since $W_1(\lambda_0) \neq 0$, we have $C_{11} - C_{21} = 0$, $C_{12} - C_{22} = 0$. Let $C_1 := C_{11} = C_{21}$, $C_2 := C_{12} = C_{22}$.

Thus the eigenvector-function $\begin{pmatrix} u_1(x, \lambda_0) \\ u_2(t, \lambda_0) \end{pmatrix}$ takes the form

$$\begin{pmatrix} u_1(x, \lambda_0) \\ u_2(t, \lambda_0) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} C_1 y_1(x, \lambda_0) + C_2 z_1(x, \lambda_0) \\ C_1 y_2(t, \lambda_0) + C_2 z_2(t, \lambda_0) \end{pmatrix}$$

Substituting in the boundary conditions (7) we have

$$C_1 y_1(c_1, \lambda_0) + C_2 z_1(c_1, \lambda_0) = 0$$

$$C_1 y_2(d_2, \lambda_0) + C_2 z_2(d_2, \lambda_0) = 0$$

Since $y_1(c_1, \lambda_0) = z_2(d_2, \lambda_0) = 0$, we get

$$C_2 z_1(c_1, \lambda_0) = C_1 y_2(d_2, \lambda_0) = 0.$$

Taking in view the inequality

$$\begin{aligned} W(y_1, z_1; c_1) &= y_1(c_1, \lambda_0) z_1'(c_1, \lambda_0) - y_1'(c_1, \lambda_0) z_1(c_1, \lambda_0) \\ &= -y_1'(c_1, \lambda_0) z_1(c_1, \lambda_0) \\ &\neq 0 \end{aligned}$$

we get $z_1(c_1, \lambda_0) \neq 0$. Similarly, we have $y_2(d_2, \lambda_0) = 0$. Consequently $C_1 = C_2 = 0$, which is contradiction. Thus, each eigenvalues of the d-SLS (6)–(8) is a zero of the characteristic function $W(\lambda)$. The rest of the proof is similar to first part.

4. REALITY OF THE EIGENVALUES

Theorem. Each eigenvalue of a d-SLS (6)–(8) is real number.

Proof. Let $\left(\lambda, \begin{pmatrix} u_1(x) \\ u_2(t) \end{pmatrix} \right)$ be any eigenpair of the d-SLS (6)–(8).

Taking the complex-conjugates of the d-SLS (6)–(8), we have that $\left(\bar{\lambda}, \begin{pmatrix} \bar{u}_1(x) \\ \bar{u}_2(t) \end{pmatrix} \right)$ is also eigenpair of the considered d-SLS (6)–(8). By integration twice we get

$$\begin{aligned} \bar{\lambda} \int_{c_1}^{d_1} |u_1(x)|^2 dx &= \int_{c_1}^{d_1} u_1(x) \overline{(-u_1''(x) + a_1(x)u_1(x))} dx = \int_{c_1}^{d_1} \overline{u_1(x)} (-u_1''(x) + a_1(x)u_1(x)) dx \\ &+ W(u_1, \bar{u}_1; d_1) - W(u_1, \bar{u}_1; c_1) = \lambda \int_{c_1}^{d_1} |u_1(x)|^2 dx + W(u_1, \bar{u}_1; d_1) \\ &- W(u_1, \bar{u}_1; c_1) \end{aligned} \quad (18)$$

Then, we have

$$(\bar{\lambda} - \lambda) \int_{c_1}^{d_1} |u_1(x)|^2 dx = W(u_1, \bar{u}_1; d_1) - W(u_1, \bar{u}_1; c_1) \quad (19)$$

Similarly we can see that

$$(\bar{\lambda} - \lambda) \int_{c_2}^{d_2} |u_2(t)|^2 dt = W(u_2, \bar{u}_2; d_2) - W(u_2, \bar{u}_2; c_2) \quad (20)$$

Multiplying the equation (19) by δ and the equation (20) by $\frac{1}{\gamma}$, subtracting, we have

$$\begin{aligned} & \frac{1}{\delta} (\bar{\lambda} - \lambda) \int_{c_1}^{d_1} |u_1(x)|^2 dx + \gamma (\bar{\lambda} - \lambda) \int_{c_2}^{d_2} |u_2(t)|^2 dt \\ &= \frac{1}{\delta} W(u_1, \bar{u}_1; d_1) - \frac{1}{\delta} W(u_1, \bar{u}_1; c_1) + \gamma W(u_2, \bar{u}_2; d_2) - \gamma W(u_2, \bar{u}_2; c_2) \end{aligned} \quad (21)$$

Using the interaction conditions (8) we have

$$\begin{aligned} W(u_1, \bar{u}_1; d_1) &= u_1(d_1) \bar{u}_1'(d_1) - u_1'(d_1) \bar{u}_1(d_1) \\ &= (\delta u_2(c_2)) (\gamma \bar{u}_2'(c_2)) - (\gamma u_2'(c_2)) (\delta \bar{u}_2(c_2)) = \\ &= \delta \gamma W(u_2, \bar{u}_2; c_2) \end{aligned} \quad (22)$$

Now, using the boundary conditions (7) we have

$$W(u_1, \bar{u}_1; c_1) = W(u_2, \bar{u}_2; d_2) = 0 \quad (23)$$

Substituting (22) and (23) into (21) we get

$$(\bar{\lambda} - \lambda) \left(\frac{1}{\delta} \int_{c_1}^{d_1} |u_1(x)|^2 dx + \gamma \int_{c_2}^{d_2} |u_2(t)|^2 dt \right) = 0$$

i.e. $\bar{\lambda} - \lambda = 0$. The proof is complete.

KAYNAKLAR

1. Ao, J. J., Bo, F. Z., & Sun, J. (2014). Fourth order boundary value problems with finite spectrum. *Applied Mathematics and Computation*, 244, 952–958.
2. Ao, J. J., Sun, J., & Zhang, M. Z. (2013). The finite spectrum of Sturm-Liouville problems with transmission conditions and eigenparameter dependent boundary conditions. *Results in Mathematics*, 63, 1057–1070.
3. Aydemir, K. (2022). Green's function and Carleman's formula for transmission problems. *Bulletin of the Malaysian Mathematical Sciences Society*.
4. Bo, F. Z., & Ao, J. J. (2014). The finite spectrum of fourth-order boundary value problems with transmission conditions. *Abstract and Applied Analysis*, 2014, Article 175489.
5. Li, X. L., Hao, K., Li, K., & Yao, S. Q. (2021). The finite spectrum of Sturm-Liouville problems with n transmission conditions and quadratic eigenparameter-dependent boundary conditions. *Open Mathematics*, 19, 736–1745.
6. Mukhtarov, Sh. O., & Aydemir, K. (2022). Spectral analysis of -semi periodic 2-interval Sturm-Liouville problems. *Qualitative Theory of Dynamical Systems*.
7. Mukhtarov, Sh. O., & Aydemir, K. (2025). Picone type comparison theorems for two-interval Sturm-Liouville equations with transmission conditions. *Bulletin of the Malaysian Mathematical Sciences Society*.
8. Mukhtarov, Sh. O., Aydemir, K., & Yakubov, S. (2024). Asymptotics of the eigenvalues and Abel basis property of the root functions of new type Sturm-Liouville problems. *Advances in Theoretical and Mathematical Physics*.
9. Titeux, I., & Yakubov, Y. (1997). Completeness of root functions for thermal condition in a strip with piecewise continuous coefficients. *Mathematical Models and Methods in Applied Sciences*, 7, 1035–1050.
10. Zhang, N., & Ao, J. J. (2023). Finite spectrum of Sturm-Liouville problems with transmission conditions dependent on the spectral parameter. *Numerical Functional Analysis and Optimization*, 44(1), 21–35.
11. Zwillinger, D., & Dobrushkin, V. (2021). *Handbook of differential equations*. CRC Press.

KGeCl₃ HALOJENÜR PEROVSKİTİNİN ELEKTRONİK, MEKANİK VE OPTİK DAVRANIŞININ YOĞUNLUK FONKSİYONELİ TEORİSİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr., Sümeyra YAMÇIÇIER¹/ Doç. Dr., Çağatay YAMÇIÇIER²/Prof. Dr., Cihan Kürkcü³

¹Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Yoğun madde fiziği, sumeyrayamcicier@osmaniye.edu.tr, 0000-0002-7772-1258

²Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Yoğun madde fiziği, cagatayyamcicier@osmaniye.edu.tr, 0000-0003-3033-168X

³Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Yoğun madde fiziği, ckurkcü@ahievran.edu.tr, 0000-0003-3597-1950

Özet

Kurşunsuz halojenür perovskitleri, düşük toksisite ve ayarlanabilir bant yapıları nedeniyle fotovoltai ve optoelektronik uygulamalarda yoğun ilgi görmektedir. Bu çalışmada, CASTEP kodunda genelleştirilmiş gradyan yaklaşımı (GGA-PBE) kullanılarak Pm-3m uzay grubundaki kübik KGeCl₃ bileşiğinin temel fiziksel özellikleri ilk prensiplerden türetilmiştir. Geometrik optimizasyon adımı, kristalin denge örgü parametresini $a = b = c = 5.2229 \text{ Å}$ olarak tayin etmiştir. Elektronik bant yapısı analizi, iletim bandı minimumu ile valans bandı maksimumunun yüksek simetrik R noktasında çakıştığını ve yapının 0.734 eV büyüklüğünde dar ve doğrudan bir bant aralığı sergilediğini ortaya koymaktadır. Durum yoğunluğu (DOS) profili, valans bandının tepe noktasının baskın olarak Cl-p halleri tarafından belirlendiğini, iletim bandının tabanında ise Ge-p orbitallerinin hâkim olduğunu net şekilde göstermektedir. Sistemin mekanik cevabı incelendiğinde; hesaplanan elastik sabitler, kübik simetriye ait Born dinamik kararlılık koşullarını eksiksiz sağlamaktadır. Hill ortalaması temelinde elde edilen bulk modülü (B) 26.85 GPa, kayma modülü (G) 13.13 GPa ve Young modülü (E) 33.86 GPa seviyesindedir. Pugh oranının (B/G) 2.05 ve Poisson oranının 0.29 çıkması, bileşiğin sünek bir mekanik karaktere ve işlenebilir kafes esnekliğine sahip olduğunu kanıtlamaktadır. Tian sertliği 2.52 GPa ve Debye sıcaklığı 240.61 K olarak hesaplanırken, evrensel anizotropi indeksinin 1.39 bulunması yöne bağımlı ılımlı bir elastik anizotropiye işaret eder. Malzemenin optik spektrumu; görünür bölge eşiğinde başlayan optik iletkenlik artışı, statik dielektrik sabiti (~ 5.3) ve özellikle morötesi bölgede $2 \times 10^5 \text{ cm}^{-1}$ mertebesine ulaşan yüksek soğurma katsayısıyla karakterizedir. Tüm bu çıktılar, doğrudan bant geçişine sahip KGeCl₃ perovskitinin güneş pili ve kızılötesi/görünür bölge optoelektronik aygıtları için umut verici bir aday olduğunu göstermektedir.

Anahtar kelimeler: KGeCl₃, Kurşunsuz Perovskit, DFT, Doğrudan Bant Aralığı, Mekanik Esneklik.

EVALUATION OF THE ELECTRONIC, MECHANICAL, AND OPTICAL BEHAVIOR OF KGeCl_3 HALIDE PEROVSKITE USING DENSITY FUNCTIONAL THEORY

Abstract

Lead-free halide perovskites have attracted significant interest in photovoltaic and optoelectronic applications due to their low toxicity and tunable band structures. In this study, the fundamental physical properties of the cubic KGeCl_3 compound in the Pm-3m space group were derived from first principles using the generalized gradient approach (GGA-PBE) in the CASTEP code. The geometric optimization step determined the crystalline equilibrium lattice parameters to be $a = b = c = 5.2229 \text{ \AA}$. Analysis of the electronic band structure reveals that the conduction band minimum and the valence band maximum coincide at the highly symmetric R point, and that the structure exhibits a narrow, direct bandgap of 0.734 eV. The density of states (DOS) profile clearly shows that the peak of the valence band is predominantly determined by Cl-p states, while Ge-p orbitals dominate at the bottom of the conduction band. Upon examination of the system's mechanical response, the calculated elastic constants fully satisfy the Born dynamic stability conditions for cubic symmetry. The bulk modulus (B), shear modulus (G), and Young's modulus (E), obtained based on the Hill average, are 26.85 GPa, 13.13 GPa, and 33.86 GPa, respectively. The Pugh ratio (B/G) of 2.05 and the Poisson's ratio of 0.29 demonstrate that the compound possesses a ductile mechanical character and workable lattice flexibility. While the Tian hardness was calculated as 2.52 GPa and the Debye temperature as 240.61 K, the universal anisotropy index of 1.39 indicates moderate direction-dependent elastic anisotropy. The material's optical spectrum is characterized by an increase in optical conductivity beginning at the visible region threshold, a static dielectric constant (~ 5.3), and a high absorption coefficient reaching the order of $2 \times 10^5 \text{ cm}^{-1}$ particularly in the ultraviolet region. All these results demonstrate that the KGeCl_3 perovskite with a direct bandgap is a promising candidate for solar cells and infrared/visible-region optoelectronic devices.

Keywords: KGeCl_3 , Lead-Free Perovskite, DFT, Direct Bandgap, Mechanical Flexibility.

1. GİRİŞ

Enerji üretimi ve depolanması, günümüzün en acil küresel sorunları arasında yer almaktadır. Güneş enerjisi, erişilebilirliği, tükenmezliği ve düşük çevresel etkisi nedeniyle bu soruna çözüm sunabilecek en önemli yenilenebilir kaynaklardan biridir. Güneş enerjisinin verimli ve düşük maliyetle elektriğe dönüştürülmesi, ışıyı güçlü biçimde soğuran, uygun bant aralığına sahip ve kolay işlenebilen yeni yarı iletken malzemelerin geliştirilmesini gerektirmektedir.

ABX_3 genel formülüne sahip perovskit yapıları malzemeler, süperiletkenlik, dev manyetodirenç, iyonik iletkenlik ve ferroelektriklik gibi zengin fiziksel özellikleri nedeniyle mikroelektronik ve telekomünikasyon başta olmak üzere pek çok teknolojik alanda önem taşımaktadır (Bhalla vd., 2000). Halojenür perovskitlerin fotovoltaiik güneş hücrelerinde ışık soğurucu olarak kullanılmasıyla (Kojima vd., 2009) başlayan süreçte, bu malzemelerle elde edilen güç dönüşüm verimleri kısa sürede geleneksel ince film teknolojileriyle rekabet edebilir düzeye ulaşmıştır (Green vd., 2014).

Bununla birlikte, en yüksek verimli halojenür perovskit aygıtlarının kurşun içermesi, kurşunun toksisitesi ve çevresel riskleri nedeniyle ticarileşmenin önünde önemli bir engel oluşturmaktadır (Babayigit vd., 2016). Bu nedenle Pb yerine Sn, Ge, Bi ve Cu gibi daha çevre dostu elementlerin kullanıldığı kurşunsuz halojenür perovskitler yoğun biçimde araştırılmaktadır. İnorganik $ABCX_3$ tipi kloroperovskitler, organik-inorganik hibrit yapılara kıyasla daha yüksek termal ve kimyasal kararlılıkları ile öne çıkmaktadır.

Germanyum tabanlı $AGeX_3$ halojenür perovskitleri, Pb ile aynı grupta yer alan Ge'nin benzer ns^2 elektron yapısı sayesinde kurşunlu perovskitlere benzer bant kenarı karakteri sergileyebilmekte ve verimli ışık soğurucu adaylar olarak öne çıkmaktadır (Krishnamoorthy vd., 2015; Stoumpos vd., 2015). Bu aile içinde $KGeCl_3$, kurşunsuz, tamamen inorganik ve kübik simetrik bir üye olarak ilgi çekmektedir. Ge^{2+} iyonunun $4s^2$ yalın elektron çifti, bu bileşiklerde yapısal bozulmalara ve bant aralığının ayarlanmasına olanak tanıyan önemli bir etkidir (Stoumpos vd., 2015).

Bir malzemenin fotovoltaiik ve optoelektronik aygıtlarda kullanılabilmesi için elektronik ve optik özelliklerinin yanı sıra mekanik davranışı da önemlidir. Sünek ve esnek malzemeler, ince film üretimi ve esnek aygıt uygulamaları sırasında oluşan gerilmelere karşı daha dayanıklıdır. Yoğunluk fonksiyoneli teorisi (DFT), bu özelliklerin tamamının tutarlı bir çerçevede öngörülmesini sağlayan güçlü bir kuramsal araçtır (Hohenberg & Kohn, 1964; Kohn & Sham, 1965). Bu çalışmada, CASTEP kodu (Clark vd., 2005) ile kübik $KGeCl_3$ perovskitinin yapısal, elektronik, elastik, termoelastik ve optik özellikleri ilk ilkeler yöntemiyle bütüncül biçimde incelenmiş ve malzemenin fotovoltaiik ile optoelektronik uygulama potansiyeli değerlendirilmiştir.

2. YÖNTEM

Hesaplamalar, Kohn–Sham DFT formalizmini düzlem dalga baz kümesi ve sözde-potansiyel yaklaşımıyla uygulayan CASTEP yazılım paketi ile gerçekleştirilmiştir (Clark vd., 2005; Segall vd., 2002). Değişim–korelasyon enerjisi, Perdew–Burke–Ernzerhof (PBE) parametrizasyonlu genelleştirilmiş gradyan yaklaşımı (GGA) ile tanımlanmıştır (Perdew vd., 1996). İyon–elektron etkileşimleri Vanderbilt tipi ultrasoft sözde-potansiyellerle (USP) modellenmiştir (Vanderbilt, 1990). Düzlem dalga kesme enerjisi 485 eV olarak seçilmiş, Brillouin bölgesi integrasyonları $6 \times 6 \times 6$ Monkhorst–Pack k-noktası ızgarası üzerinden gerçekleştirilmiştir (Monkhorst & Pack, 1976). Hesaplama parametreleri Tablo 1’de özetlenmiştir.

Tablo 1. Hesaplamalarda Kullanılan Parametreler

Parametre	Değer
Yazılım paketi	CASTEP
Teori	Kohn–Sham DFT
Değişim–korelasyon fonksiyoneli	GGA-PBE
Geometri optimizasyonu	BFGS algoritması
Sözde-potansiyel	Ultrasoft (USP)
Kesme enerjisi	485 eV
k-noktası ızgarası	$6 \times 6 \times 6$ (Monkhorst–Pack)

2.2. Yapı Optimizasyonu

Başlangıç yapısı $Pm-3m$ (No. 221) uzay grubuna sahip ideal kübik perovskit düzeninde oluşturulmuştur. Örgü parametresi ve atomik konumlar, Broyden–Fletcher–Goldfarb–Shanno (BFGS) yarı-Newton algoritması ile atomlara etkiyen kuvvetler ve hücre gerilmeleri yakınsama ölçütlerini sağlayana dek eş zamanlı olarak gevşetilmiştir (Pfrommer vd., 1997). Perovskit yapının geometrik uygunluğu, Goldschmidt tolerans faktörü (t) ve oktahedral faktör (μ) ile değerlendirilmiştir (Goldschmidt, 1926):

$$t = (r_A + r_X) / [\sqrt{2} (r_B + r_X)], \quad \mu = r_B / r_X \quad (1)$$

Burada r_A , r_B ve r_X sırasıyla A katyonunun, B katyonunun ve anyonun iyonik yarıçaplarıdır; hesaplamada Shannon (1976) iyonik yarıçapları kullanılmıştır.

2.3. Elastik ve Termoelastik Özellikler

Elastik sertlik katsayıları (C_{ij}), optimize yapıya küçük homojen gerinimler uygulanıp oluşan gerilmelerin Hooke yasasına uydurulduğu gerinim–gerilme yöntemiyle hesaplanmıştır (Nielsen & Martin, 1985). Kübik simetride üç bağımsız elastik sabit (C_{11} , C_{12} , C_{44}) bulunmaktadır ve mekanik kararlılık için Born ölçütleri şu şekildedir (Born & Huang, 1954; Mouhat & Coudert, 2014):

$$C_{11} - C_{12} > 0, \quad C_{11} + 2C_{12} > 0, \quad C_{44} > 0 \quad (2)$$

Polikristal bulk (B) ve kayma (G) modülleri Voigt (1928) üst sınırı ve Reuss (1929) alt sınırı üzerinden hesaplanmış, Hill (1952) ortalaması ile gerçekçi değerler elde edilmiştir:

$$B_V = B_R = (C_{11} + 2C_{12}) / 3, \quad G_V = (C_{11} - C_{12} + 3C_{44}) / 5 \quad (3)$$

$$G_R = 5(C_{11} - C_{12})C_{44} / [4C_{44} + 3(C_{11} - C_{12})], \quad X_H = (X_V + X_R) / 2 \quad (4)$$

Young modülü (E), Poisson oranı (ν), Zener anizotropi faktörü (A) ve evrensel anizotropi indeksi (A^U) şu bağıntılarla belirlenmiştir (Ranganathan & Ostoja-Starzewski, 2008; Zener, 1948):

$$E = 9BG / (3B + G), \quad \nu = (3B - 2G) / [2(3B + G)] \quad (5)$$

$$A = 2C_{44} / (C_{11} - C_{12}), \quad A^U = 5G_V / G_R + B_V / B_R - 6 \quad (6)$$

Kübik bir kristalde $[hkl]$ doğrultusundaki Young modülü, elastik uyum sabitleri (S_{ij}) cinsinden şöyle ifade edilir (Nye, 1985):

$$1/E_{hkl} = S_{11} - 2(S_{11} - S_{12} - S_{44}/2)(l_1^2 l_2^2 + l_2^2 l_3^2 + l_3^2 l_1^2) \quad (7)$$

Burada l_i doğrultu kosinüsleridir. Vickers sertliği Tian vd. (2012) modeliyle, kırılma tokluğu (K_{IC}) Niu vd. (2019) modeliyle, Debye sıcaklığı (θ_D) ise ortalama ses hızından (v_m) Anderson (1963) yöntemiyle hesaplanmıştır:

$$H_V = 0.92k^{1.137}G^{0.708} \quad (k = G/B), \quad \theta_D = (h/k_B)[(3n/4\pi)(N_A\rho/M)]^{1/3}v_m \quad (8)$$

Burada h Planck sabiti, k_B Boltzmann sabiti, n formül birimindeki atom sayısı, N_A Avogadro sayısı, ρ yoğunluk ve M molar kütledir.

2.4. Elektronik ve Optik Özellikler

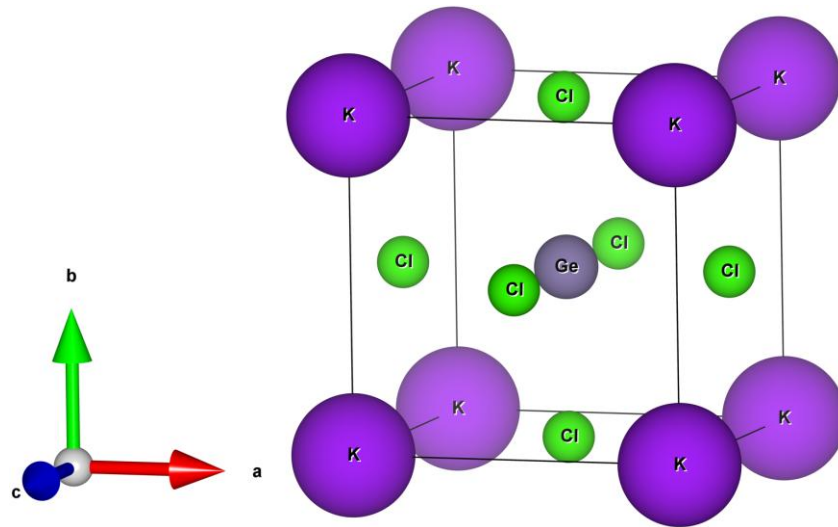
Elektronik bant yapısı, kübik Brillouin bölgesinin X–R–M– Γ –R yüksek simetri yolu boyunca (Setyawan & Curtarolo, 2010) hesaplanmış; toplam ve kısmi durum yoğunlukları (TDOS/PDOS) optimize yapı üzerinden elde edilmiştir. Optik özellikler kompleks dielektrik fonksiyon $\epsilon(\omega) = \epsilon_1(\omega) + i\epsilon_2(\omega)$ üzerinden türetilmiştir. Sanal kısım $\epsilon_2(\omega)$ dolu ve boş durumlar arasındaki geçiş matris elemanlarından, gerçek kısım $\epsilon_1(\omega)$ ise Kramers–Kronig bağıntıları yardımıyla elde edilmiştir (Saha vd., 2000). Soğurma katsayısı $\alpha(\omega)$, yansıtıcılık $R(\omega)$ ve optik iletkenlik $\sigma(\omega)$ şu bağıntılarla hesaplanmıştır (Fox, 2010):

$$\alpha(\omega) = \sqrt{2} \omega [(\epsilon_1^2 + \epsilon_2^2)^{1/2} - \epsilon_1]^{1/2}, \quad R(\omega) = |(\sqrt{\epsilon}(\omega) - 1) / (\sqrt{\epsilon}(\omega) + 1)|^2, \quad \sigma(\omega) = \omega\epsilon_2(\omega)/4\pi \quad (9)$$

3. BULGULAR

3.1. Yapısal Özellikler

Geometrik optimizasyon, KGeCl_3 'ün $Pm-3m$ uzay grubunda ideal kübik perovskit düzeninde kararlı bir denge geometrisine ulaştığını göstermiştir. Birim hücrede K atomu $1a$ (0, 0, 0), Ge atomu $1b$ ($\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$) ve Cl atomları $3c$ (0, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$) Wyckoff konumlarında bulunmaktadır; başka bir deyişle K katyonları hücre köşelerinde, Ge hücre merkezinde, Cl anyonları ise yüzey merkezlerinde yer almaktadır (Şekil 1). Bu düzende Ge atomu altı Cl atomuyla köşe paylaşımli GeCl_6 oktahedronları oluşturmakta ve bu oktahedral ağ yapının temel yapı taşı meydana getirmektedir; K atomu ise oktahedral ağın boşluklarında on iki Cl atomu ile koordine olmaktadır.



Şekil 1. KGeCl_3 Bileşiğinin Kübik Perovskit Birim Hücresi ($Pm-3m$).

Denge örgü parametresi $a = 5.2229$ Å olarak elde edilmiş olup buna karşılık gelen birim hücre hacmi yaklaşık 142.47 Å³'tür (Tablo 2). Bu geometriden Ge–Cl bağ uzunluğu $a/2 \approx 2.611$ Å, K–Cl uzaklığı ise $a/\sqrt{2} \approx 3.693$ Å olarak bulunmaktadır. Formül kütlesi (218.09 g/mol) ve hücre hacminden hesaplanan kuramsal yoğunluk yaklaşık 2.54 g/cm³'tür.

Tablo 2. KGeCl_3 Bileşiğinin Optimize Edilmiş Yapısal Parametreleri.

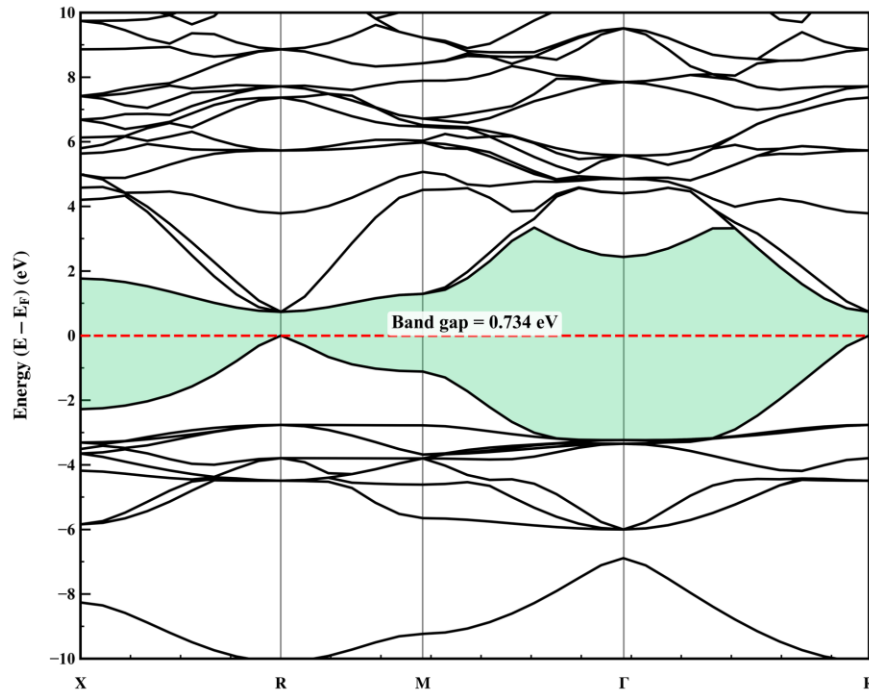
Uzay grubu	Sistem	$a = b = c$ (Å)	$\alpha = \beta = \gamma$	V (Å ³)	ρ (g/cm ³)	E_g (eV)
$Pm-3m$ (221)	Kübik perovskit	5.2229	90°	142.47	2.54	0.734 (doğrudan)

Shannon (1976) iyonik yarıçapları (K^+ , XII koordinasyon: 1.64 Å; Ge^{2+} , VI koordinasyon: 0.73 Å; Cl^- , VI koordinasyon: 1.81 Å) kullanılarak Denklem 1'den hesaplanan tolerans faktörü $t \approx 0.96$ 'dır. Bu değer, ideal kübik perovskit için beklenen 1'e oldukça yakındır ve A konumundaki K iyonunun oktahedral ağın boşluğuna iyi uyum sağladığını göstermektedir (Goldschmidt, 1926). Buna karşın oktahedral faktör $\mu \approx 0.40$ olup kararlı

oktahedral koordinasyon için genellikle önerilen yaklaşık 0.41 sınırına oldukça yakındır. Küçük Ge^{2+} iyonunun oktahedral boşlukta görece “gevşek” bulunması ve $4s^2$ yalın elektron çiftinin stereokimyasal etkinliği, Ge tabanlı halojenür perovskitlerde düşük sıcaklıklarda oktahedral bozulmalara ve daha düşük simetrlili fazlara yol açabilmektedir (Stoumpos vd., 2015). Bu nedenle incelenen kübik fazın, bozulmuş fazlarla ilişkili olarak yüksek sıcaklık fazı niteliğinde olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır; bu durum aşağıda tartışılan düşük C_{44} değeriyle de uyumludur.

3.2. Elektronik Bant Yapısı

KGeCl_3 'ün $X-R-M-\Gamma-R$ yüksek simetri yolu boyunca hesaplanan elektronik bant yapısı Şekil 2'de sunulmuştur; Fermi seviyesi (valans bandı tavanı) 0 eV olarak alınmıştır. Valans bandı maksimumu (VBM) ile iletim bandı minimumu (CBM) Brillouin bölgesinin köşesi olan yüksek simetrlili R noktasında çakışmaktadır. Dolayısıyla KGeCl_3 , $R-R$ doğrultusunda 0.734 eV büyüklüğünde dar ve doğrudan bir bant aralığına sahip bir yarı iletkenidir. Doğrudan bant geçişi, fonon yardımı gerektirmeyen verimli foton soğurması ve ışıma olanağı sunduğu için fotovoltaik ve ışık yayan aygıtlar açısından önemli bir avantajdır. R noktasındaki doğrudan bant aralığı, ABX_3 tipi kübik halojenür perovskitlerin karakteristik bir özelliğidir.



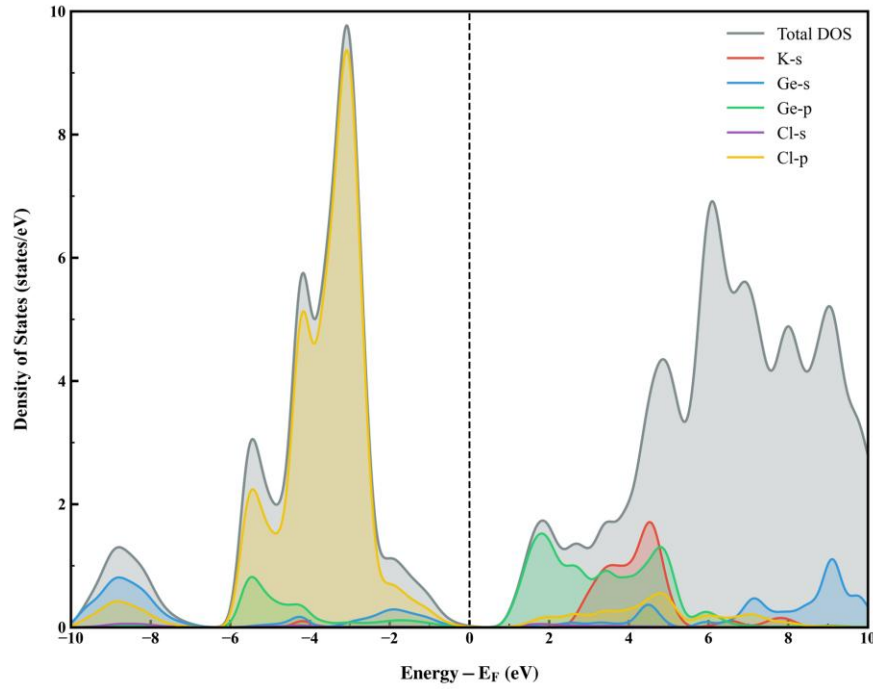
Şekil 2. KGeCl_3 Bileşiğinin Elektronik Bant Yapısı.

VBM'yi oluşturan en üst valans bandı, R noktasından Γ noktasına doğru yaklaşık 3.2 eV'lik belirgin bir dağılım göstermektedir. Benzer şekilde iletim bandı tabanı da R noktası civarında güçlü bir eğriliğe sahiptir. R noktası civarındaki bu güçlü bant dağılımları, hem elektronlar hem de deşikler için küçük etkin kütlelere ve dolayısıyla yüksek taşıyıcı hareketliliğine işaret etmektedir; bu özellik, fotovoltaik aygıtlarda yük toplama verimliliği açısından olumludur. Yaklaşık -2.8 ile -6 eV arasında iç içe geçmiş bir valans bandı grubu, -7 eV'nin altında ise Ge-s karakterli derin bir bant bulunmaktadır.

GGA-PBE fonksiyonelinin, türev süreksizliğini içermemesi nedeniyle yarı iletkenlerin bant aralıklarını sistematik olarak olduğundan küçük hesapladığı iyi bilinmektedir (Perdew & Levy, 1983). Bu nedenle KGeCl_3 'ün gerçek bant aralığının 0.734 eV'den daha büyük olması beklenmektedir. HSE06 gibi hibrit fonksiyonellerle (Heyd vd., 2003) yapılacak hesaplamalar daha doğru bir değer sağlayacaktır. Tek eklemli güneş hücreleri için Shockley–Queisser sınırına göre en uygun bant aralığının yaklaşık 1.1–1.4 eV aralığında olduğu dikkate alındığında (Shockley & Queisser, 1961), düzeltilmiş bant aralığının KGeCl_3 'ü bu ideal aralığa yaklaştırabileceği değerlendirilmektedir.

3.3. Durum Yoğunluğu

Toplam ve kısmi durum yoğunlukları Şekil 3'te verilmiştir. Fermi seviyesinde durum bulunmaması, bant yapısından elde edilen yarı iletken karakteri doğrulamaktadır. Valans bandının tepe bölgesi (-2 ile 0 eV arası) baskın olarak Cl- p hâllerinden oluşmakta ve bu bölgede Ge-s durumlarının küçük fakat belirgin bir katkısı bulunmaktadır. Bu durum, VBM'nin Ge- $4s$ ve Cl- $3p$ orbitallerinin karşıt bağ (antibonding) etkileşimiyle şekillendiğini göstermektedir; aynı mekanizma kurşunlu halojenür perovskitlerdeki Pb- $6s/X-p$ etkileşimine benzemektedir. Yaklaşık -3 eV civarında ≈ 9.8 durum/eV değerine ulaşan keskin pik de Cl- p karakterlidir ve bağ yapmayan Cl- p durumlarına karşılık gelmektedir.



Şekil 3. KGeCl₃ Bileşiğinin Toplam ve Kısmi Durum Yoğunluğu (TDOS/PDOS).

Yaklaşık -5.5 eV civarında Ge- p ile Cl- p durumlarının örtüştüğü bir pik bulunmaktadır; bu örtüşme Ge-Cl bağının kısmen kovalent karakterini yansıtmaktadır. -10 ile -7.5 eV arasındaki derin bant ise Ge- s ve Cl- p katkılarının birleşimiyle oluşan bağ durumlarına karşılık gelmektedir. İletim bandının alt kenarı ($\approx 1-3$ eV) baskın olarak Ge- p orbitallerinden oluşmakta ve ≈ 1.8 eV’de ≈ 1.5 durum/eV değerinde bir Ge- p piki bulunmaktadır. K- s durumları ise iletim bandında $\approx 3-5$ eV aralığında (en yüksek değeri ≈ 4.5 eV’de) yer almakta olup valans bandına katkıları ihmal edilebilir düzeydedir; bu durum K atomunun yapıya elektronunu vererek ağırlıklı olarak iyonik (K^+) davrandığını göstermektedir. Böylece temel optik geçişlerin, Cl- p /Ge- s karakterli VBM’den Ge- p karakterli CBM’ye gerçekleştiği sonucuna varılmaktadır.

3.4. Elastik Sabitler ve Mekanik Kararlılık

Kübik KGeCl₃ için hesaplanan elastik sertlik katsayıları ve Born kararlılık ölçütleri Tablo 3’te verilmiştir. $C_{11} = 58.81$ GPa, $[100]$ doğrultusundaki boyuna gerinime karşı direnci, $C_{44} = 8.56$ GPa ise kayma gerinimine karşı direnci temsil etmektedir.

Tablo 3. KGeCl₃ Bileşiğinin Elastik Sertlik Katsayıları ve Born Kararlılık Ölçütleri (GPa).

Büyüklik	Değer	Born ölçütü	Değer	Durum
$C_{11} = C_{22} = C_{33}$	58.81	$C_{11} - C_{12} > 0$	47.95	Sağlanıyor
$C_{12} = C_{13} = C_{23}$	10.86	$C_{11} + 2C_{12} > 0$	80.54	Sağlanıyor
$C_{44} = C_{55} = C_{66}$	8.56	$C_{44} > 0$	8.56	Sağlanıyor
Zener faktörü A	0.357	Cauchy basıncı $C_{12} - C_{44}$	2.30	—

Üç Born ölçütünün de sağlanması, KGeCl₃'ün sıfır basınç altında mekanik olarak kararlı olduğunu göstermektedir (Mouhat & Coudert, 2014). $C_{44} = 8.56$ GPa değerinin $(C_{11} - C_{12})/2 = 23.98$ GPa değerinden belirgin biçimde küçük kalması, {100} ve {110} kayma düzlemleri arasında kayma direncinde önemli bir fark oluştuğunu göstermektedir. Görece düşük C_{44} değeri, GeCl₆ oktahedronlarının dönme ve eğilme hareketlerine karşı düşük bir direnç bulunduğunu düşündürmektedir; bu durum, sınırda kalan oktahedral faktörle birlikte değerlendirildiğinde, Ge tabanlı perovskitlerde gözlenen yapısal bozulma eğilimiyle uyumludur. Elastik sabitlerden türetilen Cauchy basıncı $(C_{12} - C_{44}) + 2.30$ GPa olarak pozitifdir. Pettifor (1992) yaklaşımına göre pozitif Cauchy basıncı, bağlanmada iyonik tipte merkezi kuvvetlerin baskın olduğunu gösterir ve sünek davranışla ilişkilendirilir.

3.5. Polikristal Elastik Modüller ve Süneklik

Voigt, Reuss ve Hill yaklaşımlarıyla elde edilen polikristal elastik büyüklükler Tablo 4'te özetlenmiştir. Hill yaklaşımıyla elde edilen bulk modülü $B = 26.85$ GPa, kayma modülü $G = 13.13$ GPa ve Young modülü $E = 33.86$ GPa değerleri, KGeCl₃'ün yumuşak ve kolay deforme olabilen bir kafese sahip olduğunu göstermektedir. Sıkıştırılabilirlik $\beta = 1/B = 0.0373$ GPa⁻¹'dir. Bu düşük modüller, halojenür perovskitlerin görece zayıf ve uzun metal-halojen bağlarının tipik bir sonucudur.

Tablo 4. Voigt, Reuss ve Hill Yaklaşımlarıyla Elde Edilen Polikristal Elastik Büyüklükler.

Büyüklik	Voigt	Reuss	Hill
B (GPa)	26.85	26.85	26.85
G (GPa)	14.73	11.52	13.13
E (GPa)	37.35	30.25	33.86
B/G	1.82	2.33	2.05
ν	0.268	0.312	0.290
H_V (GPa)	3.12	1.99	2.52
K_{IC} (MPa·m ^{1/2})	0.348	0.307	0.328

Pugh (1954) ölçütüne göre $B/G > 1.75$ sünek davranışı karakterize eder. $KGeCl_3$ için Hill yaklaşımıyla bulunan $B/G = 2.05$ değeri bu sınırın üzerindedir; alt sınır niteliğindeki Voigt değeri (1.82) bile kritik değeri aşmaktadır. Frantsevich vd. (1983) ölçütünde $\nu > 0.26$ sünek malzemeleri tanımlar ve hesaplanan $\nu = 0.290$ değeri bu sınıflandırmayla uyumludur. Pozitif Cauchy basıncı ile birlikte değerlendirildiğinde üç bağımsız ölçüt, $KGeCl_3$ 'ün sünek bir mekanik karaktere ve işlenebilir bir kafes esnekliğine sahip olduğunda birleşmektedir.

Tian vd. (2012) modeliyle hesaplanan Vickers sertliği ($H_V = 2.52$ GPa), bileşiğin yumuşak ve işlenebilir bir malzeme olduğunu göstermektedir. Niu vd. (2019) modeliyle elde edilen kırılma tokluğu $K_{IC} = 0.328$ $MPa \cdot m^{1/2}$ değerindedir. Düşük sertlik ile sünek karakterin bir arada bulunması, $KGeCl_3$ 'ün ince film üretimi ve esnek aygıt uygulamalarında mekanik gerilmeleri plastik deformasyonla sönmüleyebileceğini ve çatlamaya karşı avantaj sağlayabileceğini düşündürmektedir.

3.6. Elastik Anizotropi ve Termoelastik Özellikler

Kübik bir kristalde Zener faktörü $A = 1$ tam elastik izotropiyi temsil eder. $KGeCl_3$ için hesaplanan $A = 0.357$ değeri birimden belirgin biçimde sapmaktadır. Tüm kristal sistemlerine uygulanabilen ve tam izotropide sıfır olan evrensel anizotropi indeksi ise $A^U = 1.39$ olarak elde edilmiştir (Ranganathan & Ostoja-Starzewski, 2008). Bu değerler, yapının yöne bağımlı ılımlı bir elastik anizotropi sergilediğini göstermektedir. Voigt ve Reuss kayma modülleri arasındaki yaklaşık %28'lik fark (14.73 ve 11.52 GPa) bu anizotropinin doğrudan bir ölçüsüdür. $KGeCl_3$ bileşiğinin anizotropi ve termoelastik büyüklükleri Tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 5. $KGeCl_3$ Bileşiğinin Anizotropi ve Termoelastik Büyüklükleri.

Büyüklük	Değer	Büyüklük	Değer
$E_x = E_y = E_z = E[100]$ (GPa)	55.42	Zener faktörü A	0.357
$E[110]$ (GPa)	≈ 27.2	Evrensel indeks A^U	1.39
$E[111]$ (GPa)	≈ 23.2	Debye sıcaklığı θ_D (K)	240.61
$\nu_{xy} = \nu_{xz} = \nu_{yz}$	0.156	Ortalama ses hızı v_m (m/s)	2468.45
E_{max}/E_{min}	≈ 2.4	Sıkıştırılabilirlik β (GPa^{-1})	0.0373

Kübik simetri gereği x , y ve z eksenleri boyunca tek eksenli Young modülleri özdeşdir (55.42 GPa) ve eksenel Poisson oranları 0.156 değerindedir. Bu nedenle anizotropi eksenler arasında değil, farklı kristalografik doğrultular arasında ve özellikle kayma modunda ortaya çıkmaktadır. Denklem 7 ile hesaplanan doğrultusal Young modülleri $E[100] = 55.42$ GPa, $E[110] \approx 27.2$ GPa ve $E[111] \approx 23.2$ GPa olup en rijit ve en esnek

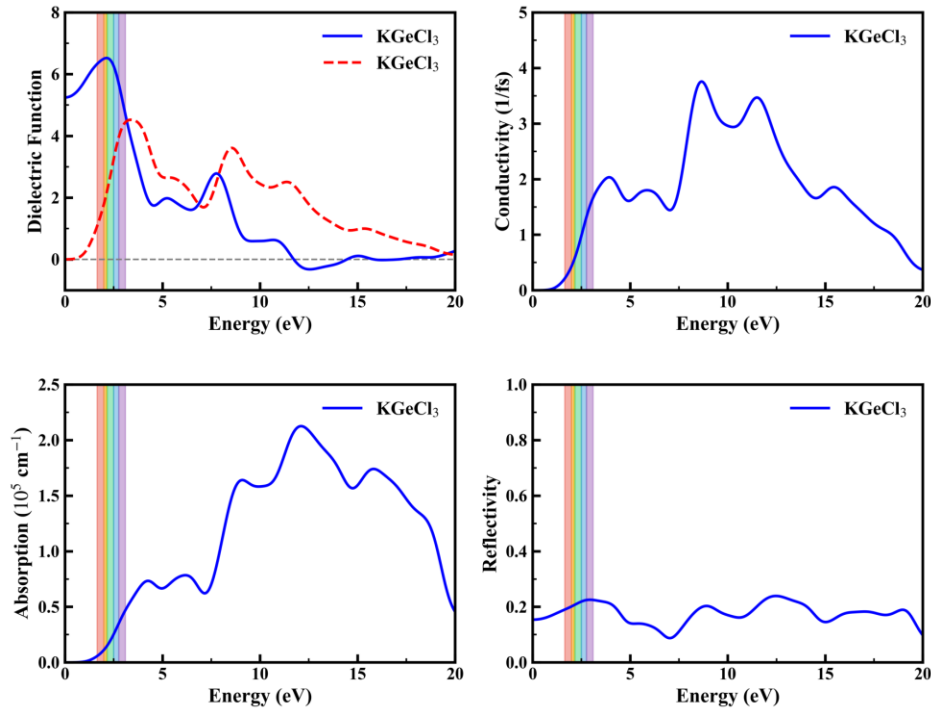
doğrultular arasında yaklaşık 2.4 katlık bir fark bulunmaktadır. $A < 1$ olması nedeniyle en rijit doğrultu [100] eksen, en esnek doğrultu ise [111] cisim köşegenidir. Bu yön bağımlılığı, ince film büyütme ve aygıt tasarımında kristal yöneliminin mekanik tepkiyi etkileyeceğini göstermektedir.

Debye sıcaklığı, örgü titreşimleri, ısı kapasitesi ve termal iletkenlikle yakından ilişkili temel bir parametredir (Anderson, 1963). KGeCl_3 için elde edilen $\theta_D = 240.61$ K ve $v_m = 2468.45$ m/s değerleri görece düşüktür; bu durum, yumuşak kafes ve düşük kayma modülüyle tutarlıdır. Düşük Debye sıcaklığı, düşük frekanslı örgü titreşimlerine ve görece düşük örgü termal iletkenliğine işaret etmektedir. Bu özellik, halojenür perovskitlerde sıcak taşıyıcı soğumasının yavaşlaması ve termoelektrik uygulamalar açısından da ilgi çekici olabilir.

3.7. Optik Özellikler

KGeCl_3 'ün 0–20 eV aralığında hesaplanan dielektrik fonksiyonu, optik iletkenliği, soğurma katsayısı ve yansıtıcılığı Şekil 4'te verilmiştir; grafiklerdeki renkli dikey bant görünür bölgeyi (yaklaşık 1.6–3.1 eV) göstermektedir. Statik dielektrik sabiti $\epsilon_1(0) \approx 5.3$ olarak elde edilmiştir; buna karşılık gelen statik kırılma indisi $n(0) = [\epsilon_1(0)]^{1/2} \approx 2.29$ 'dur. Dar bant aralığına sahip yarı iletkenlerde daha büyük $\epsilon_1(0)$ değerleri beklenmesi, bant aralığı ile statik dielektrik sabiti arasında ters orantı öngören Penn (1962) modeliyle uyumludur. $\epsilon_1(\omega)$ görünür bölgenin ortasında, yaklaşık 2.2 eV'de ≈ 6.5 değerinde bir maksimuma ulaşmakta, ardından azalarak ≈ 12 –14 eV aralığında negatif değerler almaktadır. $\epsilon_1(\omega)$ 'nın negatif olduğu bu bölge, malzemenin gelen ışığı metalik benzeri biçimde yansıttığı enerji aralığına karşılık gelmektedir.

Dielektrik fonksiyonun sanal kısmı $\epsilon_2(\omega)$ yaklaşık 0.8 eV civarında artmaya başlamaktadır; bu eşik değer hesaplanan 0.734 eV'lik doğrudan bant aralığıyla uyumludur. $\epsilon_2(\omega)$ görünür bölgenin üst ucunda, ≈ 3.3 eV'de ≈ 4.5 değerinde ilk belirgin pikine ulaşmakta, ≈ 5.5 , ≈ 8.6 ve ≈ 11.5 eV'de ise ek pikler göstermektedir. DOS analiziyle birlikte değerlendirildiğinde ≈ 3.3 eV'deki pik esas olarak Cl-p/Ge-s karakterli üst valans bandından Ge-p karakterli iletim bandına, 8–12 eV bölgesindeki pikler ise daha derin Cl-p durumlarından Ge-p ve K-s katkılı yüksek iletim durumlarına gerçekleşen geçişlere atfedilebilir.



Şekil 4. KGeCl₃ Bileşiğinin Optik Özellikleri.

Optik iletkenlik, $\epsilon_2(\omega)$ ile uyumlu olarak görünür bölge eşiğinde artmaya başlamakta, ≈ 3.9 eV'de ilk pikini göstermekte ve ≈ 8.7 eV'de en yüksek değerine ulaşmaktadır; ≈ 11.5 ve ≈ 15.5 eV'de de belirgin pikler bulunmaktadır. Soğurma katsayısı, bant aralığı eşiğinin ardından görünür bölgede artmaya başlamakta ve görünür bölgenin mor ucunda $\approx 0.5 \times 10^5 \text{ cm}^{-1}$ düzeyine ulaşmaktadır. Morötesi bölgede soğurma belirgin biçimde güçlenerek ≈ 4.2 , ≈ 6.2 , ≈ 9.1 ve ≈ 15.9 eV'de pikler oluşturmakta; en yüksek değer ≈ 12.1 eV'de yaklaşık $2.1 \times 10^5 \text{ cm}^{-1}$ olarak elde edilmektedir. Görünür bölgede başlayan ve UV bölgesinde 10^5 cm^{-1} mertebesini aşan bu güçlü soğurma, ince film soğurucu katmanlar ve UV fotodedektörleri için önemli bir avantajdır.

Yansıtıcılık sıfır frekansta ≈ 0.15 değerini almaktadır; bu değer, $n(0) \approx 2.29$ için Fresnel bağıntısından beklenen $[(n-1)/(n+1)]^2 \approx 0.15$ değeriyle tutarlıdır. Yansıtıcılık görünür bölgenin sonunda (≈ 3 eV) ≈ 0.22 , $\epsilon_1(\omega)$ 'nin negatif olduğu ≈ 12.5 eV civarında ise ≈ 0.24 ile en yüksek değerlerine ulaşmakta ve tüm enerji aralığında %25'in altında kalmaktadır. Düşük yansıtıcılık, gelen ışığın büyük bölümünün malzeme içine girerek soğurulabileceğini göstermekte ve güneş pili uygulamalarında yansıma kayıplarının düşük olacağına işaret etmektedir.

3.8. Fotovoltaik ve Optoelektronik Uygulama Potansiyeli

Elde edilen bulgular birlikte değerlendirildiğinde KGeCl_3 , fotovoltaik ve optoelektronik uygulamalar için birbirini tamamlayan özellikler sunmaktadır. VBM ve CBM'nin R noktasında çakışması, fonon yardımı gerektirmeyen verimli foton soğurması ve ısıma anlamına gelmektedir. Ge tabanlı bileşim, toksik Pb içeren halojenür perovskitlere çevre dostu bir alternatif sunmaktadır (Babayigit vd., 2016). R noktası civarındaki güçlü bant dağılımları küçük taşıyıcı etkin kütlelerine, görünür bölgede başlayan ve UV bölgesinde $2 \times 10^5 \text{ cm}^{-1}$ düzeyine ulaşan soğurma ise ince soğurucu katmanlarla yeterli ışık toplanabileceğine işaret etmektedir. Düşük yansıtıcılık yansıma kayıplarını sınırlamaktadır. Mekanik açıdan $B/G = 2.05$ ve $\nu = 0.29$ ile ifade edilen sünek kafes, esnek ve ince film aygıt üretimi açısından avantaj sağlamaktadır.

Bununla birlikte, GGA-PBE ile hesaplanan 0.734 eV'lik bant aralığının kızılötesi bölgeye karşılık gelmesi, bileşiğin bu hâliyle özellikle kızılötesi dedektörler ve çok eklemli güneş hücrelerinin alt hücreleri için uygun olabileceğini göstermektedir. Hibrit fonksiyonellerle düzeltilmiş bant aralığının daha büyük olması beklendiğinden, KGeCl_3 'ün gerçek optoelektronik uygulama penceresinin görünür bölgeye doğru kayması olasıdır. Ge^{2+} iyonunun oksidasyona yatkınlığı ise Ge tabanlı perovskitlerin pratik kullanımında dikkate alınması gereken bir kararlılık sorunudur (Krishnamoorthy vd., 2015). Sonuç olarak KGeCl_3 , güneş pilleri ile kızılötesi/görünür bölge optoelektronik aygıtları için umut verici bir aday olarak değerlendirilmektedir.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmada kurşunsuz kübik halojenür perovskit KGeCl_3 'ün yapısal, elektronik, mekanik, termoelastik ve optik özellikleri CASTEP kodu ile GGA-PBE çerçevesinde ilk ilkeler yöntemiyle incelendi. KGeCl_3 , $Pm-3m$ uzay grubunda $a = 5.2229 \text{ Å}$ denge örgü parametresiyle kübik perovskit yapıda optimize edilmiştir. Tolerans faktörü ($t \approx 0.96$) perovskit düzeninin geometrik açıdan uygun olduğunu, sınırda kalan oktahedral faktör ($\mu \approx 0.40$) ise Ge tabanlı perovskitlere özgü bozulma eğilimini göstermektedir. VBM ve CBM R noktasında çakışmakta ve yapı 0.734 eV'lik dar ve doğrudan bir bant aralığı sergilemektedir. Valans bandı tepesi Cl-p (Ge-s katkılı), iletim bandı tabanı ise Ge-p hâlleri tarafından belirlenmektedir. K ağırlıklı olarak iyonik davranmaktadır. Elastik sabitler ($C_{11} = 58.81$, $C_{12} = 10.86$, $C_{44} = 8.56 \text{ GPa}$) kübik Born kararlılık ölçütlerini sağlamaktadır. Hill yaklaşımıyla $B = 26.85 \text{ GPa}$, $G = 13.13 \text{ GPa}$ ve $E = 33.86 \text{ GPa}$ elde edilmiştir. $B/G = 2.05$, $\nu = 0.29$ ve pozitif Cauchy basıncı, KGeCl_3 'ün sünek bir malzeme olduğunu tutarlı biçimde ortaya koymaktadır. $A = 0.357$ ve $A^U = 1.39$ değerleri yöne bağımlı ılımlı bir elastik anizotropiye işaret etmektedir; en rijit doğrultu [100], en esnek doğrultu [111]'dir. Tian sertliği 2.52 GPa, Debye sıcaklığı 240.61 K ve ortalama ses hızı 2468.45 m/s olarak hesaplanmıştır. Optik spektrumlar $\epsilon_1(0) \approx 5.3$, $n(0) \approx 2.29$, tüm aralıkta %25'in altında kalan

yansıtıcılık ve UV bölgesinde $\approx 2 \times 10^5 \text{ cm}^{-1}$ düzeyine ulaşan güçlü soğurma ile karakterize edilmektedir. Bu özellikler, doğrudan bant geçişine sahip, kurşunsuz ve sünek KGeCl_3 'ü güneş pilleri ile kızılötesi/görünür bölge optoelektronik aygıtları için umut verici bir aday olarak öne çıkarmaktadır.

Gelecek çalışmalarda bant aralığının hibrit fonksiyonellerle (HSE06) ve spin-yörünge etkileşimi dikkate alınarak yeniden hesaplanması, fonon dağılımı hesaplamalarıyla kübik fazın dinamik kararlılığının ve olası düşük simetrikli fazlarla rekabetinin incelenmesi, oluşum entalpisinin belirlenmesi ve bulguların deneysel çalışmalarıyla sınanması önerilmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada sunulan sayısal hesaplamalar TÜBİTAK ULAKBİM Yüksek Başarım ve Grid Hesaplama Merkezi (TRUBA) kaynakları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ayrıca bu çalışma, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (OKÜBAP) tarafından OKÜBAP-2026-YPDP-001 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir. Katkı ve desteklerinden ötürü TÜBİTAK ULAKBİM'e ve Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi BAP Birimi'ne teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Anderson, O. L. (1963). A simplified method for calculating the Debye temperature from elastic constants. *Journal of Physics and Chemistry of Solids*, 24(7), 909–917. [https://doi.org/10.1016/0022-3697\(63\)90067-2](https://doi.org/10.1016/0022-3697(63)90067-2)
- Babayigit, A., Ethirajan, A., Muller, M., & Conings, B. (2016). Toxicity of organometal halide perovskite solar cells. *Nature Materials*, 15(3), 247–251. <https://doi.org/10.1038/nmat4572>
- Bhalla, A. S., Guo, R., & Roy, R. (2000). The perovskite structure—A review of its role in ceramic science and technology. *Materials Research Innovations*, 4(1), 3–26. <https://doi.org/10.1007/s100190000062>
- Born, M., & Huang, K. (1954). *Dynamical theory of crystal lattices*. Clarendon Press.
- Clark, S. J., Segall, M. D., Pickard, C. J., Hasnip, P. J., Probert, M. I. J., Refson, K., & Payne, M. C. (2005). First principles methods using CASTEP. *Zeitschrift für Kristallographie – Crystalline Materials*, 220(5–6), 567–570. <https://doi.org/10.1524/zkri.220.5.567.65075>
- Fox, M. (2010). *Optical properties of solids* (2nd ed.). Oxford University Press.
- Frantsevich, I. N., Voronov, F. F., & Bokuta, S. A. (1983). *Elastic constants and elastic moduli of metals and insulators: Handbook*. Naukova Dumka.
- Goldschmidt, V. M. (1926). Die Gesetze der Krystallochemie. *Die Naturwissenschaften*, 14(21), 477–485. <https://doi.org/10.1007/BF01507527>
- Green, M. A., Ho-Baillie, A., & Snaith, H. J. (2014). The emergence of perovskite solar cells. *Nature Photonics*, 8(7), 506–514. <https://doi.org/10.1038/nphoton.2014.134>
- Heyd, J., Scuseria, G. E., & Ernzerhof, M. (2003). Hybrid functionals based on a screened Coulomb potential. *The Journal of Chemical Physics*, 118(18), 8207–8215. <https://doi.org/10.1063/1.1564060>
- Hill, R. (1952). The elastic behaviour of a crystalline aggregate. *Proceedings of the Physical Society. Section A*, 65(5), 349–354. <https://doi.org/10.1088/0370-1298/65/5/307>
- Hohenberg, P., & Kohn, W. (1964). Inhomogeneous electron gas. *Physical Review*, 136(3B), B864–B871. <https://doi.org/10.1103/PhysRev.136.B864>
- Kohn, W., & Sham, L. J. (1965). Self-consistent equations including exchange and correlation effects. *Physical Review*, 140(4A), A1133–A1138. <https://doi.org/10.1103/PhysRev.140.A1133>
- Kojima, A., Teshima, K., Shirai, Y., & Miyasaka, T. (2009). Organometal halide perovskites as visible-light sensitizers for photovoltaic cells. *Journal of the American Chemical Society*, 131(17), 6050–6051. <https://doi.org/10.1021/ja809598r>

Krishnamoorthy, T., Ding, H., Yan, C., Leong, W. L., Baikie, T., Zhang, Z., Sherburne, M., Li, S., Asta, M., Mathews, N., & Mhaisalkar, S. G. (2015). Lead-free germanium iodide perovskite materials for photovoltaic applications. *Journal of Materials Chemistry A*, 3(47), 23829–23832. <https://doi.org/10.1039/C5TA05741H>

Monkhorst, H. J., & Pack, J. D. (1976). Special points for Brillouin-zone integrations. *Physical Review B*, 13(12), 5188–5192. <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.13.5188>

Mouhat, F., & Coudert, F.-X. (2014). Necessary and sufficient elastic stability conditions in various crystal systems. *Physical Review B*, 90(22), Article 224104. <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.90.224104>

Nielsen, O. H., & Martin, R. M. (1985). Quantum-mechanical theory of stress and force. *Physical Review B*, 32(6), 3780–3791. <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.32.3780>

Niu, H., Niu, S., & Oganov, A. R. (2019). Simple and accurate model of fracture toughness of solids. *Journal of Applied Physics*, 125(6), Article 065105. <https://doi.org/10.1063/1.5066311>

Nye, J. F. (1985). *Physical properties of crystals: Their representation by tensors and matrices*. Oxford University Press.

Penn, D. R. (1962). Wave-number-dependent dielectric function of semiconductors. *Physical Review*, 128(5), 2093–2097. <https://doi.org/10.1103/PhysRev.128.2093>

Perdew, J. P., Burke, K., & Ernzerhof, M. (1996). Generalized gradient approximation made simple. *Physical Review Letters*, 77(18), 3865–3868. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.77.3865>

Perdew, J. P., & Levy, M. (1983). Physical content of the exact Kohn-Sham orbital energies: Band gaps and derivative discontinuities. *Physical Review Letters*, 51(20), 1884–1887. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.51.1884>

Pettifor, D. G. (1992). Theoretical predictions of structure and related properties of intermetallics. *Materials Science and Technology*, 8(4), 345–349. <https://doi.org/10.1179/mst.1992.8.4.345>

Pfrommer, B. G., Côté, M., Louie, S. G., & Cohen, M. L. (1997). Relaxation of crystals with the quasi-Newton method. *Journal of Computational Physics*, 131(1), 233–240. <https://doi.org/10.1006/jcph.1996.5612>

Pugh, S. F. (1954). Relations between the elastic moduli and the plastic properties of polycrystalline pure metals. *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science*, 45(367), 823–843. <https://doi.org/10.1080/14786440808520496>

Ranganathan, S. I., & Ostoja-Starzewski, M. (2008). Universal elastic anisotropy index. *Physical Review Letters*, 101(5), Article 055504. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.101.055504>

Reuss, A. (1929). Berechnung der Fließgrenze von Mischkristallen auf Grund der Plastizitätsbedingung für Einkristalle. *ZAMM – Zeitschrift für Angewandte Mathematik und Mechanik*, 9(1), 49–58. <https://doi.org/10.1002/zamm.19290090104>

Saha, S., Sinha, T. P., & Mookerjee, A. (2000). Electronic structure, chemical bonding, and optical properties of paraelectric BaTiO₃. *Physical Review B*, 62(13), 8828–8834. <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.62.8828>

Segall, M. D., Lindan, P. J. D., Probert, M. J., Pickard, C. J., Hasnip, P. J., Clark, S. J., & Payne, M. C. (2002). First-principles simulation: Ideas, illustrations and the CASTEP code. *Journal of Physics: Condensed Matter*, 14(11), 2717–2744. <https://doi.org/10.1088/0953-8984/14/11/301>

Setyawan, W., & Curtarolo, S. (2010). High-throughput electronic band structure calculations: Challenges and tools. *Computational Materials Science*, 49(2), 299–312. <https://doi.org/10.1016/j.commatsci.2010.05.010>

Shannon, R. D. (1976). Revised effective ionic radii and systematic studies of interatomic distances in halides and chalcogenides. *Acta Crystallographica Section A*, 32(5), 751–767. <https://doi.org/10.1107/S0567739476001551>

Shockley, W., & Queisser, H. J. (1961). Detailed balance limit of efficiency of p-n junction solar cells. *Journal of Applied Physics*, 32(3), 510–519. <https://doi.org/10.1063/1.1736034>

Stoumpos, C. C., Frazer, L., Clark, D. J., Kim, Y. S., Rhim, S. H., Freeman, A. J., Ketterson, J. B., Jang, J. I., & Kanatzidis, M. G. (2015). Hybrid germanium iodide perovskite semiconductors: Active lone pairs, structural distortions, direct and indirect energy gaps, and strong nonlinear optical properties. *Journal of the American Chemical Society*, 137(21), 6804–6819. <https://doi.org/10.1021/jacs.5b01025>

Tian, Y., Xu, B., & Zhao, Z. (2012). Microscopic theory of hardness and design of novel superhard crystals. *International Journal of Refractory Metals and Hard Materials*, 33, 93–106. <https://doi.org/10.1016/j.ijrmhm.2012.02.021>

Vanderbilt, D. (1990). Soft self-consistent pseudopotentials in a generalized eigenvalue formalism. *Physical Review B*, 41(11), 7892–7895. <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.41.7892>

Voigt, W. (1928). *Lehrbuch der Kristallphysik*. B. G. Teubner.

Zener, C. (1948). *Elasticity and anelasticity of metals*. University of Chicago Press.

KÜBİK Mg_2YH_6 KOMPLEKS HİDRÜRÜNÜN YAPISAL, MEKANİK VE OPTİK DAVRANIŞININ DFT İLE MODELLENMESİ

Dr., Sümeyra YAMÇIÇIER¹/ Doç. Dr., Çağatay YAMÇIÇIER²/Prof. Dr., Cihan Kürkcü³

¹Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Yoğun madde fiziği, sumeyrayamcicier@osmaniye.edu.tr, 0000-0002-7772-1258

²Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Yoğun madde fiziği, cagatayyamcicier@osmaniye.edu.tr, 0000-0003-3033-168X

³Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Yoğun madde fiziği, ckurkcü@ahievran.edu.tr, 0000-0003-3597-1950

Özet

Bu çalışmada, katı hâlde hidrojen depolama ortamı olarak tasarlanan kübik yapılu Mg_2YH_6 kompleks hidrürünün temel fiziksel özellikleri, CASTEP simülasyon kodu üzerinden GGA-PBE fonksiyoneli kullanılarak ilk ilkeler düzeyinde irdelenmiştir. Yapılan geometrik relaksasyon, Fm-3m uzay grubundaki simetrik kafesin örgü sabitini 7.5826 Å olarak belirlemiştir. Sistemin oluşum enerjisi -0.1171 eV/atom olup fazın termodinamik açıdan kendiliğinden ayrışmaya dirençli ve kararlı bir yapıda olduğunu kanıtlamaktadır. Hidrojen depolama performansı ele alındığında bileşik, %4.21 gravimetrik kapasite, 91.38 gH₂/L hacimsel depolama ve teorik hidrojeni salma sıcaklığı 260.32 K olarak sağlamaktadır. Elektronik dispersiyon eğrileri, valans ve iletim bantlarının Fermi düzeyini açıkça kestiğini göstererek yapının metalik iletkenlik sergilediğini ortaya koymaktadır. Durum yoğunluğu grafiğinde, Fermi seviyesi çevresindeki durumların ağırlıklı olarak Y-d ve kısmen Mg-s katkısıyla oluştuğu; -3 eV civarındaki derin valans bölgesinde ise H-s ve Mg-s durumlarının kuvvetli bir melezleşme gösterdiği tespit edilmiştir. Hesaplanan elastik sertlik katsayıları, kübik kristaller için Born mekanik stabilite koşullarını sağlamaktadır. Hill yaklaşımına göre elde edilen polikristal bulk modülü 33.30 GPa, kayma modülü 18.12 GPa ve Young modülü 46.00 seviyesindedir. B/G oranının 1.84 ve Poisson katsayısının 0.27 olarak belirlenmesi, malzemenin gerilme altında sünek bir deformasyon yanıtı verdiğini doğrulamaktadır. Tian sertliği 3.58, elastik Debye sıcaklığı 387.69 olarak hesaplanmıştır. Universal anizotropi indeksinin (1.17) ılımlı bir elastik anizotropiye işaret ettiği görülmüştür. Optik analizler; metalik doğaya bağlı olarak sıfır frekansta yüksek yansıtıcılık sergilerken, morötesi bölgede (7-12 eV) belirgin soğurma ve iletkenlik tepkileri üretildiğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Mg_2YH_6 , Hidrojen Depolama, Mekanik Kararlılık, Elektronik Yapı, Optik Tepki.

MODELING THE STRUCTURAL, MECHANICAL, AND OPTICAL BEHAVIOR OF THE CUBIC Mg_2YH_6 COMPLEX HYDRIDE USING DFT

Abstract

In this study, the fundamental physical properties of the cubic Mg_2YH_6 complex hydride, designed as a solid-state hydrogen storage medium, were investigated at the first-principles level using the GGA-PBE functional via the CASTEP simulation code. The geometric relaxation performed determined the lattice constant of the symmetric lattice in the Fm-3m space group to be 7.5826 Å. The formation energy of the system is -0.1171 eV/atom, demonstrating that the phase is thermodynamically stable and resistant to spontaneous decomposition. In terms of hydrogen storage performance, the compound exhibits a gravimetric capacity of 4.21%, a volumetric storage capacity of 91.38 gH₂/L, and a theoretical hydrogen release temperature of 260.32 K. Electronic dispersion curves clearly show that the valence and conduction bands intersect the Fermi level, indicating that the structure exhibits metallic conductivity. In the density of states plot, it was determined that the states around the Fermi level are predominantly formed by Y-d and, to a lesser extent, Mg-s contributions; in the deep valence region around -3 eV, H-s and Mg-s states exhibit strong mixing. The calculated elastic stiffness coefficients satisfy the Born mechanical stability conditions for cubic crystals. According to the Hill approximation, the polycrystalline bulk modulus is 33.30 GPa, the shear modulus is 18.12 GPa, and the Young's modulus is 46.00. The determination of the B/G ratio as 1.84 and the Poisson's ratio as 0.27 confirms that the material exhibits a ductile deformation response under stress. The Tian hardness was calculated to be 3.58, and the elastic Debye temperature was calculated to be 387.69. The universal anisotropy index (1.17) indicates moderate elastic anisotropy. Optical analyses show that, due to its metallic nature, the material exhibits high reflectivity at zero frequency, while producing distinct absorption and conductivity responses in the ultraviolet region (7–12 eV).

Keywords: Mg_2YH_6 , Hydrogen Storage, Mechanical Stability, Electronic Structure, Optical Response.

1. GİRİŞ

Küresel sanayileşme ve nüfus artışı, fosil yakıt tüketimini sürekli artırmakta; bunun sonucunda çevre kirliliği ve iklim değişikliği üzerindeki baskı derinleşmektedir. Bu tablo, temiz, verimli ve sürdürülebilir enerji taşıyıcılarına yönelik araştırmaları zorunlu hâle getirmiştir. Hidrojen, yaklaşık 120 MJ/kg ile kütle başına en yüksek kimyasal enerji içeriğine sahip olması ve kullanım noktasında yalnızca su üretmesi nedeniyle bu dönüşümün merkezinde yer almaktadır (Mazloomi & Gomes, 2012; Schlapbach & Züttel, 2001).

Ne var ki hidrojenin gaz ve sıvı hâlde depolanması zor, maliyetli ve enerji kaybına açıktır. Yüksek basınçlı tanklar ve kriyojenik sıvılaştırma yöntemlerinin sınırlamaları, hidrojenin bir katı kafes içinde kimyasal olarak bağlandığı katı hâl depolama sistemlerini ön plana çıkarmıştır (Züttel, 2003; Sakintuna vd., 2007). ABD Enerji Bakanlığı (DOE), araç içi depolama sistemleri için sistem düzeyinde %5.5 gravimetrik ve 40 g H₂/L hacimsel kapasiteyi ara hedef olarak tanımlamıştır (U.S. Department of Energy, t.y.). Metal ve kompleks hidrürler, yüksek hacimsel yoğunlukları ve güvenli çalışma koşulları nedeniyle bu hedeflere yönelik en kapsamlı incelenen malzeme sınıfları arasındadır (Orimo vd., 2007).

ABH₃ tipi perovskit hidrürler, basit kristal yapıları ve A ile B konumlarındaki katyon ikamesiyle ayarlanabilen özellikleri nedeniyle son yıllarda yoğun ilgi görmektedir. NaMgH₃ gibi perovskit hidrürlerde tersinir hidrürleme ve dehidrürleme tepkimeleri deneysel olarak gösterilmiştir (Ikeda vd., 2005). Bu yapının genelleştirilmiş bir biçimi olan A₂BH₆ tipi çift perovskit (K₂PtCl₆ tipi) hidrürler, formül birimi başına altı H⁻ iyonu içermeleri nedeniyle daha yüksek depolama potansiyeli sunmaktadır. Bu ailenin en bilinen üyesi olan Mg₂FeH₆, oktahedral [FeH₆]⁴⁻ kompleks anyonları içeren kübik yapıyla deneysel olarak sentezlenmiş ve yapısal olarak karakterize edilmiştir (Didisheim vd., 1984). Mg₂FeH₆, bilinen en yüksek hacimsel hidrojen yoğunluklarından birine sahip malzemeler arasında gösterilmektedir (Züttel, 2003).

Mg tabanlı A₂BH₆ hidrürler, düşük maliyetli ve bol bulunan hammaddeleri, ayarlanabilir metal-hidrojen bağları ve ılımlı dehidrojenasyon sıcaklığı beklentisi nedeniyle umut verici adaylardır. B konumuna farklı geçiş metallerinin yerleştirilmesi, metal-hidrojen etkileşiminin gücünü ve dolayısıyla hidrojen salım sıcaklığını doğrudan etkileyebilmektedir. Buna karşın B konumunda üç değerlikli Y bulunan Mg₂YH₆ bileşiğinin yapısal, elektronik, mekanik ve optik özellikleri ile hidrojen depolama kapasitesi bilğimiz dahilinde sistematik olarak incelenmemiştir.

Yoğunluk fonksiyoneli teorisi (DFT), deneysel verisi bulunmayan malzemelerin temel hâl özelliklerini öngörmek için güvenilir bir araçtır (Hohenberg & Kohn, 1964; Kohn & Sham, 1965). Bu çalışmada, CASTEP kodu (Clark vd., 2005) kullanılarak kübik Mg₂YH₆ kompleks hidrürünün yapısal kararlılığı, hidrojen depolama

kapasitesi ve desorpsiyon sıcaklığı, elektronik yapısı, elastik ve termoelastik özellikleri ile optik tepkisi ilk ilkeler yöntemiyle incelenmiştir. Çalışmanın amacı, bileşiğin depolama performansını mekanik dayanımı ve elektronik yapısıyla birlikte değerlendirmek ve Mg_2YH_6 'ün hidrür ailesi içindeki konumunu ortaya koymaktır.

2. YÖNTEM

Tüm hesaplamalar, Kohn–Sham DFT formalizmini düzlem dalga baz kümesi ve sözde-potansiyel yaklaşımıyla uygulayan CASTEP yazılım paketi ile gerçekleştirilmiştir (Clark vd., 2005; Segall vd., 2002). Değişim–korelasyon enerjisi, Perdew–Burke–Ernzerhof (PBE) parametrizasyonlu genelleştirilmiş gradyan yaklaşımı (GGA) ile tanımlanmıştır (Perdew vd., 1996). İyon–elektron etkileşimleri Vanderbilt tipi ultrasoft sözde-potansiyellerle (USP) modellenmiştir (Vanderbilt, 1990). Düzlem dalga kesme enerjisi 480 eV olarak seçilmiş, Brillouin bölgesi integrasyonları $6 \times 6 \times 6$ Monkhorst–Pack k-noktası ızgarası üzerinden gerçekleştirilmiştir (Monkhorst & Pack, 1976). Hesaplama parametreleri Tablo 1’de özetlenmiştir.

Tablo 1. Hesaplamalarda Kullanılan Parametreler.

Parametre	Değer
Yazılım paketi	CASTEP
Teori	Kohn–Sham DFT
Değişim–korelasyon fonksiyoneli	GGA-PBE
Geometri optimizasyonu	BFGS algoritması
Sözde-potansiyel	Ultrasoft (USP)
Kesme enerjisi	480 eV
k-noktası ızgarası	$6 \times 6 \times 6$ (Monkhorst–Pack)

2.2. Yapı Optimizasyonu ve Termodinamik Kararlılık

Kristal yapı, $Fm-3m$ (No. 225) uzay grubuna sahip K_2PtCl_6 tipi kübik düzende oluşturulmuştur. Örgü parametresi ve atomik konumlar, Broyden–Fletcher–Goldfarb–Shanno (BFGS) yarı-Newton algoritması ile atomlara etkiyen kuvvetler ve hücre gerilmeleri yakınsama ölçütlerini sağlayana dek eş zamanlı olarak gevşetilmiştir (Pfrommer vd., 1997). Optimize yapının enerjetik kararlılığı atom başına oluşum enerjisi ile değerlendirilmiştir:

$$E_f = [E_{\text{tot}}(Mg_2YH_6) - 2E(Mg) - E(Y) - 6E(H)] / 9 \quad (1)$$

Burada $E_{\text{tot}}(Mg_2YH_6)$ bileşiğin formül birimi başına toplam enerjisini; $E(Mg)$, $E(Y)$ ve $E(H)$ ilgili elementlerin referans hâllerindeki atom başına toplam enerjilerini göstermektedir; payda, formül birimindeki atom sayısıdır.

2.3. Hidrojen Depolama Kapasitesi ve Desorpsiyon Sıcaklığı

Gravimetrik (C_{wt}) ve hacimsel (C_v) hidrojen depolama kapasiteleri aşağıdaki bağıntılarla hesaplanmıştır (Züttel, 2003):

$$C_{wt}(\%) = [(H/M) \cdot M_H] / [M_{host} + (H/M) \cdot M_H] \times 100, \quad C_v = n_H \cdot M_H / (N_A \cdot V_{cell}) \quad (2)$$

Burada M_H hidrojenin, M_{host} ana malzemenin (Mg_2Y) molar kütlelerini; H/M hidrojenin metal atomlarına oranını; n_H birim hücredeki hidrojen atomu sayısını; N_A Avogadro sayısını ve V_{cell} optimize birim hücre hacmini göstermektedir. Kuramsal hidrojen desorpsiyon sıcaklığı (T_{des}), bileşiğin elementel ayrışma tepkimesi üzerinden şu bağıntıyla hesaplanmıştır:

$$T_{des} = \Delta H / \Delta S \quad (3)$$

Burada ΔH oluşum entalpisini, ΔS ise hidrojenin katı fazdan gaz fazına geçişine bağlı entropi değişimini göstermektedir; metal hidrürlerde ΔS büyük ölçüde H_2 gazının standart entropisi tarafından belirlenmektedir (Züttel, 2003).

2.4. Elastik ve Termoelastik Özellikler

Elastik sertlik katsayıları (C_{ij}), optimize yapıya küçük homojen gerinimler uygulanıp oluşan gerilmelerin Hooke yasasına uydurulduğu gerinim–gerilme yöntemiyle hesaplanmıştır (Nielsen & Martin, 1985). Kübik simetride üç bağımsız elastik sabit (C_{11} , C_{12} , C_{44}) bulunmaktadır ve mekanik kararlılık için Born ölçütleri şu şekildedir (Born & Huang, 1954; Mouhat & Coudert, 2014):

$$C_{11} - C_{12} > 0, \quad C_{11} + 2C_{12} > 0, \quad C_{44} > 0 \quad (4)$$

Polikristal bulk (B) ve kayma (G) modülleri Voigt (1928) üst sınırı ve Reuss (1929) alt sınırı üzerinden hesaplanmış, Hill (1952) ortalaması ile gerçekçi değerler elde edilmiştir. Kübik sistem için bu bağıntılar şöyledir:

$$B = (C_{11} + 2C_{12}) / 3, \quad G_V = (C_{11} - C_{12} + 3C_{44}) / 5, \quad G_H = (G_V + G_R) / 2 \quad (5)$$

Young modülü (E), Poisson oranı (ν) ve evrensel anizotropi indeksi (A^U) şu bağıntılarla belirlenmiştir (Ranganathan & Ostoja-Starzewski, 2008):

$$E = 9BG / (3B + G), \quad \nu = (3B - 2G) / [2(3B + G)], \quad A^U = 5G_V / G_R + B_V / B_R - 6 \quad (6)$$

Vickers sertliği Tian vd. (2012) modeliyle, Debye sıcaklığı (θ_D) ise ortalama ses hızından (ν_m) Anderson (1963) yöntemiyle hesaplanmıştır:

$$H_V = 0.92k^{1.137}G^{0.708} \quad (k = G/B), \quad \theta_D = (h/k_B)[(3n/4\pi)(N_A\rho/M)]^{1/3}\nu_m \quad (7)$$

Burada h Planck sabiti, k_B Boltzmann sabiti, n formül birimindeki atom sayısı, ρ yoğunluk ve M molar kütledir.

2.5. Elektronik ve Optik Özellikler

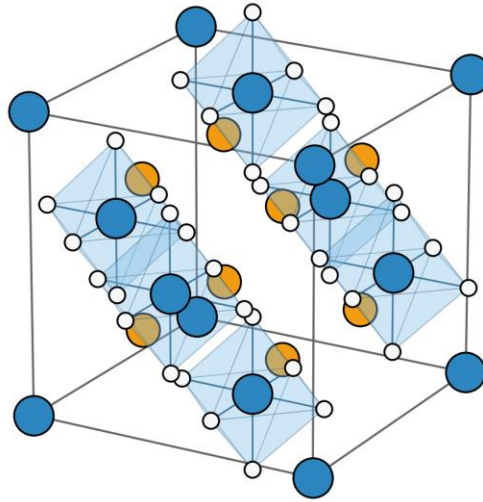
Elektronik bant yapısı X–R–M–Γ–R yüksek simetri yolu boyunca hesaplanmış; toplam ve kısmi durum yoğunlukları (TDOS/PDOS) optimize yapı üzerinden elde edilmiştir. Optik özellikler, kompleks dielektrik fonksiyon $\varepsilon(\omega) = \varepsilon_1(\omega) + i\varepsilon_2(\omega)$ üzerinden türetilmiştir. Sanal kısım $\varepsilon_2(\omega)$ dolu ve boş durumlar arasındaki geçiş matris elemanlarından, gerçek kısım $\varepsilon_1(\omega)$ Kramers–Kronig bağıntıları yardımıyla elde edilmiş; metalik sistemlerde bant içi geçişlerin katkısı Drude terimi ile dikkate alınmıştır (Saha vd., 2000). Soğurma katsayısı ve yansıtıcılık şu bağıntılarla hesaplanmıştır (Fox, 2010):

$$\alpha(\omega) = \sqrt{2} \omega [(\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2)^{1/2} - \varepsilon_1]^{1/2}, \quad R(\omega) = |(\sqrt{\varepsilon(\omega)} - 1) / (\sqrt{\varepsilon(\omega)} + 1)|^2 \quad (8)$$

3. BULGULAR

3.1. Yapısal Özellikler ve Termodinamik Kararlılık

Geometrik relaksasyon, Mg_2YH_6 'ün $Fm-3m$ uzay grubunda K_2PtCl_6 tipi kübik bir yapıda kararlı olduğunu göstermiştir. Bu yapı, ABH_3 perovskitlerindeki B konumlarının yarısının düzenli biçimde boş bırakıldığı, “boşluk düzenli çift perovskit” olarak da tanımlanan bir düzendir. Birim hücrede Y atomları $4a$ (0, 0, 0) konumlarında yüzey merkezli kübik bir alt örgü oluşturmakta, her Y atomu altı H atomu tarafından çevrelenerek izole YH_6 oktahedronları meydana getirmektedir. H atomları $24e$ (x, 0, 0) konumlarında, Mg atomları ise $8c$ ($\frac{1}{4}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{4}$) konumlarında bulunmakta ve oktahedronlar arasındaki tetrahedral boşlukları doldurmaktadır (Şekil 1). Bu yapısal düzen, deneysel olarak bilinen Mg_2FeH_6 ile özdeştir (Didisheim vd., 1984).



Şekil 1. Mg₂YH₆ Bileşiğinin Kübik Fm-3m Kristal Yapısının Şematik Gösterimi.

Optimize edilmiş örgü sabiti $a = 7.5826 \text{ Å}$ olarak elde edilmiştir (Tablo 2). Buna karşılık gelen konvansiyonel birim hücre hacmi yaklaşık 435.97 Å^3 olup hücre dört formül birimi ($Z = 4$; 36 atom) içermektedir. Formül kütlesi (143.56 g/mol) ve hücre hacminden hesaplanan kuramsal yoğunluk yaklaşık 2.19 g/cm^3 'tür. Karşılaştırma için deneysel Mg₂FeH₆'nın örgü sabiti yaklaşık 6.44 Å 'dur (Didisheim vd., 1984); Mg₂YH₆'teki belirgin biçimde daha büyük örgü sabiti, Y³⁺ iyonunun Fe²⁺ iyonuna kıyasla çok daha büyük iyonik yarıçapıyla (Shannon, 1976) uyumludur.

Tablo 2. Mg₂YH₆ Bileşiğinin Optimize Edilmiş Yapısal Parametreleri.

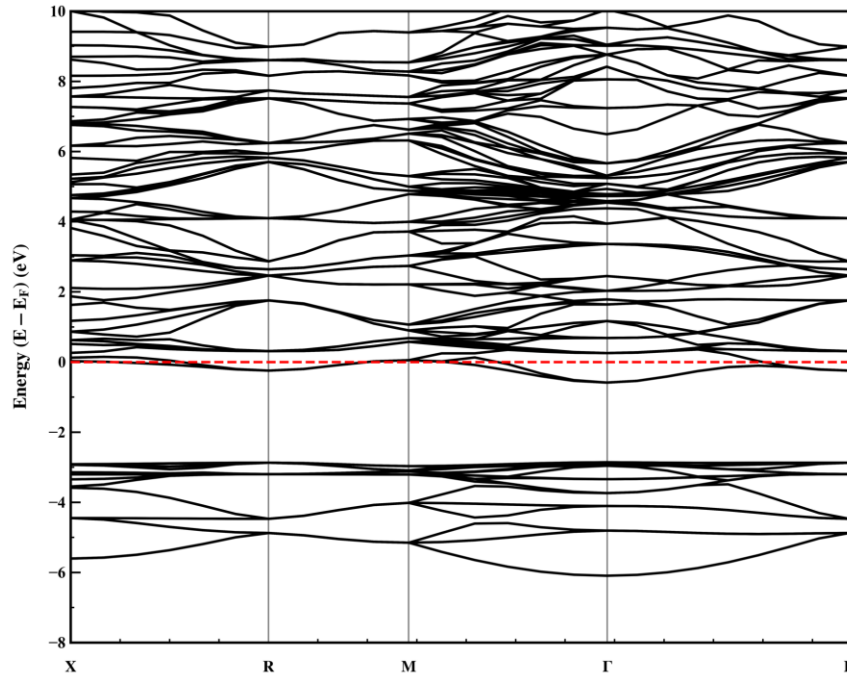
Uzay grubu	Sistem	$a = b = c \text{ (Å)}$	$\alpha = \beta = \gamma$	$V \text{ (Å}^3\text{)}$	Z	$\rho \text{ (g/cm}^3\text{)}$	$E_f \text{ (eV/atom)}$
$Fm-3m \text{ (225)}$	Kübik (K ₂ PtCl ₆ tipi)	7.5826	90°	435.97	4	2.19	-0.1171

Hesaplanan oluşum enerjisi -0.1171 eV/atom olup negatif işareti, bileşiğin kurucu elementlerinden oluşumunun ekzotermik olduğunu ve fazın kendiliğinden elementlerine ayrılmaya karşı dirençli olduğunu göstermektedir. Oluşum enerjisinin mutlak değerinin görece küçük olması ise bileşiğin orta-zayıf düzeyde bir termodinamik kararlılığa sahip olduğunu ifade etmektedir. Hidrojen depolama açısından bu durum önemlidir: çok kararlı hidrürler hidrojeni ancak yüksek sıcaklıklarda salarken, zayıf kararlılık düşük desorpsiyon sıcaklığı anlamına gelmektedir (Sakintuna vd., 2007). Bu ilişki Bölüm 3.4'te ayrıntılı olarak tartışılmıştır.

3.2. Elektronik Bant Yapısı

Mg₂YH₆'ün elektronik bant yapısı Şekil 2'de sunulmuştur; Fermi seviyesi 0 eV olarak alınmıştır. Bant yapısının X–R–M–Γ–R yolu boyunca verilmesi ve çok sayıda bant içermesi, hesaplamaların konvansiyonel kübik hücre üzerinden yapıldığını ve bantların ilkel hücreye göre katlanmış (band folding) olarak görüldüğünü düşündürmektedir; bu durum fiziksel sonuçları etkilememektedir. Birden fazla bantın Fermi düzeyini kestiği ve Fermi seviyesi civarında yasak enerji aralığı bulunmadığı açıkça görülmektedir; dolayısıyla bileşik metalik iletkenlik sergilemektedir. Fermi düzeyini kesen en alt bant Γ noktasında yaklaşık –0.6 eV'ye kadar inmektedir.

Yaklaşık –6.1 ile –2.9 eV arasında görece düz ve H ağırlıklı bir valans bant grubu yer almaktadır. Bu bant grubunun en düşük enerjisi Γ noktasında (≈ -6.1 eV) bulunmakta, üst sınırı ise yaklaşık –2.9 eV'de neredeyse dağılımsız bantlarla belirlenmektedir. Bantların düz karakteri, H durumlarının izole YH₆ oktahedronları içinde görece lokalize olduğunu yansıtmaktadır. Bu valans grubu ile Fermi civarındaki bantlar arasında yaklaşık –2.9 ile –0.6 eV arasında bant bulunmayan belirgin bir boşluk dikkat çekmektedir. Fermi seviyesinin üzerinde ise 0–10 eV aralığında yoğun ve iç içe geçmiş iletim bantları bulunmaktadır.

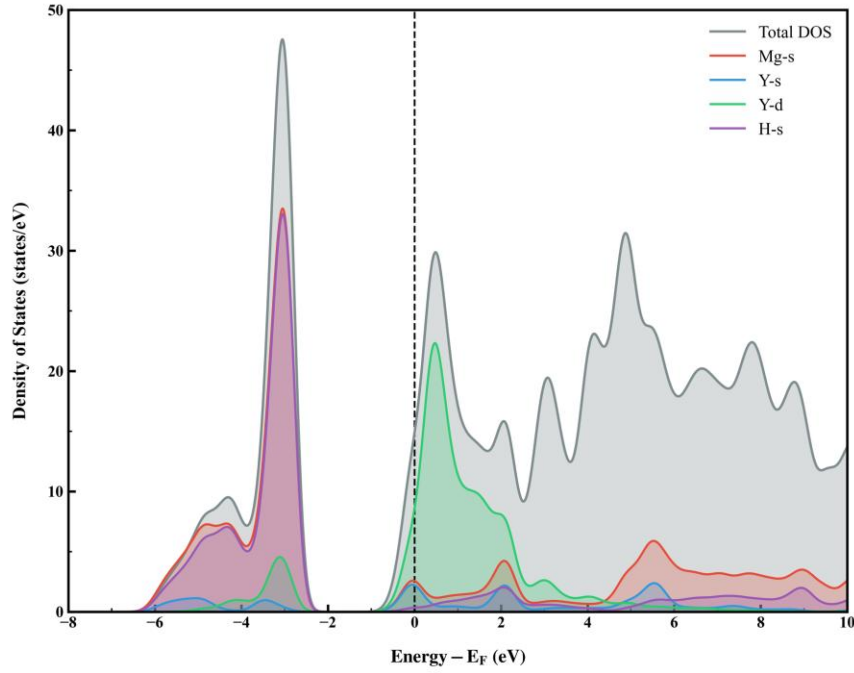


Şekil 2. Mg₂YH₆ Bileşiğinin Elektronik Bant Yapısı.

3.3. Durum Yoğunluğu

Toplam ve kısmi durum yoğunlukları Şekil 3'te verilmiştir. Fermi seviyesinde sıfırdan farklı bir toplam durum yoğunluğunun bulunması, bant yapısından çıkarılan metalik karakteri doğrulamaktadır. Fermi seviyesi

çevresindeki durumlar ağırlıklı olarak Y-*d* orbitallerinden oluşmaktadır; Y-*d* PDOS'u Fermi düzeyinin hemen üzerinde (≈ 0.5 eV) yaklaşık 22 durum/eV değerinde keskin bir pik oluşturmaktadır. Fermi seviyesinde Mg-*s* ve Y-*s* durumlarının da küçük katkıları bulunmaktadır.



Şekil 3. Mg₂YH₆ Bileşiğinin Toplam ve Kısmi Durum Yoğunluğu (TDOS/PDOS).

Valans bandının alt bölgesinde (-6.5 ile -2.5 eV arası), -3 eV civarında toplam DOS'un yaklaşık 47 durum/eV değerine ulaşan son derece keskin bir piki gözlenmektedir. Bu pikte H-*s* ve Mg-*s* durumları neredeyse özdeş profillerle güçlü biçimde örtüşmekte ve kuvvetli bir melezleşme göstermektedir; bu durum Mg-H etkileşiminin kayda değer bir kovalent katkı içerdiğine işaret etmektedir. Aynı enerjide Y-*d* durumlarının da (≈ 4.6 durum/eV) katkı vermesi, YH₆ oktahedronları içindeki Y-H bağlanmasını yansıtmaktadır. Y-*s* katkısı ise tüm enerji aralığında görece zayıftır.

Gözlenen metalik karakter basit bir elektron sayımıyla açıklanabilir. Deneysel olarak bilinen Mg₂FeH₆'da iki Mg²⁺ ve bir Fe²⁺ katyonunun toplam +6 yükü, altı H⁻ iyonunun -6 yükünü tam olarak dengelemekte ve kapalı kabuklu bir yapı oluşturmaktadır (Didisheim vd., 1984). Mg₂YH₆'te ise üç değerlikli Y nedeniyle katyonların toplam değerlik elektron sayısı altı H⁻ iyonunun ihtiyacından bir fazladır. H⁻ iyonlarına aktarılamayan bu fazladan elektron boş Y-4*d* bandına yerleşerek Fermi seviyesini bu bandın içine taşımaktadır. Bu nedenle Mg₂YH₆'teki iletkenlik esas olarak kısmen dolu Y-*d* bandından kaynaklanmaktadır.

3.4. Hidrojen Depolama Kapasitesi ve Desorpsiyon Sıcaklığı

Denklem 2 ve 3 kullanılarak Mg_2YH_6 için elde edilen hidrojen depolama büyüklükleri Tablo 3'te verilmiştir. Bileşik %4.21 gravimetrik ve 91.38 g H_2/L hacimsel kapasiteye sahiptir.

Mg_2YH_6 'ün %4.21'lik gravimetrik kapasitesi, DOE'nin sistem düzeyindeki %5.5'lik ara hedefinin altında kalmaktadır; bunun başlıca nedeni ağır Y atomunun (88.91 g/mol) formül kütlesine yüksek katkısıdır. Buna karşılık 91.38 g H_2/L 'lik hacimsel kapasite, sıvı hidrojenin yoğunluğunu (≈ 70.8 g/L) belirgin biçimde aşmakta ve DOE hacimsel hedefinin (40 g H_2/L) iki katından fazlasına karşılık gelmektedir (Züttel, 2003). Bu yüksek hacimsel yoğunluk, izole kompleks $[YH_6]$ birimlerinin kompakt biçimde paketlenmesinin doğal bir sonucudur ve Mg_2FeH_6 gibi A_2BH_6 tipi hidrürlerin bilinen özelliğiyle uyumludur.

Tablo 3. Mg_2YH_6 Bileşiğinin Hidrojen Depolama Büyüklükleri.

Büyüklük	Değer	DOE ara hedefi (sistem düzeyi)
Gravimetrik kapasite (ağ. %)	4.21	5.5
Hacimsel kapasite (g H_2/L)	91.38	40
Desorpsiyon sıcaklığı T_{des} (K)	260.32	—
Oluşum entalpisi ΔH (kJ/mol H_2)	≈ -33.9	—

Hesaplanan kuramsal desorpsiyon sıcaklığı $T_{des} = 260.32$ K'dir. Oluşum enerjisinden türetilen $\Delta H \approx -33.9$ kJ/mol H_2 ve bu sıcaklık birlikte değerlendirildiğinde, kullanılan entropi değişiminin yaklaşık 130 J/(mol·K) olduğu, yani H_2 gazının standart entropisine karşılık geldiği görülmektedir. Hidrojenin 1 bar basınç ve oda sıcaklığında salınabilmesi için gereken entalpi yaklaşık -39 kJ/mol H_2 düzeyindedir (Züttel, 2003). Mg_2YH_6 'ün ΔH değerinin bu değere yakın ancak mutlak değerce biraz küçük olması, desorpsiyon sıcaklığının oda sıcaklığının (≈ 298 K) altında kalmasını açıklamaktadır. Bu sonuç, hidrojenin ortam koşullarında kolaylıkla salınabileceğini göstermektedir. Düşük desorpsiyon sıcaklığı hızlı ve enerji açısından verimli hidrojen salımı bakımından avantaj sağlarken, hidrojenin malzemede tutulabilmesi için depolama sırasında soğutma veya yüksek hidrojen basıncı gerekebileceği anlamına gelmektedir. Bu nedenle Mg_2YH_6 , kinetik açıdan avantajlı ancak depolama kararlılığı açısından dikkatle değerlendirilmesi gereken bir malzemedir; B konumunda kısmi katyon ikamesi $\Delta H'$ ın ayarlanması için izlenebilecek bir strateji olabilir.

3.5. Elastik Özellikler ve Mekanik Kararlılık

Hesaplanan elastik sertlik katsayıları, kübik kristaller için Born mekanik kararlılık ölçütlerinin (Denklem 4) tamamını sağlamaktadır (Mouhat & Coudert, 2014). Bu sonuç, Mg_2YH_6 'ün sıfır basınç altında mekanik

olarak kararlı olduğunu göstermektedir. Hill yaklaşımıyla elde edilen polikristal elastik büyüklükler Tablo 4'te özetlenmiştir.

Hill yaklaşımıyla elde edilen bulk modülü ($B = 33.30$ GPa), kayma modülü ($G = 18.12$ GPa) ve Young modülü ($E = 46.00$ GPa) değerleri, Mg_2YH_6 'ün görece yumuşak ve kolay deforme olabilen bir kafese sahip olduğunu göstermektedir. Sıkıştırılabilirlik $\beta = 1/B \approx 0.0300$ GPa⁻¹'dir. Hesaplanan E ve ν değerleri, B ve G 'den Denklem 6 ile elde edilen değerlerle tam uyum içindedir.

Tablo 4. Mg_2YH_6 Bileşiğinin Hill Yaklaşımıyla Elde Edilen Polikristal Elastik ve Termoelastik Büyüklükleri.

Büyüklük	Değer	Büyüklük	Değer
Bulk modülü B (GPa)	33.30	Poisson oranı ν	0.27
Kayma modülü G (GPa)	18.12	Tian sertliği H_V (GPa)	3.58
Young modülü E (GPa)	46.00	Debye sıcaklığı θ_D (K)	387.69
Pugh oranı B/G	1.84	Evrensel anizotropi indeksi A^U	1.17
Sıkıştırılabilirlik β (GPa ⁻¹)	0.0300	G/B	0.544

Pugh (1954) ölçütüne göre $B/G > 1.75$ sünek davranışı karakterize eder. Mg_2YH_6 için bulunan $B/G = 1.84$ değeri bu sınırın üzerindedir. Frantsevich vd. (1983) ölçütünde $\nu > 0.26$ sünek malzemeleri tanımlar ve hesaplanan $\nu = 0.27$ değeri bu sınıflandırmayla uyumludur. Her iki ölçüt de Mg_2YH_6 'ün gerilme altında sünek bir deformasyon yanıtı verdiğini göstermektedir. Bununla birlikte her iki değer de kritik sınırlara oldukça yakın olması, malzemenin sünek-gevrek geçiş bölgesinin sünek tarafında yer aldığını ifade etmektedir. Poisson oranının 0.25'in üzerinde olması, bağlanmada iyonik tipte merkezi kuvvetlerin baskın olduğunu da desteklemektedir.

Tian vd. (2012) modeliyle hesaplanan 3.58 GPa'lık Vickers sertliği, Mg_2YH_6 'ün yumuşak ve işlenebilir bir malzeme olduğunu göstermektedir. Sünek karakter ile düşük sertliğin birlikteliği, bileşiğin hidrojen yükleme-boşaltma çevrimleri sırasında meydana gelen hacim değişimlerine çatlamadan uyum sağlayabileceğini düşündürmektedir. Bu özellik, tekrarlanan çevrimlerde toz hâline gelme (dekrepitasyon) eğilimini sınırlaması bakımından depolama uygulamaları için olumludur.

Evrensel anizotropi indeksi $A^U = 1.17$ olarak elde edilmiştir. Tam izotropide sıfır değerini alan bu indeksin sıfırdan belirgin biçimde farklı olması, Mg_2YH_6 'ün yöne bağımlı ılımlı bir elastik anizotropi sergilediğini göstermektedir (Ranganathan & Ostoja-Starzewski, 2008). A^U tanımı gereği bu değer, Voigt kayma modülünün Reuss kayma modülünden yaklaşık %23 daha büyük olmasına karşılık gelmektedir. Ilımlı

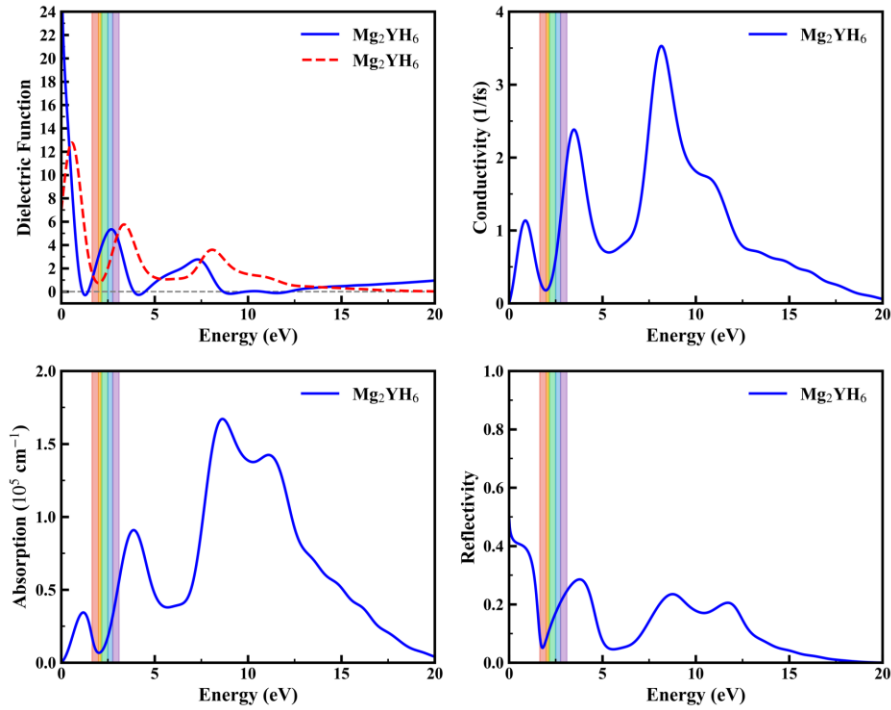
anizotropi, mekanik tepkinin kristal yönelimine görece sınırlı ölçüde bağlı olduğunu; ancak tek kristal veya dokulu ince film uygulamalarında yönelim etkisinin göz ardı edilmemesi gerektiğini göstermektedir.

Debye sıcaklığı, örgü titreşimleri, ısı kapasitesi ve termal iletkenlikle yakından ilişkili temel bir parametredir (Anderson, 1963). Mg_2YH_6 için elde edilen $\theta_D = 387.69$ K değeri, orta düzeyde bir kafes rijitliğine ve bağ kuvvetine işaret etmektedir. Görece düşük modüllere rağmen Debye sıcaklığının bu düzeyde olması, hafif H ve Mg atomlarının yüksek frekanslı titreşimlerinin katkısıyla açıklanabilir.

3.6. Optik Özellikler

Mg_2YH_6 'ün 0–20 eV aralığında hesaplanan dielektrik fonksiyonu, optik iletkenliği, soğurma katsayısı ve yansıtıcılığı Şekil 4'te verilmiştir; grafiklerdeki renkli dikey bant görünür bölgeyi göstermektedir. Dielektrik fonksiyonun gerçek kısmı $\epsilon_1(\omega)$ sıfır frekans limitinde çok yüksek değerlere (≈ 23) ulaşmakta ve enerji arttıkça hızla azalarak yaklaşık 1.1 eV civarında sıfırın altına inmektedir. $\epsilon_1(\omega)$ 'nın düşük enerjilerde bu davranışı, serbest taşıyıcıların Drude tipi tepkisinin tipik bir göstergesidir ve metalik karakteri doğrulamaktadır (Fox, 2010). $\epsilon_1(\omega)$ görünür bölgede ≈ 2.6 eV'de ≈ 5.3 değerinde bir pik, ≈ 7.3 eV'de ise ikincil bir pik göstermektedir.

Sanal kısım $\epsilon_2(\omega)$, düşük enerjide (≈ 0.6 eV) bant içi geçişlerden kaynaklanan ≈ 12.8 değerinde belirgin bir pik sergilemekte, ≈ 2 eV civarında minimuma inmekte, ardından ≈ 3.3 eV ve ≈ 8 eV'de bant arası geçişlere karşılık gelen pikler göstermektedir. DOS analizi ile birlikte değerlendirildiğinde ≈ 3.3 eV'deki pik Fermi civarındaki Y-d durumlarından daha yüksek iletim durumlarına, ≈ 8 eV'deki pik ise -3 eV civarındaki H-s/Mg-s karakterli valans durumlarından Y-d ve Mg-s katkılı iletim durumlarına gerçekleşen geçişlere atfedilebilir.



Şekil 4. Mg_2YH_6 Bileşiğinin Optik Özellikleri.

Optik iletkenlik, ≈ 0.9 eV'deki bant içi pikin ardından ≈ 2 eV'de minimuma inmekte, ≈ 3.5 eV'de ikinci pikini göstermekte ve ≈ 8.2 eV'de yaklaşık 3.5 fs^{-1} ile en yüksek değerine ulaşmaktadır; ≈ 10.8 eV'de belirgin bir omuz bulunmaktadır. Soğurma katsayısı ≈ 1.2 eV'deki zayıf bant içi pikin ardından görünür bölgenin kırmızı ucunda (≈ 2 eV) minimuma inmekte, ≈ 3.9 eV'de $\approx 0.9 \times 10^5 \text{ cm}^{-1}$ değerinde bir pik göstermektedir. Morötesi bölgede soğurma belirgin biçimde güçlenmekte ve 7–12 eV aralığında ≈ 8.6 eV ($\approx 1.7 \times 10^5 \text{ cm}^{-1}$) ve ≈ 11.2 eV'deki ($\approx 1.4 \times 10^5 \text{ cm}^{-1}$) piklerle en yüksek değerlerine ulaşmaktadır. Bu güçlü UV soğurması, Mg_2YH_6 'ün UV koruyucu kaplamalar gibi uygulamalar açısından da ilgi çekici olabileceğini düşündürmektedir.

Yansıtıcılık sıfır frekansta ≈ 0.45 değerini almakta ve ≈ 1 eV'ye kadar ≈ 0.4 düzeyinde kalmaktadır. Yaklaşık 1.8 eV civarında yansıtıcılıkta gözlenen keskin düşüş (≈ 0.05), serbest taşıyıcıların plazma kenarına karşılık gelmektedir. Plazma kenarı ile soğurma minimumunun aynı enerji bölgesinde (≈ 1.8 – 2 eV) çakışması, görünür bölgenin kırmızı ucunda malzemenin görece geçirgen bir pencere sunduğunu göstermektedir. Daha yüksek enerjilerde ≈ 3.8 , ≈ 8.8 ve ≈ 11.8 eV'de ikincil yansıtıcılık pikleri bulunmaktadır. Düşük enerjilerdeki yüksek yansıtıcılık ve plazma kenarının varlığı, bant yapısı ve DOS'tan elde edilen metalik karakterle tam bir uyum içindedir.

3.7. Hidrür Ailesi İçinde Konumlandırma

Tablo 5'te Mg_2YH_6 , aynı hesaplama yaklaşımıyla incelenen diğer hidrür bileşikleriyle karşılaştırılmıştır.

Tablo 5. Aynı Hesaplama Yaklaşımıyla İncelenen Hidrür Bileşiklerinin Karşılaştırılması.

Bileşik	Uzay grubu	Karakter	<i>B</i> (GPa)	<i>B/G</i>	Davranış	H ₂ (ağ. %)
K_2BH_7	<i>C2</i>	Yalıtkan	8.97	1.82	Sünek	10.41
$LiMgH_3$	<i>R3c</i>	Yalıtkan	39.98	1.15	Gevrek	8.84
$LiVH_5$	<i>P4/mmm</i>	Metalik	96.51	1.45	Gevrek	8.01
$LiVH_4$	<i>P4/mmm</i>	Metalik	85.27	2.05	Sünek	6.51
Mg_2YH_6 (bu çalışma)	<i>Fm-3m</i>	Metalik	33.30	1.84	Sünek	4.21
$KScH_3$	<i>Pm-3m</i>	Metalik	40.41	1.36	Gevrek	3.45
$RbScH_3$	<i>Pm-3m</i>	Metalik	37.73	1.32	Gevrek	2.27

Karşılaştırma, Mg_2YH_6 'ün kübik ABH_3 tipi Sc hidrürlerinden ($KScH_3$ ve $RbScH_3$) daha yüksek gravimetrik kapasiteye sahip olduğunu ve onlardan farklı olarak sünek bir mekanik karakter sergilediğini göstermektedir. Formül birimi başına altı H atomu içeren çift perovskit düzeni, üç H atomlu tekli perovskitlere göre hidrojen içeriğini artırmaktadır. Bulk modülü açısından Mg_2YH_6 , incelenen metalik hidrürler arasında en yumuşak üyedir. Tabloda yüksek kapasiteli yalıtkan hidrürlerin (K_2BH_7 , $LiMgH_3$) hafif elementlerden oluştuğu, ağır geçiş metali veya nadir toprak elementi içeren bileşiklerde ise kapasitenin azaldığı açıkça görülmektedir. Bu eğilim, depolama kapasitesi ile elektronik ve mekanik işlevsellik arasında bir ödünleşim bulunduğunu göstermektedir. Mg_2YH_6 , yüksek hacimsel kapasite, sünek mekanik yanıt ve oda sıcaklığının altında hidrojen salımı ile bu yelpazede kendine özgü bir konum edinmektedir.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmada kübik Mg_2YH_6 kompleks hidrürünün yapısal, elektronik, mekanik, termoelastik, optik ve hidrojen depolama özellikleri CASTEP kodu ile GGA-PBE çerçevesinde ilk ilkeler yöntemiyle incelendi. Mg_2YH_6 , *Fm-3m* uzay grubunda $a = 7.5826$ Å örgü sabitiyle K_2PtCl_6 tipi kübik çift perovskit yapıda optimize edilmiştir. -0.1171 eV/atom'luk negatif oluşum enerjisi, fazın termodinamik olarak kararlı ve kendiliğinden ayrışmaya dirençli olduğunu göstermektedir. Bantlar Fermi düzeyini kesmekte ve bileşik metalik karakter sergilemektedir. Fermi seviyesi civarındaki durumlar ağırlıklı olarak Y-*d* ve kısmen Mg-*s* katkılıdır; -3 eV civarında H-*s* ve Mg-*s* durumları kuvvetli bir melezleşme göstermektedir. Metalik karakter, Y^{3+} iyonunun getirdiği fazladan elektronun Y-*d* bandına yerleşmesiyle açıklanabilmektedir. Bileşik %4.21 gravimetrik ve 91.38 g H₂/L hacimsel hidrojen depolama kapasitesine sahiptir. Hacimsel kapasite DOE hedefinin iki katından

fazladır. Kuramsal desorpsiyon sıcaklığı 260.32 K olup hidrojenin ortam koşullarında kolaylıkla salınabileceğini göstermektedir. Elastik sertlik katsayıları kübik Born kararlılık ölçütlerini sağlamaktadır. Hill yaklaşımıyla $B = 33.30$ GPa, $G = 18.12$ GPa ve $E = 46.00$ GPa elde edilmiştir. $B/G = 1.84$ ve $\nu = 0.27$ değerleri sünek davranışa, $A^U = 1.17$ ılımlı anizotropiye işaret etmektedir. Tian sertliği 3.58 GPa, Debye sıcaklığı 387.69 K'dir. Optik spektrumlar, düşük enerjide Drude tipi metalik tepki, sıfır frekansta ≈ 0.45 yansıtıcılık, ≈ 1.8 eV'de plazma kenarı ve 7–12 eV UV bölgesinde $\approx 1.7 \times 10^5$ cm⁻¹ düzeyinde güçlü soğurma sergilemektedir. Bu bulgular, Mg₂YH₆'ün yüksek hacimsel hidrojen yoğunluğu, sünek mekanik yanıtı ve kolay hidrojen salımıyla katı hâl hidrojen depolama için dikkate değer bir aday olduğunu göstermektedir.

Gelecek çalışmalarda elastik sabitlerin ve doğrultusal elastik özelliklerin ayrıntılı analizi, fonon dağılımı hesaplamalarıyla dinamik kararlılığın doğrulanması, olası ayrışma ürünlerine (ör. MgH₂ ve YH₂/YH₃) göre tepkime entalpilerinin belirlenmesi, B konumunda kısmi katyon ikamesiyle desorpsiyon sıcaklığının ayarlanması ve bulguların deneysel çalışmalarla sınanması önerilmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada sunulan sayısal hesaplamalar TÜBİTAK ULAKBİM Yüksek Başarım ve Grid Hesaplama Merkezi (TRUBA) kaynakları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ayrıca bu çalışma, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (OKÜBAP) tarafından OKÜBAP-2026-YPDP-001 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir. Katkı ve desteklerinden ötürü TÜBİTAK ULAKBİM'e ve Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi BAP Birimi'ne teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Anderson, O. L. (1963). A simplified method for calculating the Debye temperature from elastic constants. *Journal of Physics and Chemistry of Solids*, 24(7), 909–917. [https://doi.org/10.1016/0022-3697\(63\)90067-2](https://doi.org/10.1016/0022-3697(63)90067-2)
- Born, M., & Huang, K. (1954). *Dynamical theory of crystal lattices*. Clarendon Press.
- Clark, S. J., Segall, M. D., Pickard, C. J., Hasnip, P. J., Probert, M. I. J., Refson, K., & Payne, M. C. (2005). First principles methods using CASTEP. *Zeitschrift für Kristallographie – Crystalline Materials*, 220(5–6), 567–570. <https://doi.org/10.1524/zkri.220.5.567.65075>
- Didisheim, J.-J., Zolliker, P., Yvon, K., Fischer, P., Schefer, J., Gubelmann, M., & Williams, A. F. (1984). Dimagnesium iron(II) hydride, Mg_2FeH_6 , containing octahedral FeH_6^{4-} anions. *Inorganic Chemistry*, 23(13), 1953–1957. <https://doi.org/10.1021/ic00181a032>
- Fox, M. (2010). *Optical properties of solids* (2nd ed.). Oxford University Press.
- Frantsevich, I. N., Voronov, F. F., & Bokuta, S. A. (1983). *Elastic constants and elastic moduli of metals and insulators: Handbook*. Naukova Dumka.
- Hill, R. (1952). The elastic behaviour of a crystalline aggregate. *Proceedings of the Physical Society. Section A*, 65(5), 349–354. <https://doi.org/10.1088/0370-1298/65/5/307>
- Hohenberg, P., & Kohn, W. (1964). Inhomogeneous electron gas. *Physical Review*, 136(3B), B864–B871. <https://doi.org/10.1103/PhysRev.136.B864>
- Ikeda, K., Kogure, Y., Nakamori, Y., & Orimo, S. (2005). Reversible hydriding and dehydriding reactions of perovskite-type hydride NaMgH_3 . *Scripta Materialia*, 53(3), 319–322. <https://doi.org/10.1016/j.scriptamat.2005.04.014>
- Kohn, W., & Sham, L. J. (1965). Self-consistent equations including exchange and correlation effects. *Physical Review*, 140(4A), A1133–A1138. <https://doi.org/10.1103/PhysRev.140.A1133>
- Mazloomi, K., & Gomes, C. (2012). Hydrogen as an energy carrier: Prospects and challenges. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(5), 3024–3033. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.02.028>
- Monkhorst, H. J., & Pack, J. D. (1976). Special points for Brillouin-zone integrations. *Physical Review B*, 13(12), 5188–5192. <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.13.5188>
- Mouhat, F., & Coudert, F.-X. (2014). Necessary and sufficient elastic stability conditions in various crystal systems. *Physical Review B*, 90(22), Article 224104. <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.90.224104>

Nielsen, O. H., & Martin, R. M. (1985). Quantum-mechanical theory of stress and force. *Physical Review B*, 32(6), 3780–3791. <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.32.3780>

Orimo, S., Nakamori, Y., Eliseo, J. R., Züttel, A., & Jensen, C. M. (2007). Complex hydrides for hydrogen storage. *Chemical Reviews*, 107(10), 4111–4132. <https://doi.org/10.1021/cr0501846>

Perdew, J. P., Burke, K., & Ernzerhof, M. (1996). Generalized gradient approximation made simple. *Physical Review Letters*, 77(18), 3865–3868. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.77.3865>

Pfrommer, B. G., Côté, M., Louie, S. G., & Cohen, M. L. (1997). Relaxation of crystals with the quasi-Newton method. *Journal of Computational Physics*, 131(1), 233–240. <https://doi.org/10.1006/jcph.1996.5612>

Pugh, S. F. (1954). Relations between the elastic moduli and the plastic properties of polycrystalline pure metals. *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science*, 45(367), 823–843. <https://doi.org/10.1080/14786440808520496>

Ranganathan, S. I., & Ostoja-Starzewski, M. (2008). Universal elastic anisotropy index. *Physical Review Letters*, 101(5), Article 055504. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.101.055504>

Reuss, A. (1929). Berechnung der Fließgrenze von Mischkristallen auf Grund der Plastizitätsbedingung für Einkristalle. *ZAMM – Zeitschrift für Angewandte Mathematik und Mechanik*, 9(1), 49–58. <https://doi.org/10.1002/zamm.19290090104>

Saha, S., Sinha, T. P., & Mookerjee, A. (2000). Electronic structure, chemical bonding, and optical properties of paraelectric BaTiO₃. *Physical Review B*, 62(13), 8828–8834. <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.62.8828>

Sakintuna, B., Lamari-Darkrim, F., & Hirscher, M. (2007). Metal hydride materials for solid hydrogen storage: A review. *International Journal of Hydrogen Energy*, 32(9), 1121–1140. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2006.11.022>

Schlapbach, L., & Züttel, A. (2001). Hydrogen-storage materials for mobile applications. *Nature*, 414(6861), 353–358. <https://doi.org/10.1038/35104634>

Segall, M. D., Lindan, P. J. D., Probert, M. J., Pickard, C. J., Hasnip, P. J., Clark, S. J., & Payne, M. C. (2002). First-principles simulation: Ideas, illustrations and the CASTEP code. *Journal of Physics: Condensed Matter*, 14(11), 2717–2744. <https://doi.org/10.1088/0953-8984/14/11/301>

Shannon, R. D. (1976). Revised effective ionic radii and systematic studies of interatomic distances in halides and chalcogenides. *Acta Crystallographica Section A*, 32(5), 751–767. <https://doi.org/10.1107/S0567739476001551>

Tian, Y., Xu, B., & Zhao, Z. (2012). Microscopic theory of hardness and design of novel superhard crystals. *International Journal of Refractory Metals and Hard Materials*, 33, 93–106. <https://doi.org/10.1016/j.ijrmhm.2012.02.021>

U.S. Department of Energy. (t.y.). *DOE technical targets for onboard hydrogen storage for light-duty vehicles*. Erişim adresi: <https://www.energy.gov/eere/fuelcells/doe-technical-targets-onboard-hydrogen-storage-light-duty-vehicles>

Vanderbilt, D. (1990). Soft self-consistent pseudopotentials in a generalized eigenvalue formalism. *Physical Review B*, 41(11), 7892–7895. <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.41.7892>

Voigt, W. (1928). *Lehrbuch der Kristallphysik*. B. G. Teubner.

Züttel, A. (2003). Materials for hydrogen storage. *Materials Today*, 6(9), 24–33. [https://doi.org/10.1016/S1369-7021\(03\)00922-2](https://doi.org/10.1016/S1369-7021(03)00922-2)

ABL1 KİNAZ İNHİBİTÖRLERİNİN İSKELET YAPISI (SCAFFOLD) DİKKATE ALINARAK MAKİNE ÖĞRENMESİ TEMELLİ QSAR MODELLENMESİ

Dr. Ali Onur KAYA

Akdeniz Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Radyoterapi Bölümü, 07058, Antalya,
TÜRKİYE

<https://orcid.org/0000-0003-4220-1866>

alionurkaya@akdeniz.edu.tr

Özet

ABL1 kinaz inhibitörleri, hedeflenmiş kanser araştırmalarında önemli bileşiklerdir, ancak yapı-aktivite ilişkilerinin farklı kimyasal iskeletler arasında genelleştirilmesi zor olabilir. Bu çalışma, ABL1 inhibitör aktivitesini tahmin etmek için deney bağlamına duyarlı veri seti derlemesi ve iskelete göre ayrılmış makine öğrenimini araştırmıştır. Aday veri setleri, biyokimyasal deney bağlamına ve ABL1 varyant açıklamalarına dikkat edilerek oluşturulmuştur. Moleküler yapılar standartlaştırılmış ve dairesel parmak izleri ve fizikoşimik tanımlayıcılarla temsil edilmiştir. Beş katlı StratifiedGroupKFold çapraz doğrulama, bileşikleri Bemis-Murcko iskeletine göre gruplandırırken, sürekli aktivite değerlerini de katmanlara ayırmıştır. Birkaç regresyon algoritması ve moleküler temsil karşılaştırılmıştır. Açıkça vahşi tip ABL1 alt kümesi için, en iyi tek model, ECFP4 parmak izlerini kullanan rastgele bir orman olup, $R^2 = 0,5861$, RMSE = 0,9053 ve MAE = 0,6310 değerlerine ulaşmıştır. ECFP4 rastgele ormanı ve RDKit-tanımlayıcı XGBoost'un eşit ağırlıklı ikili topluluğu, katlama dışı R^2 değerini 0,6077'ye, RMSE'yi 0,8814'e ve MAE'yi 0,6097'ye yükseltti ve uyum korelasyon katsayısı 0,7474 oldu. Topluluk iyileştirmesi mütevazıydı ve önceden belirlenmiş 0,75'lik R^2 hedefine ulaşamadı. Önemli olarak, doğrulama prosedürü, eğitim ve doğrulama katlamaları arasında iskelet örtüşmesini önledi. Bu sonuçlar, ABL1 inhibitörü QSAR tahmininin tekrarlanabilir ve nispeten sıkı bir değerlendirmesini gösterirken, görülmemiş kemotiplere ekstrapolasyondaki sınırlamaları da vurgulamaktadır. Gelecekteki uygulamadan önce bağımsız dış doğrulama ve ek deney uyumlaştırma analizleri gereklidir.

Anahtar kelimeler: ABL1, QSAR, XGBoost., makine öğrenmesi

SCAFFOLD-AWARE MACHINE LEARNING-BASED QSAR MODELING OF ABL1 KINASE INHIBITORS

Abstract

ABL1 kinase inhibitors are important compounds in targeted cancer research, but their structure–activity relationships can be difficult to generalize across distinct chemical scaffolds. This study investigated assay-aware dataset curation and scaffold-separated machine learning for predicting ABL1 inhibitor activity. Candidate datasets were assembled with attention to biochemical assay context and ABL1 variant annotations. Molecular structures were standardized and represented by circular fingerprints and physicochemical descriptors. Five-fold StratifiedGroupKFold cross-validation grouped compounds by Bemis–Murcko scaffold while stratifying binned continuous activity values. Several regression algorithms and molecular representations were compared. For the explicitly wild-type ABL1 subset, the best single model was a random forest using ECFP4 fingerprints, achieving out-of-fold $R^2 = 0.5861$, RMSE = 0.9053 and MAE = 0.6310. An equal-weight pairwise ensemble of ECFP4 random forest and RDKit-descriptor XGBoost improved out-of-fold R^2 to 0.6077, RMSE to 0.8814 and MAE to 0.6097, with concordance correlation coefficient of 0.7474. The ensemble improvement was modest, and the prespecified R^2 target of 0.75 was not reached. Importantly, the validation procedure prevented scaffold overlap between training and validation folds. These results demonstrate a reproducible and comparatively stringent assessment of ABL1 inhibitor QSAR prediction while highlighting limitations in extrapolation to unseen chemotypes. Independent external validation and additional assay-harmonization analyses are required before prospective application.

Keywords: ABL1, QSAR, XGBoost, machine learning

1. Introduction

The ABL1 tyrosine kinase is a therapeutically relevant protein, particularly in malignancies involving dysregulated ABL-family signaling (Braun et al., 2020; Hantschel & Superti-Furga, 2004). Computational prioritization of inhibitor candidates can complement experimental screening, but heterogeneous assay conditions and molecular scaffold diversity complicate prediction (Davis et al., 2011; Kalliokoski et al., 2013). Quantitative structure–activity relationship (QSAR) methods describe compounds through numerical or fingerprint representations and relate these representations to measured biological activity (Rogers & Hahn, 2010; Tropsha, 2010). Unlike random molecular partitions, scaffold-disjoint evaluation more directly probes generalization to structurally different compounds (Bemis & Murcko, 1996; Sheridan, 2013; Wallach & Heifets, 2018).

Machine learning regressors including random forests (Breiman, 2001), gradient-boosted trees (Chen & Guestrin, 2016) and support-vector methods (Cortes & Vapnik, 1995) can learn nonlinear chemical–activity relationships. However, performance depends not only on model complexity but also on assay curation, molecular representation and the independence of validation data (Kalliokoski et al., 2013; Tropsha, 2010; Wallach & Heifets, 2018). A high random-split R^2 should therefore not be treated as equivalent to performance under a scaffold-separated design (Sheridan, 2013; Wallach & Heifets, 2018).

ABL1 is a non-receptor tyrosine kinase involved in intracellular signaling processes that regulate proliferation, survival and responses to cellular stress (Hantschel & Superti-Furga, 2004). Alterations affecting ABL-family signaling, including oncogenic fusion proteins, have established kinase inhibition as a clinically relevant therapeutic strategy (Braun et al., 2020; Gorre et al., 2001). Nevertheless, inhibitor discovery remains challenging because potency depends on molecular recognition within the ATP-binding region, conformational preferences and the biological context in which activity is measured (Davis et al., 2011; Hantschel & Superti-Furga, 2004). Consequently, numerical activity values collected from different experimental systems cannot always be interpreted as observations of a single homogeneous endpoint (Kalliokoski et al., 2013).

This challenge is especially important for computational ABL1 studies. Measurements associated with explicitly annotated wild-type ABL1, mutant ABL1, BCR–ABL constructs and cell-based assays may reflect different molecular targets or experimental influences (Braun et al., 2020; Melo & Barnes, 2007). Pooling such records without examining their annotations can increase sample size while introducing biological inconsistency (Kalliokoski et al., 2013; Tropsha, 2010). An assay-aware curation strategy therefore provides a necessary foundation for meaningful QSAR analysis: molecular structures, endpoint definitions, target variants and assay

context should be evaluated before the predictive model is trained (Bento et al., 2020; Tropsha, 2010; Zdrazil et al., 2024).

A second challenge concerns how model generalization is measured. Conventional random partitioning may distribute close structural analogues across training and test subsets, enabling a learner to interpolate within familiar chemical series (Sheridan, 2013; Wallach & Heifets, 2018). In contrast, scaffold-disjoint validation evaluates predictions on compounds whose Bemis–Murcko frameworks (Bemis & Murcko, 1996) are absent from the corresponding training folds. Although this procedure does not guarantee full chemical independence, it provides a more demanding assessment of scaffold transfer and can reveal limitations hidden by random-split evaluation (Sheridan, 2013; Wallach & Heifets, 2018). Reporting fold variability alongside pooled out-of-fold performance is therefore particularly informative when the curated dataset is modest in size (Tropsha, 2010).

Against this background, the present work emphasizes transparent evaluation rather than the pursuit of an arbitrarily high performance score (Tropsha, 2010; Wallach & Heifets, 2018). It examines chemically complementary molecular representations (Moriwaki et al., 2018; Rogers & Hahn, 2010) and tree-based regressors (Breiman, 2001; Chen & Guestrin, 2016) within a fixed scaffold-aware framework, and assesses whether combining two different learners offers an incremental improvement over the strongest individual model. The resulting analysis is intended to clarify both the potential and the limitations of data-driven ABL1 activity prediction under biologically specific assay selection.

The objective was to compare candidate ABL1 activity-prediction tasks under a fixed scaffold-aware cross-validation protocol, select a best-performing representation/model combination and quantify the incremental benefit of a simple two-model ensemble. The analysis is retrospective; no experimental confirmation or prospective screening is claimed.

ABL1 is an instructive case for assessing whether ligand-based activity prediction can remain reliable when experimental context and molecular framework are treated as first-order modeling variables. Small differences in kinase construct, ATP concentration, incubation conditions, and biochemical readout may shift reported potency (Davis et al., 2011; Kalliokoski et al., 2013). Consequently, a QSAR model that combines all nominal ABL1 measurements without contextual checks risks learning systematic assay differences alongside genuine ligand-dependent structure–activity relationships (Kalliokoski et al., 2013; Wallach & Heifets, 2018).

Kinase inhibitors also present a demanding chemical-generalization problem. Closely related analogues may be represented in multiple series, and a random partition can inadvertently distribute the same scaffold family between training and evaluation sets (Sheridan, 2013; Wallach & Heifets, 2018). Such a split answers the

relatively easy question of interpolation among familiar chemotypes; scaffold-disjoint evaluation instead asks whether learned molecular patterns transfer to unseen core structures (Bemis & Mureko, 1996; Sheridan, 2013). These questions are scientifically different and should not be conflated.

An additional complication is the distinction between a kinase inhibitor's biochemical potency and its cellular efficacy. Cell permeability, efflux, protein binding, target engagement, and off-target effects influence cellular responses but are not fully encoded by a biochemical IC₅₀ measurement (Davis et al., 2011; Melo & Barnes, 2007). For this reason, the present study emphasizes assay-context curation and avoids treating heterogeneous cellular and biochemical outcomes as interchangeable labels (Kalliokoski et al., 2013).

2. Methods

2.1. Assay-aware curation and candidate datasets

The supplied analysis archive documents a dedicated ABL1 curation workflow. It contains assay metadata, context classification, molecular standardization, duplicate/conflict audits, variant summaries and model-ready datasets. Candidate tasks include explicitly wild-type ABL1 (WT_EXPLICIT), nonmutant biochemical assays, broader biochemical assays, BCR-ABL and T315I variant-related subsets. Distinguishing these biological contexts reduces the risk of mixing measurements that are not directly comparable. The numerical results reported below concern the WT_EXPLICIT task; dataset sizes and activity scales should be checked against the accompanying input snapshot before final submission.

The computational workflow began with an activity-record audit rather than an immediate application of machine learning to all retrieved measurements. The Stage 02 archive identifies ChEMBL target CHEMBL1862 (tyrosine-protein kinase ABL1) and IC₅₀ as the primary endpoint. A total of 24,904 activity records were retrieved, of which 4,177 corresponded to the exact primary endpoint definition. Further filtering yielded 2,029 high-confidence direct-target records and 1,168 unique molecules in the strict collection. These numbers refer to successive curation stages and should not be interpreted as the final sample size of every candidate modeling task.

An important consideration for ABL1 is the distinction between wild-type, explicitly characterized mutant, and incompletely specified assay contexts. Mutant-specific inhibitory potencies are not interchangeable with wild-type measurements: an inhibitor can show markedly different activity against a resistant kinase variant. The dataset audit therefore retained T315I and other mutant measurements as separate biological contexts. An unspecified ABL1 assay was not automatically classified as wild type. This distinction reduces the risk of generating a chemically plausible but biologically incoherent regression endpoint.

The curation report defines several candidate datasets: NONMUTANT_BIOCHEMICAL (927 molecules; 479 scaffolds), BIOCHEMICAL_ALL (1,014; 527), WT_EXPLICIT (153; 86), T315I (237; 131), OTHER_MUTANT (74; 52), CELLULAR (25; 18), and BCR_ABL (45; 31). These groups represent different selection rules and biological contexts and are not mutually exclusive counts to be summed. Although NONMUTANT_BIOCHEMICAL was the initial pre-modeling priority, the Stage 03B model-comparison exercise selected WT_EXPLICIT as the strongest task under the recorded protocol. Its relatively small sample size is a major constraint on model stability and generalizability.

The data-curation process can be viewed as a sequence of explicit eligibility decisions: assignment to an ABL1 target context, recognition of assay modality, inspection of variant annotations, structure standardization, and construction of a molecule-level activity table. Each decision can alter both the size and the biological meaning of the final regression task. The model-ready subsets therefore represent distinct prediction questions rather than interchangeable samples from one population.

The WT_EXPLICIT subset is particularly interpretable because its annotations explicitly indicate wild-type target context. This gain in contextual specificity comes at the cost of a smaller sample size. In contrast, a larger non-mutant biochemical subset may include records with less explicit variant annotation; absence of a mutation label must not automatically be interpreted as definitive evidence of wild-type status.

Molecular structures were represented in canonicalized machine-readable form in the supplied curation archive. Duplicate records and inconsistent activity measurements require careful handling because otherwise repeated compounds can receive disproportionate weight. When multiple measurements correspond to different biological contexts, averaging them without qualification would obscure the underlying endpoint. The archived curation outputs provide the appropriate basis for auditing these decisions. The number of compounds retained under each assay-aware definition is compared in Figure 1, illustrating the reduction in sample size associated with explicit wild-type annotation.

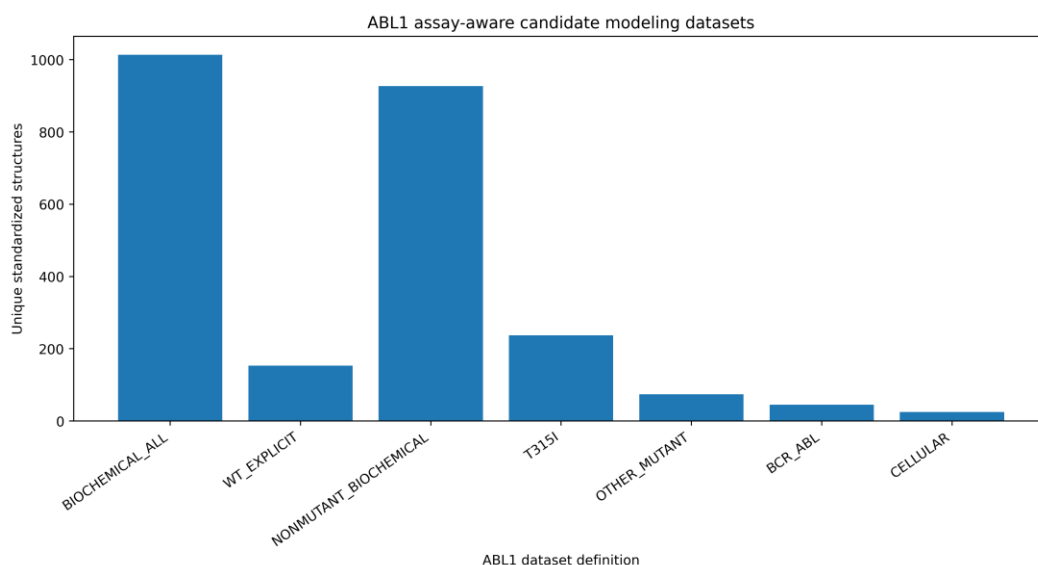


Figure 1. Archived sizes of assay-aware ABL1 candidate datasets.

The molecule and scaffold counts for the candidate datasets are summarized in Table 1; these counts describe distinct assay-defined tasks rather than additive categories.

Table 1. Archived candidate-dataset statistics (selected columns).

dataset	n compounds	n scaffolds	singleton scaffolds	activity min
BIOCHEMICAL_ALL	1014	527	374	4.017728766960431
WT_EXPLICIT	153	86	64	4.017728766960431
NONMUTANT_BIOCHEMICAL	927	479	339	4.017728766960431
T315I	237	131	98	4.468521082957745
OTHER_MUTANT	74	52	46	4.640645381494638
BCR_ABL	45	31	26	5.671620396561262
CELLULAR	25	18	15	5.086186147616283

2.2. Chemical representations and algorithms

Molecules were encoded with RDKit physicochemical descriptors, ECFP4 circular fingerprints, or their concatenation. The model-comparison archive includes random forest, ExtraTrees, XGBoost, CatBoost, LightGBM-like histogram gradient boosting and support-vector regression candidates. Each representation was evaluated through the same fixed scaffold grouping scheme, enabling comparisons under consistent fold assignments. Descriptor cleaning and fitting operations must be confined to the training portion of each fold to avoid information leakage.

For every model-ready molecular structure, the analysis evaluated representations that capture complementary aspects of molecular identity. Circular ECFP4 fingerprints encode local atom neighborhoods and are well suited to recognizing substructure patterns shared across inhibitor analogues. RDKit descriptors summarize global physicochemical and topological properties. These representations should not be treated as interchangeable: fingerprint bits emphasize fragment occurrence, whereas descriptors can express properties such as size, polarity, aromaticity and molecular connectivity.

The model-comparison workflow examined nonlinear ensemble regressors, including Random Forest and XGBoost, across available molecular representations. Random Forest averages predictions from multiple decision trees, thereby reducing sensitivity to individual trees; XGBoost constructs a sequence of boosted trees to correct residual prediction errors. Their inductive biases differ, making a pairwise average potentially useful when prediction errors are not perfectly correlated. In the selected pair, the first member used ECFP4 with Random Forest, while the second used RDKit descriptors with XGBoost. The archived winner identifies a pairwise out-of-fold ensemble; it does not establish that this combination is superior on an independent external dataset.

Model selection and descriptor handling are essential for interpreting QSAR results. Any preprocessing informed by response values must be learned on the training portion of each fold to avoid leakage. The supplied summary confirms the representations and validation design but does not fully specify every fitted hyperparameter and preprocessing operation; consequently, no unverified optimization settings or feature counts are introduced here. A reproducible journal extension should publish the precise code environment, hyperparameter grids, random seeds and fold assignments.

RDKit descriptors summarize global physicochemical and topological properties such as size, polarity, ring composition and connectivity, whereas circular fingerprints encode local atomic neighborhoods. These complementary views offer different inductive biases: a descriptor model may capture broader molecular trends, while a fingerprint model can distinguish substitutions within structurally related chemical series.

Tree-based ensembles are suitable for exploratory QSAR because they accommodate nonlinear effects and interactions without assuming a simple linear dependence between descriptors and activity. Nevertheless, flexible models can memorize local chemical series when the dataset is small. Consequently, performance comparisons must be interpreted jointly with the structural separation of validation folds rather than on model complexity alone.

The comparison of representation–algorithm combinations should be distinguished from an unbiased estimate of the final model-selection procedure. Selecting the best combination after inspecting the same cross-validation outcomes can induce selection optimism. Nested scaffold cross-validation or a locked independent test cohort would be needed to quantify that additional uncertainty rigorously. The scaffold diversity of the candidate datasets is visualized in Figure 2, emphasizing the comparatively limited structural coverage of the WT_EXPLICIT subset.

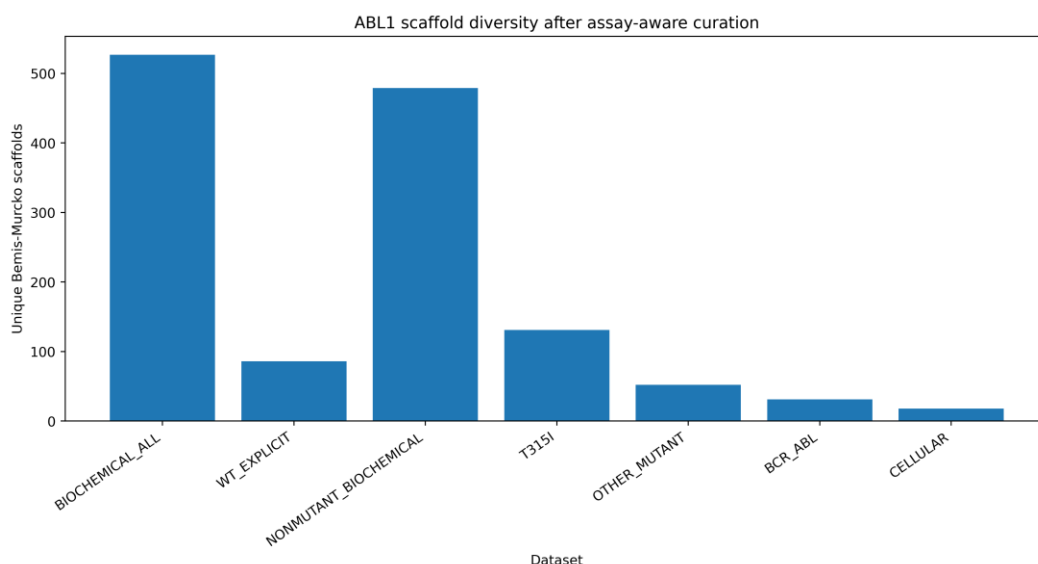


Figure 2. Scaffold diversity of curated candidate datasets.

2.3. Scaffold-disjoint validation

Five-fold StratifiedGroupKFold was used with Bemis–Murcko scaffold as the grouping variable and binned continuous activity as the stratification variable. Activity itself remained the continuous regression target. The Stage 03B report states that scaffold overlap between training and validation folds was zero and all folds contained validation compounds. Predictions from the five held-out folds were pooled to calculate out-of-fold (OOF) metrics. The locked independent test set was not used in this stage.

The Stage 03B experiment used five-fold StratifiedGroupKFold. Bemis–Murcko scaffolds were the group identifiers, while binned continuous activity supported approximate distributional stratification. Crucially, the target remained continuous pActivity for regression; binning did not convert the problem into classification. The archive reports zero scaffold overlap between each training and validation partition and confirms that every validation fold contained molecules. Thus, the reported predictions were generated for compounds assigned to held-out scaffold groups, a more demanding setting than conventional random molecule splitting.

For each fold, the training portion supplied the information available to the model, and predictions were generated for the corresponding validation portion. Aggregating these held-out predictions produced an out-of-fold (OOF) prediction vector from which pooled performance metrics were calculated. Pooled OOF R^2 should be distinguished from the arithmetic mean of the five individual fold R^2 values: the former uses the complete set of validation predictions, whereas the latter gives equal weight to each fold-level coefficient. Their numerical values can differ substantially when validation-fold sizes or activity variances differ.

Scaffold separation addresses one important source of optimistic performance estimation but is not equivalent to prospective validation. Related compounds may share pharmacophoric patterns even when their Bemis–Murcko frameworks differ. In addition, the reported ensemble was chosen by comparing candidate combinations on the available OOF results. Therefore, the selected ensemble score is a development-stage model-selection estimate and should not be presented as an untouched final-test result.

Bemis–Murcko frameworks reduce each molecule to its ring systems and connecting linkers. Grouping by these frameworks prevents the same exact framework from appearing in both the training and held-out portions of a fold. The stratification component seeks a more even activity distribution across folds, but group constraints may still produce unequal fold sizes or differing target ranges.

Pooled out-of-fold predictions were generated by concatenating held-out predictions across the five folds. A pooled R^2 is not generally identical to the arithmetic mean of fivefold-wise R^2 values because fold means and variances differ. Both perspectives are informative: pooled statistics describe the overall held-out prediction set, whereas fold-wise results reveal variability across scaffold partitions.

The strict scaffold criterion should not be overinterpreted as complete chemical independence. Two molecules with different Bemis–Murcko scaffolds may still share substituent motifs, pharmacophores or high fingerprint similarity. A future validation campaign could therefore complement scaffold grouping with similarity, applicability-domain analysis and chronological evaluation.

2.4. Performance metrics and model selection

Predictive performance was summarized using the coefficient of determination (R^2), root mean squared error (RMSE), mean absolute error (MAE), and concordance correlation coefficient (CCC). The best single model was compared with a pairwise mean ensemble of two distinct learners. Because the reported winning ensemble was selected from the OOF comparison, its OOF result is a development-stage estimate rather than a fully independent confirmation of the selected ensemble. This distinction is essential for unbiased interpretation.

Model performance was assessed using complementary regression statistics. R^2 quantifies the fraction of observed target variance accounted for by predictions relative to a constant-mean reference; RMSE places greater emphasis on large errors, whereas MAE describes the mean absolute prediction deviation. The concordance correlation coefficient (CCC) evaluates both correlation and agreement with the identity line, making it informative when predictions are systematically biased. Reporting several measures avoids reliance on a single favorable score.

The model-selection objective included a development target of $R^2 \geq 0.75$. This threshold was an internal research objective, not a generally accepted publication criterion or evidence of pharmacological utility. The Stage 03B archive explicitly records that the target was not met and that no locked test set was used. The present conference report therefore emphasizes methodological transparency and the behavior of scaffold-aware evaluation rather than claiming validated lead-optimization readiness.

For all analyses, the interpretation of model performance was tied to the exact endpoint and validation design. The reported values are retrospective out-of-fold results, not a prospective external validation. The following sections compare the best archived individual and paired predictors, examine how task definition influences interpretation, and summarize the limits of the observed scaffold transfer.

3. Results

3.1. Comparison of single and ensemble models

The strongest single WT_EXPLICIT model combined ECFP4 fingerprints (Rogers & Hahn, 2010) with random forest (Breiman, 2001), giving OOF $R^2 = 0.5861$, RMSE = 0.9053, MAE = 0.6310 and CCC = 0.7433 (Lin, 1989). Its five-fold R^2 mean $\pm$ standard deviation was 0.5268 ± 0.2078 , indicating substantial between-fold heterogeneity. The top pairwise ensemble combined this fingerprint-based random forest with an XGBoost model (Chen & Guestrin, 2016) trained on RDKit descriptors. Its pooled OOF R^2 was 0.6077, RMSE 0.8814, MAE 0.6097 and CCC 0.7474.

The winning candidate task was WT_EXPLICIT, which contained 153 molecules distributed across 86 reported scaffolds (Bemis & Murcko, 1996) in the curation summary. This choice illustrates the tension between biological specificity and training-set size: requiring explicitly identified wild-type assays improves endpoint interpretation, but reduces the number of usable observations compared with broader biochemical datasets. As a result, model scores should be interpreted in the context of a relatively small, chemically heterogeneous benchmark.

For the best individual model, ECFP4–Random Forest, the pooled OOF R^2 was 0.5861, RMSE 0.9053, MAE 0.6310 and CCC 0.7433. The five-fold R^2 mean was 0.5268 with a standard deviation of 0.2078. The relatively large between-fold variation is particularly informative: average prediction quality masks substantial differences in how well individual scaffold subsets were learned. A model may perform adequately on one chemical series but poorly on another when the latter has limited structural support in the training data.

The selected pairwise ensemble combined ECFP4–Random Forest and RDKit–XGBoost. Its pooled OOF R^2 was 0.6077, RMSE 0.8814, MAE 0.6097 and CCC 0.7474. Relative to the best single model, these correspond to an absolute R^2 increase of approximately 0.0216 and decreases in RMSE and MAE of approximately 0.0239 and 0.0213, respectively. These changes are modest, and no uncertainty interval or paired significance test is available in the supplied summary to establish whether the observed gain would reliably persist in a new sample (Nicholls, 2014).

Table 2. Scaffold-disjoint out-of-fold performance of the best single model and selected pairwise ensemble.

Model	OOF R^2	RMSE	MAE	CCC
ECFP4 + random forest	0.5861	0.9053	0.6310	0.7433
ECFP4 RF + RDKit XGBoost	0.6077	0.8814	0.6097	0.7474

Table 2 provides the side-by-side performance metrics for the leading single model and the selected ensemble under the scaffold-disjoint OOF protocol.

The contrast between individual and paired models is best interpreted as an empirical result rather than evidence of a universally optimal architecture. A small positive ensemble gain is plausible when learners exploit partially distinct representations; however, its robustness would need to be tested over alternative scaffold partitions and independently curated datasets.

Absolute errors should be interpreted on the activity scale used by the modeling pipeline. A decrease in RMSE is favorable, but the magnitude cannot be translated directly into a universally applicable experimental potency error without considering endpoint transformation and assay uncertainty. The study therefore reports multiple complementary metrics instead of relying exclusively on R^2 . Figure 3 ranks the archived single-model configurations by scaffold-disjoint OOF performance; the dashed reference marks the internal R^2 target of 0.75.

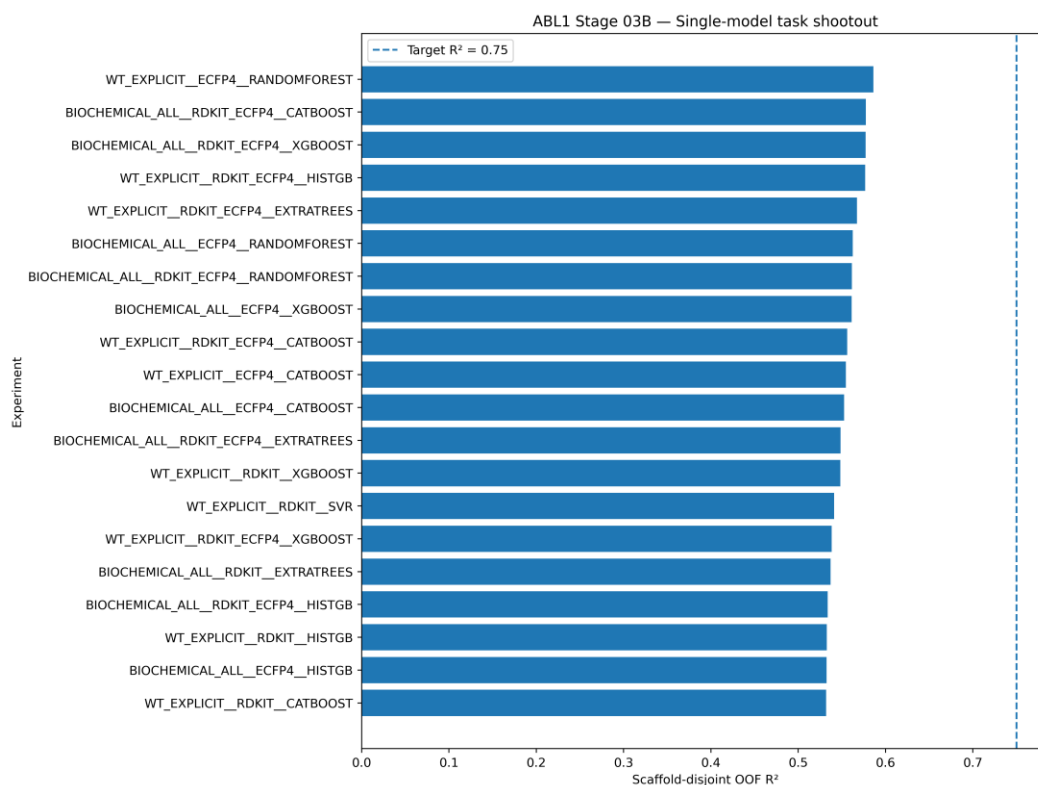


Figure 3. Archived ranking of single-model configurations in the scaffold-aware ABL1 benchmark.

The leading representation–algorithm combinations for the selected candidate datasets are identified in Table 3.

Table 3. Archived best-model summary by dataset (selected columns).

dataset	RANK	experiment	representation	model
WT_EXPLICIT	1	WT_EXPLICIT_ECFP4_RANDOMFOREST	ECFP4	RANDOMFOREST
BIOCHEMICAL_ALL	2	BIOCHEMICAL_ALL_RDKIT_ECFP4_CA	RDKIT_ECFP4	CATBOOST
NONMUTANT_BIOCHEMICAL	21	NONMUTANT_BIOCHEMICAL_RDKIT_ECF	RDKIT_ECFP4	CATBOOST

3.2. Ensemble gain and prespecified threshold

The selected ensemble improved pooled OOF R^2 by approximately 0.0216 relative to the best single model, while reducing RMSE by approximately 0.0239 and MAE by approximately 0.0213. These gains suggest complementarity between fingerprint-based and descriptor-based learning, but do not establish superiority on an untouched test cohort. The prespecified target $R^2 \geq 0.75$ was not attained; the workflow therefore explicitly marked the task as below target.

The ensemble's improvement is consistent with the two constituent learners capturing partially complementary structure–activity patterns. However, this is an interpretation of the observed comparison, not direct proof of mechanistic complementarity. Quantifying complementarity would require member-level residual correlations and analysis of cases in which one learner corrects the other's errors. Similarly, a weighted ensemble could be explored in later work, but tuning its weights on the same OOF predictions would introduce further selection optimism unless performed within an appropriate nested evaluation.

Neither the best single model nor the ensemble reached the prespecified R^2 target of 0.75. This negative result is scientifically relevant: it indicates that restricting evaluation to previously unseen scaffolds remains challenging for this assay-defined ABL1 task (Sheridan, 2013; Wallach & Heifets, 2018). Rather than suppressing the shortfall, reporting it clarifies the current limits of the model and identifies where additional measurements, richer representations or more rigorous tuning may be most valuable.

The gap between the development objective and observed performance should be retained as a result. Because the WT_EXPLICIT dataset is relatively small and chemically heterogeneous, structural extrapolation is inherently difficult. Increasing model flexibility alone would not address missing chemical coverage or uncertainty in assay labels.

A pooled score also conceals where failures occur. A compound may be predicted well because its chemical environment is represented by training analogues, whereas a novel scaffold with unusual substitution or activity may be poorly estimated. Residual plots can reveal systematic overprediction of weak inhibitors and underprediction of strong inhibitors, but such patterns should be claimed only when visible in the actual archived diagnostics. Figure 4 compares the strongest recorded model performance across the three principal ABL1 dataset definitions, showing how task definition affects the benchmark.

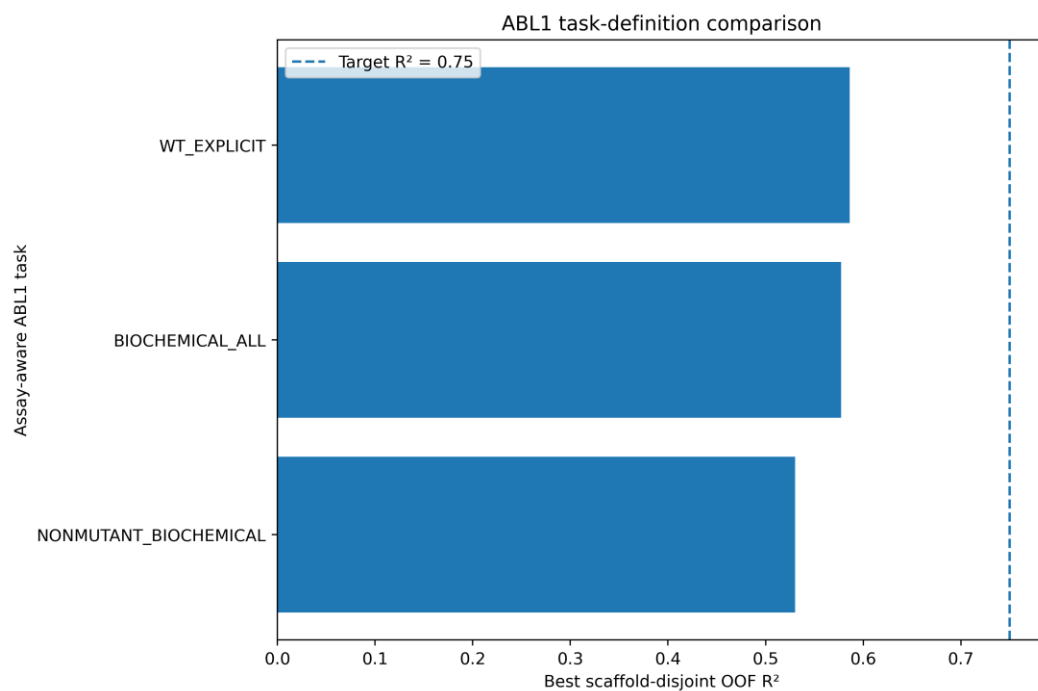


Figure 4. Best archived configuration by ABL1 dataset definition.

3.3. Visual assessment of prediction and residuals

The original Stage 03B archive provides the following model-comparison and diagnostic figures. They are reproduced from the computational output rather than reconstructed from summary statistics. The observed-versus-predicted relationship for the selected ensemble is shown in Figure 5, allowing visual inspection of deviations from the identity line. Figure 6 displays the out-of-fold residuals against predicted activity, providing a diagnostic view of error dispersion and potential outliers.

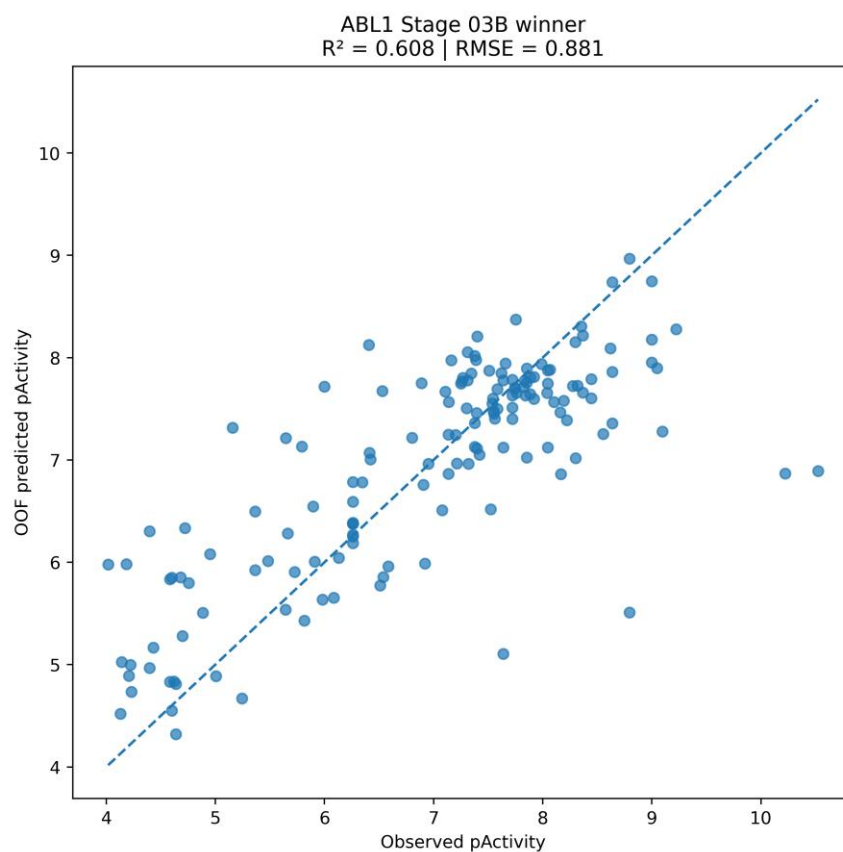


Figure 5. Observed versus out-of-fold predicted activity for the selected model.

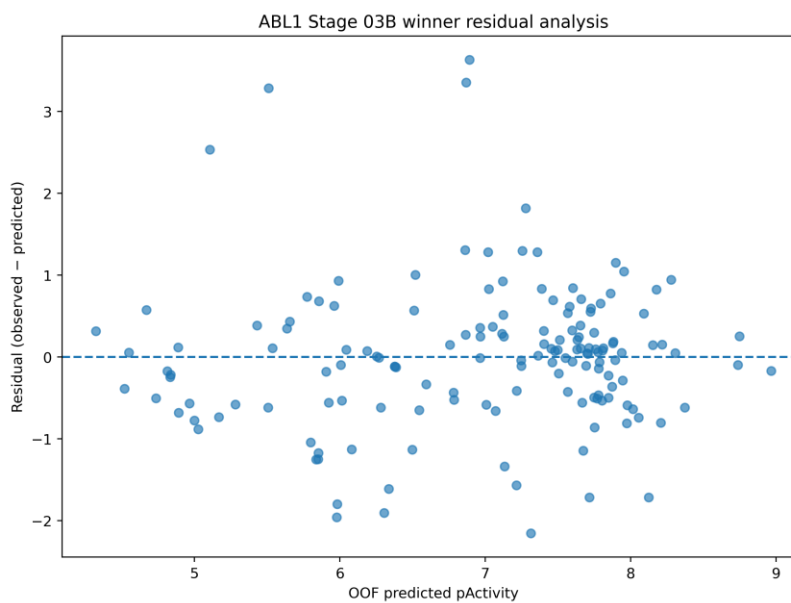


Figure 6. Residual diagnostics for the selected model.

The observed-versus-predicted plot is useful for judging calibration across the measured activity range. Ideal predictions lie on the identity line, while deviations quantify prediction error. Dense clusters near the center of the range may produce an apparently favorable overall correlation even when predictions at the activity extremes remain uncertain.

Residual diagnostics provide a complementary view. The key questions are whether errors increase with fitted activity, whether extreme outliers dominate RMSE, and whether the residual distribution suggests systematic bias. These are descriptive checks of the archived out-of-fold predictions; they do not replace a prospective assay-level validation.

Because scaffold-held-out molecules are structurally distinct from the training examples by construction, errors should be interpreted as part of the intended generalization challenge. A weaker scaffold-disjoint R^2 relative to an easier random split is not automatically evidence that the model has failed; rather, it may provide a more realistic estimate of performance on new core structures. Figure 7 shows the distribution of validation compounds across the five scaffold-disjoint folds; unequal fold sizes are relevant when interpreting fold-wise variability.

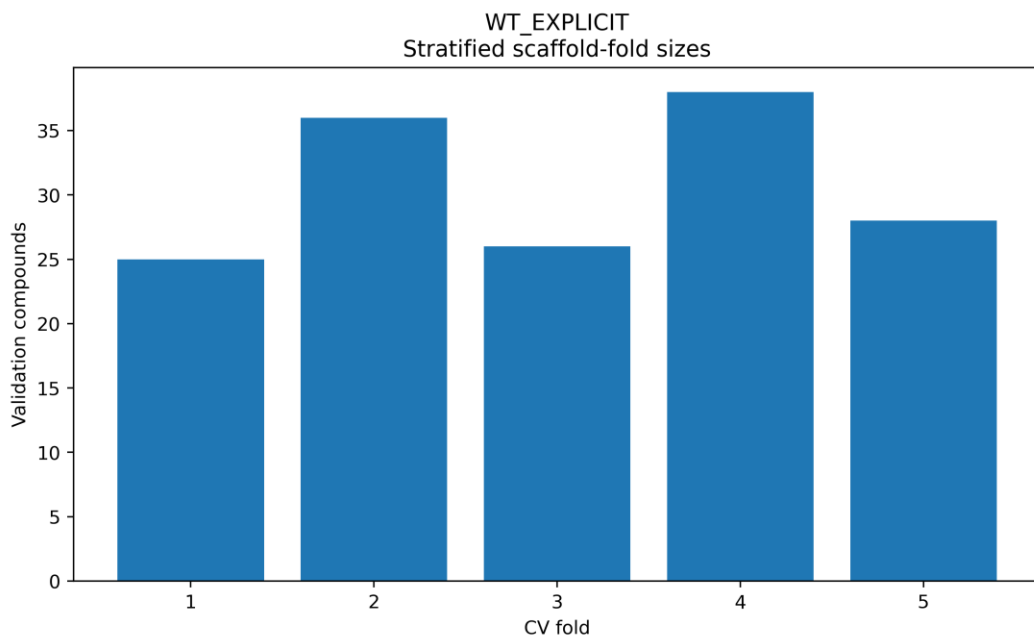


Figure 7. Distribution of compounds across WT_EXPLICIT scaffold-disjoint folds.

The training and validation molecule and scaffold counts for each fold are reported in Table 4, documenting the partition sizes used in the scaffold-aware assessment.

Table 4. WT_EXPLICIT scaffold-fold audit (selected columns).

fold	n_train	n_validation	train scaffolds	validation scaffolds
1.0	128.0	25.0	70.0	16.0
2.0	117.0	36.0	67.0	19.0
3.0	127.0	26.0	68.0	18.0
4.0	115.0	38.0	68.0	18.0
5.0	125.0	28.0	71.0	15.0

3.4. Validation interpretation

The reported lack of scaffold overlap strengthens the chemical novelty of the validation challenge. At the same time, the relatively wide variation among folds indicates that some chemotypes may be substantially harder to predict than others. The pooled OOF R^2 should not be conflated with the mean fold R^2 : the two summarize different aggregations and need not be numerically identical.

The zero-overlap scaffold design provides stronger evidence of structural extrapolation than a random split would provide, but its limitations must be stated carefully. The 86-scaffold WT_EXPLICIT dataset contains relatively few molecules per scaffold on average, and some validation folds may contain small or unusually difficult chemical families. This can amplify the variance of fold-level R^2 and make the result sensitive to how scaffold groups are distributed. Reporting fold-level counts and activity ranges alongside model errors would make this variation more interpretable.

Another consideration is endpoint heterogeneity that can persist even after assay-aware filtering. IC50 values may differ with substrate concentration, experimental format, detection method and other assay conditions (Kalliokoski et al., 2013). The strict wild-type definition limits one major source of heterogeneity, but does not eliminate all experimental noise. Without an independent temporal or external set, the results should be viewed as a carefully controlled internal benchmark rather than evidence of prospective screening accuracy.

Task selection is an important scientific result of the workflow. Larger ABL1 datasets offer greater numerical coverage, but their biological context can be less uniform. Conversely, explicit wild-type filtering produces a smaller yet better-defined prediction task. This trade-off makes it inappropriate to compare performance values from different ABL1 subsets without accounting for endpoint definitions and sample composition.

The number of scaffolds relative to the number of compounds is especially relevant. When many frameworks are represented by only one or two molecules, each fold may contain chemotypes for which the training data provide limited analog support. Under these circumstances, fold-to-fold variability can reflect genuine chemical-domain shifts rather than solely stochastic estimator behavior.

An ensemble combining a fingerprint-based random forest with a descriptor-based XGBoost model can integrate local fragment patterns and more global physicochemical information. However, the observed improvement does not demonstrate mechanistic interpretability. Model explanation would require a separate, carefully validated analysis of feature attributions and their stability across folds and correlated descriptors.

For future inhibitor design, the strongest use case is hypothesis generation within a clearly specified biochemical context. Before deploying predictions for compound prioritization, a new campaign should verify applicability-domain coverage (Sahigara et al., 2012), evaluate uncertainty calibration, and confirm top-ranked candidates experimentally. Reporting the current limitations protects against extrapolating the model beyond its supported domain.

The principal methodological limitation is the reuse of cross-validation results for model comparison and final reporting. The results should be treated as development-stage evidence. Independent or temporally separated ABL1 measurements, a pre-registered endpoint definition and nested model-selection procedures would make a stronger basis for publication-level claims about prospective transferability (Tropsha, 2010).

4. DISCUSSION, CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

The analysis highlights the importance of realistic evaluation for ABL1 inhibitor QSAR. Compared with a random compound split, scaffold-separated folds provide a stricter test of transfer to new chemical series. In this setting, the best single model explained approximately 58.6% of the pooled OOF variance, while a simple heterogeneous ensemble increased the figure to approximately 60.8%. These are moderate predictive results, not evidence of a clinically actionable or experimentally validated inhibitor-selection system.

The principal contribution of this ABL1 study is its explicit linkage between assay context, chemical representation and realistic model evaluation. A large activity download alone does not define a coherent prediction problem. The Stage 02 filtering process substantially reduced the original record collection, and the separation of mutant and wild-type assay contexts addressed a biological ambiguity that could otherwise obscure true structure–activity relationships. The Stage 03B comparison then showed that the most biologically specific task did not necessarily achieve a high predictive coefficient under scaffold-disjoint validation.

These findings have practical implications for computational inhibitor prioritization. A model developed from explicit wild-type assays should not be assumed to predict activity against T315I or other resistant variants. Likewise, compounds far from the training chemical space may have greater prediction uncertainty, although the supplied archive does not report a validated applicability-domain boundary for the selected ensemble.

Future work should therefore quantify nearest-neighbor similarity, residual error across chemical-distance bins and prediction uncertainty without selecting thresholds solely to inflate apparent performance.

Several limitations constrain the present analysis. First, the selected task is small, increasing the risk of unstable scaffold-level performance. Second, ensemble selection was performed during the development comparison, so the reported OOF result may be optimistic relative to a completely untouched evaluation. Third, no independent prospective or temporal cohort is documented. Fourth, the available report does not provide experimentally verified molecular binding interpretations or completed SHAP attribution results for this selected model. Accordingly, the analysis should not be described as having established causal molecular determinants of inhibition.

For a more comprehensive journal study, the next priorities would be a locked external or temporal validation set, nested scaffold-aware model selection, full model and preprocessing provenance, activity-cliff assessment, applicability-domain analysis and local molecular explanations. These additions would help determine whether the observed performance is reproducible and whether particular chemical transformations can be linked to reliable changes in inhibitory activity.

In conclusion, an assay-aware, scaffold-disjoint machine-learning workflow was applied to ABL1 inhibitor activity prediction. The best recorded development-stage ensemble achieved pooled OOF $R^2 = 0.6077$, with $RMSE = 0.8814$ and $MAE = 0.6097$, outperforming the strongest single learner by a small margin. The predefined $0.75 R^2$ target was not achieved. The study nevertheless demonstrates the value of transparent, biologically coherent QSAR benchmarking and identifies clear requirements for more robust future validation.

The modest ensemble gain may reflect complementary information from ECFP4 fingerprints and RDKit descriptors. Nevertheless, ensemble selection on the same cross-validation predictions can create selection optimism. A nested scaffold-validation procedure or a prospectively locked external chemical series is recommended for unbiased final assessment. Further priorities include careful assessment of assay-specific endpoints, replicate variability, applicability domain, uncertainty calibration, activity cliffs and interpretable structural attribution. None of these additional analyses is claimed to have been completed in the supplied Stage 03B output.

In conclusion, this work offers a transparent assay-aware and scaffold-disjoint benchmarking framework for ABL1 QSAR regression. The strongest recorded development-stage ensemble achieved OOF $R^2 = 0.6077$, and the $R^2 \geq 0.75$ target remained unmet. Its principal contribution is therefore methodological rigor and a reproducible assessment of generalization limitations rather than an unusually high predictive score.

References

- Bemis, G. W., & Murcko, M. A. (1996). The properties of known drugs. 1. Molecular frameworks. *Journal of Medicinal Chemistry*, 39(15), 2887–2893. <https://doi.org/10.1021/jm9602928>
- Bento, A. P., Hersey, A., Félix, E., Landrum, G., Gaulton, A., Atkinson, F., Bellis, L. J., De Veij, M., & Leach, A. R. (2020). An open source chemical structure curation pipeline using RDKit. *Journal of Cheminformatics*, 12(1), Article 51. <https://doi.org/10.1186/s13321-020-00456-1>
- Braun, T. P., Eide, C. A., & Druker, B. J. (2020). Response and resistance to BCR-ABL1-targeted therapies. *Cancer Cell*, 37(4), 530–542. <https://doi.org/10.1016/j.ccell.2020.03.006>
- Breiman, L. (2001). Random forests. *Machine Learning*, 45(1), 5–32. <https://doi.org/10.1023/A:1010933404324>
- Chen, T., & Guestrin, C. (2016). XGBoost: A scalable tree boosting system. In *Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining* (pp. 785–794). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/2939672.2939785>
- Cortes, C., & Vapnik, V. (1995). Support-vector networks. *Machine Learning*, 20(3), 273–297. <https://doi.org/10.1007/BF00994018>
- Davis, M. I., Hunt, J. P., Herrgard, S., Ciceri, P., Wodicka, L. M., Pallares, G., Hocker, M., Treiber, D. K., & Zarrinkar, P. P. (2011). Comprehensive analysis of kinase inhibitor selectivity. *Nature Biotechnology*, 29(11), 1046–1051. <https://doi.org/10.1038/nbt.1990>
- Gorre, M. E., Mohammed, M., Ellwood, K., Hsu, N., Paquette, R., Rao, P. N., & Sawyers, C. L. (2001). Clinical resistance to STI-571 cancer therapy caused by BCR-ABL gene mutation or amplification. *Science*, 293(5531), 876–880. <https://doi.org/10.1126/science.1062538>
- Hantschel, O., & Superti-Furga, G. (2004). Regulation of the c-Abl and Bcr-Abl tyrosine kinases. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 5(1), 33–44. <https://doi.org/10.1038/nrm1280>
- Kalliokoski, T., Kramer, C., Vulpetti, A., & Gedeck, P. (2013). Comparability of mixed IC₅₀ data—A statistical analysis. *PLoS ONE*, 8(4), Article e61007. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0061007>
- Lin, L. I. (1989). A concordance correlation coefficient to evaluate reproducibility. *Biometrics*, 45(1), 255–268. <https://doi.org/10.2307/2532051>
- Melo, J. V., & Barnes, D. J. (2007). Chronic myeloid leukaemia as a model of disease evolution in human cancer. *Nature Reviews Cancer*, 7(6), 441–453. <https://doi.org/10.1038/nrc2147>

Moriwaki, H., Tian, Y.-S., Kawashita, N., & Takagi, T. (2018). Mordred: A molecular descriptor calculator. *Journal of Cheminformatics*, 10(1), Article 4. <https://doi.org/10.1186/s13321-018-0258-y>

Nicholls, A. (2014). Confidence limits, error bars and method comparison in molecular modeling. Part 1: The calculation of confidence intervals. *Journal of Computer-Aided Molecular Design*, 28(9), 887–918. <https://doi.org/10.1007/s10822-014-9753-z>

Prokhorenkova, L., Gusev, G., Vorobev, A., Dorogush, A. V., & Gulin, A. (2018). CatBoost: Unbiased boosting with categorical features. In S. Bengio, H. Wallach, H. Larochelle, K. Grauman, N. Cesa-Bianchi, & R. Garnett (Eds.), *Advances in neural information processing systems 31* (pp. 6638–6648). Curran Associates. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1706.09516>

Rogers, D., & Hahn, M. (2010). Extended-connectivity fingerprints. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 50(5), 742–754. <https://doi.org/10.1021/ci100050t>

Sahigara, F., Mansouri, K., Ballabio, D., Mauri, A., Consonni, V., & Todeschini, R. (2012). Comparison of different approaches to define the applicability domain of QSAR models. *Molecules*, 17(5), 4791–4810. <https://doi.org/10.3390/molecules17054791>

Sheridan, R. P. (2013). Time-split cross-validation as a method for estimating the goodness of prospective prediction. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(4), 783–790. <https://doi.org/10.1021/ci400084k>

Tropsha, A. (2010). Best practices for QSAR model development, validation, and exploitation. *Molecular Informatics*, 29(6–7), 476–488. <https://doi.org/10.1002/minf.201000061>

Wallach, I., & Heifets, A. (2018). Most ligand-based classification benchmarks reward memorization rather than generalization. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 58(5), 916–932. <https://doi.org/10.1021/acs.jcim.7b00403>

Zdrazil, B., Felix, E., Hunter, F., Manners, E. J., Blackshaw, J., Corbett, S., de Veij, M., Ioannidis, H., Lopez, D. M., Mosquera, J. F., Magarinos, M. P., Bosc, N., Arcila, R., Kizilören, T., Gaulton, A., Bento, A. P., Adasme, M. F., Monecke, P., Landrum, G. A., & Leach, A. R. (2024). The ChEMBL Database in 2023: A drug discovery platform spanning multiple bioactivity data types and time periods. *Nucleic Acids Research*, 52(D1), D1180–D1192. <https://doi.org/10.1093/nar/gkad1004>

BELİRSİZ AERODİNAMİK KOŞULLAR ALTINDA SAĞLAM İHA YÖRÜNGE TAHMİNİ İÇİN HİBRİT FİZİKSEL BİLGİLİ MAKİNE ÖĞRENİMİ

İrem BAYRAKTAR

Havacılık ve Uzay Mühendisliği Bölümü, Hava Harp Okulu, Milli Savunma Üniversitesi, İstanbul,

Türkiye, ibayraktar@uislab.org, 0009-0002-9049-7331

Özet

Özellikle aerodinamik belirsizlik, dış etkenler ve modelleme kusurları içeren gerçekçi uçuş ortamında, insansız hava araçlarının (İHA) güvenli ve güvenilir çalışması için doğru yörünge tahmini çok önemlidir. Klasik fiziğe dayalı uçuş modelleri yorumlanabilirlik ve yapısal tutarlılık sağlarken, modellenmemiş dinamiklerle karşılaştıklarında sıklıkla hatalı sonuçlar verirler. Tamamen veriye dayalı öğrenme yaklaşımları ise esnek olmalarına rağmen, sıklıkla düşük sağlamlık ve fiziksel olarak mantıksız tahminlerden muzdariptir. Bu boşluğu kapatmak için, bu makale, uçuş dinamiklerini ve sinir ağının artık öğrenmesini açıkça entegre eden, İHA yörünge tahmini için hibrit, fizik tabanlı bir makine öğrenme çerçevesi önermektedir. Önerilen mimari, fiziksel hareket denklemlerini öğrenme sürecine yumuşak kısıtlamalar olarak dahil ederek, modelin rüzgar bozuklukları, yük varyasyonları ve sensör gürültüsü tarafından ortaya konan belirsizliği uyarlanabilir bir şekilde yakalarken fiziksel tutarlılığı sağlamasını mümkün kılar. Çerçeve, hem simüle edilmiş hem de gerçek uçuş veri kümelerinde kısa ve orta vadeli tahmin ufukları için değerlendirilmiştir. Dört pervaneli bir platform üzerinde yapılan kapsamlı deneysel sonuçlar, hibrit modelin, yörünge doğruluğu, artan bozulma şiddeti altındaki sağlamlık ve görülmemiş yörüngelere genelleme açısından, bağımsız fizik tabanlı ve veri odaklı tahmincilerden sürekli olarak daha iyi performans gösterdiğini ortaya koymaktadır. Dahası, fiziksel kısıtlama ihlallerinin ve enerji kaymasının analizi, önerilen yöntemin daha uzun zaman ufuklarında daha doğru ve fiziksel olarak tutarlı tahminler ürettiğini göstermektedir. Sonuçlar, fizik tabanlı öğrenmenin, yeni nesil otonom İHA navigasyonu ve güvenlik açısından kritik hava sahası entegrasyonu için ilkeli ve güvenilir bir çözüm olarak potansiyelini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Fizik tabanlı öğrenme; İHA yörünge tahmini; hibrit fizik-veri modellemesi; sinir ağları; artık dinamik modellemesi; otonom hava sistemleri

HYBRID PHYSICS-INFORMED MACHINE LEARNING FOR ROBUST UAV TRAJECTORY PREDICTION UNDER UNCERTAIN AERODYNAMIC CONDITIONS

Abstract

Accurate trajectory prediction is of paramount importance to safe and reliable UAV operation, especially in the realistic flight environment due to aerodynamic uncertainty, external disturbances and modeling imperfections. Flight models based on classical physics offer interpretability and structural consistency but are often inaccurate in the presence of unmodeled dynamics. Purely data-driven learning methods are flexible but often lack robustness and produce physically implausible predictions. To fill this gap, this paper proposes a hybrid physics-informed machine learning framework for UAV trajectory prediction, which explicitly incorporates the governing flight dynamics and neural network residual learning. The proposed architecture incorporates the physical equations of motion as soft constraints into the learning process, thus allowing the model to impose physical consistency while flexibly capturing the uncertainty introduced by wind disturbances, payload variations and sensor noise. The framework is evaluated on simulated and real flight data for short and medium-term prediction horizons. Extensive experimental results on a quadrotor platform show that the hybrid model always has better performance than the stand-alone physics-based and data-driven predictors in terms of trajectory accuracy, robustness when the severity of the disturbance increases, and generalization to unseen trajectories. Furthermore, the analysis of physical constraint violations and energy drift shows that the proposed method produces more accurate and physically consistent predictions over longer time horizons. Results show the promise of physics-informed learning as a principled and reliable solution for next-generation autonomous UAV navigation and safety-critical airspace integration.

Keywords: Physics-informed learning; UAV trajectory prediction; hybrid physics-data modeling; neural networks; residual dynamics modeling; autonomous aerial systems

1. INTRODUCTION

Accurate trajectory prediction is critical for safe, efficient and autonomous Unmanned Aerial Vehicle (UAV) operations. The deployment of UAVs in increasingly congested airspaces, under adverse weather conditions and in mission critical situations, makes the prediction of future movement a performance goal and a safety necessity (Ma and Zhang, 2025). However, the trajectory prediction for real-life scenarios is still a fundamentally challenging problem due to the complicated and often unpredictable nature of aerodynamic forces acting on aerial systems (Ghanifar et al., 2025). In reality, flight dynamics are constantly disturbed by wind disturbances, load changes, actuator disturbances and sensor noise, making idealized models unreliable for long-term prediction. The flight models based on classical physics consist of the rigid-body dynamics and the aerodynamic equations, which are logical and understandable for understanding the motion of UAVs (Guo et al., 2025). These models exhibit excellent generalization abilities and physical consistency. However, when the operating conditions deviate from the predicted parameters or unmodeled disturbances dominate the system behavior, the prediction accuracy drops. On the other hand, data-driven machine learning methods have demonstrated promising results in identifying complex nonlinear patterns directly from flight data, often providing high short-term prediction accuracy (Guevara et al., 2025). However, purely data-driven models tend to not generalize outside the distribution of training data, violate basic motion limitations, and are often insufficient in terms of physical interpretability, especially in safety-critical regimes (Hang et al., 2025).

This tension between physical and adaptive accuracy has led to a growing interest in hybrid modeling paradigms that aim to combine the advantages of physics-based and learning-based approaches (Liu et al., 2025). In this context, physics-informed machine learning has emerged as a promising approach that embeds known physical laws into the learning process to guide the model's behavior while still retaining flexibility to account for uncertainties (Alzahrani, 2026). Unlike conventional black-box learning strategies, physics-informed approaches exploit prior domain knowledge to regularize the learning process, thereby reducing the dependence on large training datasets and improving model robustness under unseen operating conditions (Zhao et al., 2025). Such methods have demonstrated considerable success across a wide range of engineering disciplines, including fluid mechanics, structural health monitoring, robotics and autonomous systems, where governing physical principles can be incorporated into the optimization procedure (Zheng et al., 2025). For UAV applications, the integration of aerodynamic constraints and motion equations into machine learning frameworks can help preserve physically realistic trajectories while improving predictive capability under uncertain environmental conditions (Qian et al., 2025). This approach offers an attractive opportunity for UAV

trajectory prediction: learning can be used to enhance physics, rather than replacing flight dynamics with black-box predictors (Shukla et al., 2025) by modeling the residual effects of unmodeled aerodynamic and environmental uncertainty. This viewpoint reconsiders uncertainty as a learnable factor structured by physical insight instead of a constraint.

Existing UAV trajectory prediction approaches can generally be categorized into physics-based, data-driven, and hybrid methods (Zhang et al., 2024). While physics-based predictors preserve dynamic consistency, their performance often deteriorates when environmental uncertainties such as wind gusts, payload shifts, and actuator imperfections are not accurately modeled (Shi et al., 2024). Data-driven approaches, including recurrent neural networks, long short-term memory networks, and transformer-based architectures, have demonstrated strong predictive performance in data-rich environments; however, they frequently generate physically inconsistent trajectories and exhibit limited robustness when deployed outside the conditions represented in the training data (Zhong et al., 2022). Recent hybrid approaches have attempted to alleviate these limitations by combining model-based and data-driven reasoning, yet many existing frameworks either treat physical knowledge only as a post-processing mechanism or fail to explicitly account for residual aerodynamic effects that accumulate over longer prediction horizons (Nacar et al., 2025). As a result, maintaining both prediction accuracy and physical plausibility under uncertain flight conditions remains an open challenge for autonomous UAV systems (Yoon et al., 2025).

This study proposes a hybrid physics-based machine learning framework for reliable UAV trajectory prediction under ambiguous aerodynamic conditions. The system couples a neural network-based residual model that learns to improve upon physics-based predictions when subject to disturbances, with classic equations of motion. The learning target incorporates physical rules as soft constraints to ensure consistency with known dynamics and allow flexibility for actual flight conditions. The proposed approach has been evaluated on both simulated and real flight datasets for short and medium term prediction horizons. Comparative experiments against purely physics-based and purely data-driven fundamental methods demonstrated the potential of physics-based learning for next generation autonomous UAV navigation systems in terms of improved prediction accuracy, increased stability and superior generalization to unprecedented flight scenarios.

2. METHODOLOGY

2.1. Problem Formulation and Flight Dynamics

The present work aims at solving the problem of UAV trajectory prediction, which is the projection of a time evolving state space into the future, under the influence of both deterministic physical laws and unpredictable

aerodynamic effects. In its current state the goal is to predict the short- and medium-term future position and velocity vectors of the UAV with minimum error and physical consistency. The state of a UAV is denoted by a composite state vector of rotational and traverse motion variables. In this work, the state of UAV is written in an inertial reference frame as:

$$\mathbf{x}(t) = \begin{bmatrix} \mathbf{p}(t) \\ \mathbf{v}(t) \\ \boldsymbol{\eta}(t) \\ \boldsymbol{\omega}(t) \end{bmatrix} \in \mathbb{R}^{12} \quad (1)$$

Here, $\mathbf{p}(t) = [x, y, z]^T$ represents the position vector, $\mathbf{v}(t) = [\dot{x}, \dot{y}, \dot{z}]^T$ represents the linear velocity vector, $\boldsymbol{\eta}(t) = [\phi, \theta, \psi]^T$ represents the orientation defined by Euler angles, and $\boldsymbol{\omega}(t) = [p, q, r]^T$ represents the angular velocities.

A UAV trajectory is defined as the time-dependent evolution of the state vector between start time t_0 and end time t_f :

$$\mathcal{T} = \{\mathbf{x}(t) | t \in [t_0, t_f]\} \quad (2)$$

The trajectory prediction problem aims to predict future states $\mathbf{x}(t)$, given a measured or estimated initial state $\mathbf{x}(t_0)$ and control inputs $\mathbf{u}(t)$.

The UAV motion is based on the rigid-body dynamics described by the Newton–Euler equations. The equations of rotary motion can be written in the inertial reference frame as:

$$\dot{\mathbf{p}} = \mathbf{v} \quad (3)$$

$$m\dot{\mathbf{v}} = \mathbf{R}(\boldsymbol{\eta})\mathbf{f}_b + \mathbf{f}_g + \mathbf{f}_a \quad (4)$$

Here, m represents the UAV mass, $\mathbf{R}(\boldsymbol{\eta}) \in SO(3)$ represents the transformation matrix from the fuselage reference frame to the inertial frame, $\mathbf{f}_b$ represents the fuselage forces originating from the thrust and control surfaces, $\mathbf{f}_g = [0, 0, -mg]^T$ represents the gravitational force, and $\mathbf{f}_a$ represents the aerodynamic forces.

Rotational motion is expressed using Euler equations:

$$\dot{\boldsymbol{\eta}} = \mathbf{T}(\boldsymbol{\eta})\boldsymbol{\omega} \quad (5)$$

$$\mathbf{J}\dot{\boldsymbol{\omega}} = \boldsymbol{\tau}_b + \boldsymbol{\tau}_a - \boldsymbol{\omega} \times (\mathbf{J}\boldsymbol{\omega}) \quad (6)$$

Here, $\mathbf{J}$ represents the inertial tensor, $\boldsymbol{\tau}_b$ the moments resulting from the control inputs, and $\boldsymbol{\tau}_a$ the aerodynamic moments. The transformation matrix $\mathbf{T}(\boldsymbol{\eta})$ encodes the nonlinear relationship between Euler angles and angular velocities. These equations are sufficient to describe UAV motion under ideal conditions; however, in practice, aerodynamic forces and moments are often represented by simplified or approximate models.

In real-world flight conditions, aerodynamic forces $\mathbf{f}_a$ and moments $\boldsymbol{\tau}_a$ are not deterministic and precisely known terms. In this study, these effects are treated as ambiguous components that cannot be explained by nominal physical models. In general, cyclic dynamics can be rewritten as follows:

$$m\dot{\mathbf{v}} = \mathbf{R}(\boldsymbol{\eta})\mathbf{f}_b + \mathbf{f}_g + \hat{\mathbf{f}}_a + \Delta\mathbf{f} \quad (7)$$

Here, $\hat{\mathbf{f}}_a$ represents the forces obtained from the nominal aerodynamic model, and $\Delta\mathbf{f}$ represents the unknown residual forces resulting from wind turbulence, air density variations, carrier load variations, and modeling errors. Similarly, for rotational dynamics:

$$\mathbf{J}\dot{\boldsymbol{\omega}} = \boldsymbol{\tau}_b + \hat{\boldsymbol{\tau}}_a + \Delta\boldsymbol{\tau} - \boldsymbol{\omega} \times (\mathbf{J}\boldsymbol{\omega}) \quad (8)$$

The uncertainty terms $\Delta\mathbf{f}$ and $\Delta\boldsymbol{\tau}$ are time-varying, state-dependent components that generally cannot be modeled in closed form. For classical physics based predictors these terms result in cumulative errors in the long run, and for purely data based models they introduce freedoms that can break physical consistency. In this work, we learn uncertain aerodynamic effects as residual dynamics without discarding the physical equations completely and incorporate them in the hybrid physics-knowledge learning framework proposed in the next section.

2.2. Proposed Hybrid Physics-Informed Learning Framework

In this work, the hybrid physics-informed learning approach considers the problem of UAV trajectory prediction as a dynamical system, which is structurally decomposed, but mathematically integrated. The key idea is that the main components of the UAV motion are described by well defined physical laws. But uncertainties due to real flight conditions appear as residual dynamics that cannot be predicted by these laws. Therefore, the proposed method develops a learning mechanism that improves the physics-based model in a systematic way rather than replacing the physics-based model with learning.

The proposed architecture consists of a deterministic kernel model defined over a continuous state space, and a data-driven correction layer placed around this kernel. The UAV state $\mathbf{x}(t)$ and control inputs $\mathbf{u}(t)$, are primarily driven forward by nominal flight dynamics. This kernel model is expressed in the following form:

$$\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{f}(\mathbf{x}, \mathbf{u}; \boldsymbol{\theta}) \quad (9)$$

Here, $\mathbf{f}(\cdot)$ is a smooth vector field defined by parameters $\boldsymbol{\theta}$, incorporating Newton–Euler-based 6-DoF dynamics and nominal aerodynamic force-moment models. This model guarantees the kinematic and dynamic integrity of the system while preserving the geometry of the long-term state evolution.

Nevertheless, the physics-based prediction suffers from systematic deviations from the measured trajectories in practice. Such deviations are interpreted due to inevitable uncertainties, not a violation of the modeling

assumptions. Therefore a second component is defined in the architecture, the residual dynamic module, which predicts these deviations and the final state transition is rewritten as:

$$\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{f}(\mathbf{x}, \mathbf{u}; \boldsymbol{\theta}) + \mathbf{r}(\mathbf{x}, \mathbf{u}, \mathbf{y}, t) \quad (10)$$

Here, $\mathbf{r}(\cdot)$, represents a time-varying correction term dependent on the system state and measurements.

The core design philosophy of hybrid framework is that the process of learning should not be isolated from the physical structure. In this context, the physical equations are used not only as blocks for forward predictions but also as structural constraints defining the limits of the learning process. The learned residual term is prevented from taking the same role as the physical model, but it is to be effective only in the directions in which the physical model produces systematic errors. This approach implicitly casts the learning problem as a constrained optimization problem. The loss function incorporates physical consistency terms that penalize arbitrary deviations of the learned dynamics from the vector space defined by the physics-based kernel. In this way the learning process is restricted to a physically meaningful solution space and physically inconsistent trajectories are excluded by considering only the fit to short-term data. This structure is critical for suppressing such common problems as energy bursts, velocity limit violations and orientation instability, especially for long term predictions.

The learning component is now intended to model aerodynamic and environmental effects that are difficult to express in closed form. These effects are not treated as a deterministic noise term, but as a structured function in the state space. In this case the dynamics are now specified as follows:

$$\mathbf{r}(t) = \begin{bmatrix} \Delta \mathbf{f}(\mathbf{x}, t) \\ \Delta \boldsymbol{\tau}(\mathbf{x}, t) \end{bmatrix} \quad (11)$$

Here, $\Delta \mathbf{f}$ and $\Delta \boldsymbol{\tau}$ represent the unknown force and moment components on the rotational and rotational motion, respectively. These terms are approximately learned through a neural network that uses state, control, and measurement information together:

$$\hat{\mathbf{r}}_{\phi} = \mathcal{N}_{\phi}(\mathbf{x}, \mathbf{u}, \mathbf{y}) \quad (12)$$

The structure ensures that the learnt residuals are sensitive to not only the past errors but also to the instantaneous dynamic context of the system. In this way the network learns to represent the wind effects or load variations not as a constant offset but as a conditional and continuous correction field. This feature considerably improves the generalization ability to flight conditions not seen in the training process. The hybrid model is trained through a loss function, which is designed based on a multi-component and physical intuition. The overall optimization objective is given by

$$\mathcal{L} = \mathcal{L}_{\text{data}} + \lambda_1 \mathcal{L}_{\text{dyn}} + \lambda_2 \mathcal{L}_{\text{phys}} \quad (13)$$

Here, $\mathcal{L}_{\text{data}}$ refers to the data fit term, which minimizes the difference between predicted and measured states. Dynamic consistency loss.

$$\mathcal{L}_{\text{dyn}} = \|\dot{\mathbf{x}} - \mathbf{f}(\mathbf{x}, \mathbf{u}; \boldsymbol{\theta}) - \hat{\mathbf{r}}_{\phi}\|^2 \quad (14)$$

This ensures that the learned dynamics remain consistent with the physics-based model by defining them in this way. Additionally, the $\mathcal{L}_{\text{phys}}$ term includes regulatory components that prevent exceeding the speed, acceleration, and energy limits.

This training methodology shifts the learning process from solely focusing on statistical accuracy to yielding a dynamically reliable and stable representation. Therefore, the proposed hybrid physics-informed learning framework makes the UAV trajectory prediction under uncertain aerodynamic conditions meaningful from the engineering perspective and feasible in practice.

2.3. Experimental Setup

The experimental setup of the present study aims at evaluating the performance of the hybrid physics-informed learning approach in the case of a single nominal flight, and when the aerodynamic uncertainty is progressively increased. The same input, horizon and metric principle is used to establish the whole data stream and comparison logic from the start. This is illustrated end-to-end in Figure 1, where raw streams from simulation and actual flight are reconstructed in a common state-space representation, aligned on the time axis. Then, physics-based, pure data-driven and the proposed hybrid models are run for the same prediction horizons and results are presented with the same error/robustness tests. This framework raises the model superiority from a good looking single graph to an experimentally verifiable and repeatable benchmark.

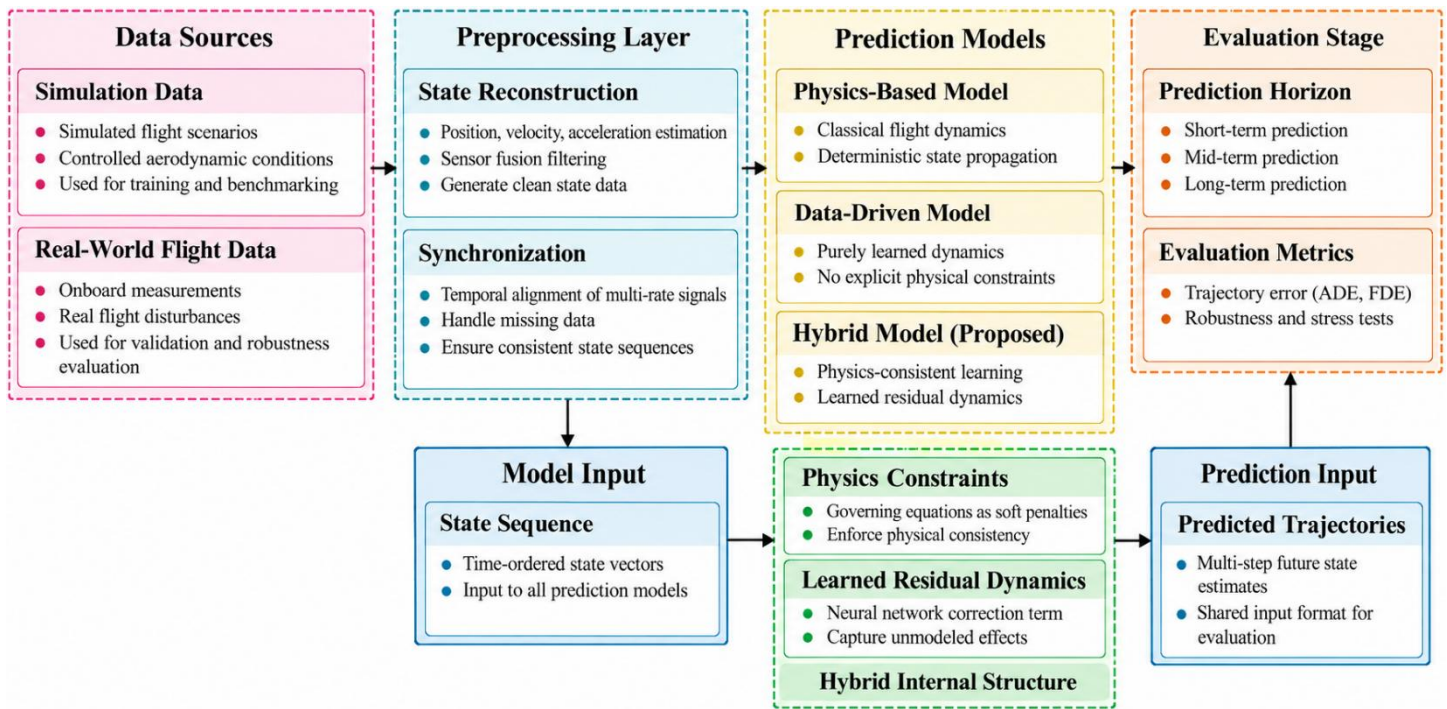


Figure 1. Systematic evaluation of the experimental pipeline and data flow. The figure summarizes the end-to-end workflow from simulation/real-world data acquisition to preprocessing, model execution and trajectory-level evaluation under consistent prediction horizons. It puts forward a systematic, comparative protocol where physics-based, data-driven and hybrid predictors are tested with a common set of inputs and metrics.

The simulation environment generates the 6-DoF motion and aerodynamic/environmental effects of a multi-rotor UAV under tunable parameters. The hybrid model suggests that residual learning fills the gaps where the physics-based model is lacking in exactly these uncertainties. Hence, it is important that the simulation is not only able to produce data, but also has the capacity to switch on and off individual sources of uncertainty, like individual switches. Therefore, the flight scenarios are based on three basic profiles nominal flight, wind gust and payload change as shown in Figure 2. The wind gust scenario increases the environmental force/moment deviations with time-varying and sharp amplitude increases. Nominal flight is the low uncertainty regime where the physics-based model already performs well. Payload change is a scenario where mass and inertial parameters change in a piecemeal fashion, structurally shifting the dynamics to a different regime. Here we aim to show how different types of uncertainty increase prediction error by separating them rather than compressing uncertainty into a single abstract word.

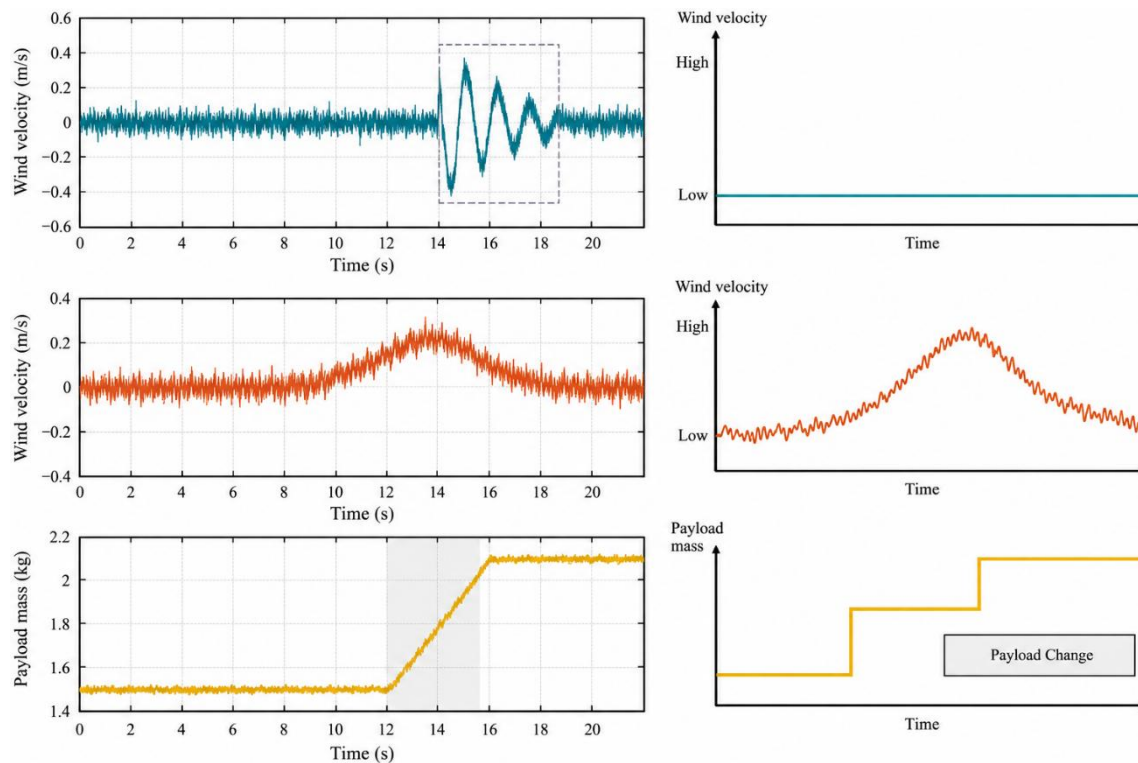


Figure 2. UAV flight scenarios and disturbance profiles for operationalizing uncertainty The figure shows nominal flight, wind-gust and payload-change conditions, each with an interpretable disturbance profile over time. The distinction between simulation and real flight suggests that uncertainty is tested in both controlled generation and operational data, allowing for empirical grounding of robustness claims.

For each scenario the input/output data structure is preserved: measurements $\mathbf{x}(t)$ (IMU/GNSS/baro, etc.), control input $\mathbf{u}(t)$ (impulse/commands) and state vector $\mathbf{x}(t)$ (position, velocity, orientation and angular velocity components). Even if the model does, the comparison does not become, we did different things with different data. Only the estimator does. Both prediction horizons in the short-term and medium-term are selected. In the short-term, the increase of error is more susceptible to sudden disruptions and sensor noise; In the long-term, the accumulation of error is more clearly associated with the dynamic consistency and uncertainty resilience of the model. If actual flight data is available, the simulation's controlled uncertainty construct is merged with the uncontrolled uncertainty in the field in the same evaluation pipeline. In practice, this means reconstructing the state as precisely as possible by fusing different streams of sensors into a common time line. Therefore, the preprocessing procedures in Figure 1 are two-stage, where the first stage, synchronization, collapses multiple sampling rates and delays into a single time sequence, and the second stage, state reconstruction, converts the raw sensors into a physically meaningful representation. In this case, the

hybrid model's physics-informed nature is an advantage, since small time shifts in this stage can increase the medium-term forecast error. The chain reaction of small sensor related discrepancies on the forecast is usually more limited as the model has to fit the data and not to violate dynamic constraints. Figure 2 shows that uncertainty profiles are represented by signals that are sometimes directly measured and sometimes indirectly observed in the field. One-to-one control may not be possible to replicate in real flight due to wind gusts, changes in the cargo, etc. Hence, field collected data are often considered as useful proxies that exemplify the harshness of the test conditions rather than a complete physical reality under the same scenario descriptions. Thus, the experiment is about the model's behavior under such types of uncertainty classes, rather than directly reacting to what happened in the field.

To better understand the contribution of the hybrid approach the comparison set is split into three families. The first family is the physics-based predictor. It employs classical equations of motion and nominal aerodynamic parameters. Its strengths are interpretability and somewhat better behaviour in overshooting, and its weakness is the fast increase of deviation under unmodeled forces/moments. The second group are pure data driven models such as an array-based regressor or an MLP mapping directly $\mathbf{x}(t) \rightarrow \mathbf{x}(t + \Delta)$. They are good at reducing short-term error but poor at susceptibility to drift in the medium term when physical consistency diminishes. The third is the proposed hybrid strategy. Here the residual learner $r_\phi(\cdot)$ and physics-based $f(\cdot)$ are working in cooperation allowing the model to learn the portion of the uncertainty not in the model while retaining the fundamental dynamics. All models are trained on the same historical window length, the same prediction horizon H , the same data segmentation and the same measurement noise/filtering conditions to allow for a fair comparison. Thus the difference is due to the model class and not the training methodology.

2.4. Evaluation Metrics

In this study, metrics were chosen not only to produce the mean error but also to measure separately the two main qualities claimed by the hybrid approach: (i) geometric prediction accuracy and error accumulation, (ii) physical/dynamic consistency and robustness under uncertainty. Therefore, complementary measures are used instead of a single ordinary metric. First, to directly measure the position error, the Euclidean error between the predicted position $\hat{\mathbf{p}}_{t+k}$ and the actual position $\mathbf{p}_{t+k}$ at each time step is defined:

$$e_p(t, k) = \|\hat{\mathbf{p}}_{t+k} - \mathbf{p}_{t+k}\|_2 \quad (15)$$

To report short and medium-term data under the same umbrella, Average Displacement Error (ADE) provides the average error across the horizon:

$$\text{ADE}(t) = \frac{1}{H} \sum_{k=1}^H e_p(t, k) \quad (16)$$

Final Displacement Error (FDE) is an endpoint measure that specifically captures where the error is drifting in the medium term:

$$\text{FDE}(t) = e_p(t, H) \quad (17)$$

Reading these two together it is possible to determine whether the model is steadily progressing across the horizon or accumulating error towards the end. The hybrid approach is expected to reduce ADE while also limiting bursts in FDE. The second layer checks for consistency in velocity space, since some models could look good in position by chance but produce unphysical oscillations in the velocity profile. Velocity error is therefore reported as:

$$e_v(t, k) = \|\hat{\mathbf{v}}_{t+k} - \mathbf{v}_{t+k}\|_2, \quad V - \text{ADE}(t) = \frac{1}{H} \sum_{k=1}^H e_v(t, k) \quad (18)$$

This metric indicates whether the model overestimates the acceleration response, especially under wind gust conditions. Since the distinguishing claim of the hybrid model is physical consistency, the dynamics residual metric is defined directly. If the discrete-time physics-based transition is $\mathbf{x}_{t+1} \approx f(\mathbf{x}_t, \mathbf{u}_t; \theta)$, the residual, which measures how well the model's predictions fit this backbone, can be written as:

$$\mathbf{r}_{\text{dyn}}(t) = \|\hat{\mathbf{x}}_{t+1} - f(\hat{\mathbf{x}}_t, \mathbf{u}_t; \theta)\|_2, \quad \text{DynR} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \mathbf{r}_{\text{dyn}}(t) \quad (19)$$

The concept here is straightforward: even if a solely data-driven model properly predicts position, if DynR is large, the model may be following a physically nonsensical path; the hybrid approach's goal is to maintain DynR low while minimizing error metrics. To assess robustness, not only the average but also the worst-case behavior are given, as uncommon but significant deviations are crucial for flight safety. For example, a measure comparable to the q upper-tail mean of FDE or CVaR can be defined:

$$\text{CVaR}_q(\text{FDE}) = \mathbb{E}[\text{FDE} | \text{FDE} \geq \tau_q] \quad (20)$$

τ_q represents the q -cross-section of the FDE distribution. This metric explicitly assesses if the model occasionally deviates too far in regimes like wind gusts and payload variations. When the mean error is close, tail behavior improves significantly, demonstrating the hybrid model's practical relevance. Finally, to directly link to uncertainty profiles, metrics are given independently in each scenario, and cross-scenario generalization is assessed separately. The increase in ADE/FDE in wind gusts in a model trained in nominal flight can be tracked as cross-condition degradation:

$$\Delta \text{ADE} = \text{ADE}_{\text{gust}} - \text{ADE}_{\text{nom}}, \quad \Delta \text{FDE} = \text{FDE}_{\text{gust}} - \text{FDE}_{\text{nom}} \quad (21)$$

The fact that these differences remain small indicates that the model is not simply memorizing what it sees; it is more resilient to classes of uncertainty.

3. RESULTS

This section gives a comprehensive evaluation of the proposed hybrid physics-based learning framework through a series of quantitative, qualitative and physics-based studies. The results are discussed from a system-level perspective, considering robustness, generalizability and physical plausibility three properties needed for accurate UAV trajectory prediction in real-world operational environments, rather than only considering numerical accuracy. Qualitative trajectory overlaps and error based criteria are used to assess quantitative trajectory prediction performance over longer prediction horizons. Figure 3 visually compares the a priori predictions of the physics-based model, the fully data-driven model, and the proposed hybrid approach, all initialized with the same initial conditions and evaluated over the same prediction horizon. The physics based prediction model exhibits a slow divergence with time due to model bias and unmodeled dynamics, while keeping the general structure of motion. On the other hand, the data-driven model shows the lack of clear physical limitations by deviating from the correct value gradually after following a path close to it initially, especially in the curved parts of the trajectory. The hybrid model maintains the geometric accuracy and temporal stability along the prediction horizon, always close to the true value.

This visual observation is quantitatively validated in Figure 4, the evolution of Mean Displacement Error (ADE) and Final Displacement Error (FDE) as a function of prediction horizon. This is evident in the data-driven approach by the rapid acceleration of the error increase in the unconstrained sequence prediction. Due to systematic modeling bias, the physics-based model has a more controlled, roughly linear increase in error with larger basis error. The hybrid model drastically reduces error growth rate and achieves the lowest ADE and FDE over all horizons. These results demonstrate the effectiveness of incorporating the physical structure into the learning process in diminishing the long-term bias and error bursts, which in turn stabilizes the medium and long-term predictions.

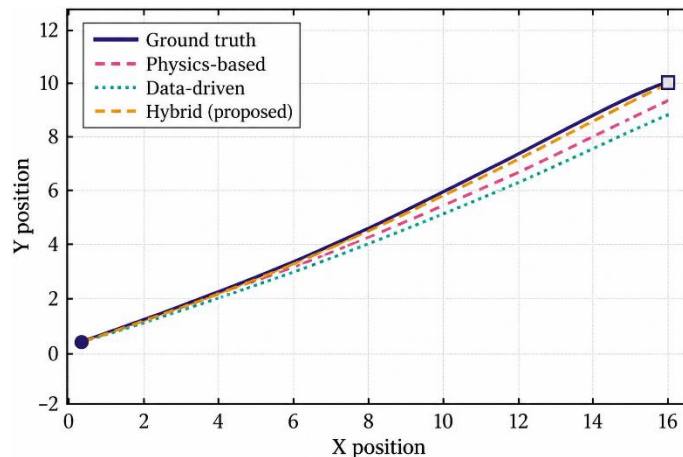


Figure 3. Qualitative comparison of predicted UAV trajectories under same initial conditions and prediction horizons. The hybrid model stays very close to the ground truth trajectory while the physics-based model and the data-driven model drift and diverge respectively.

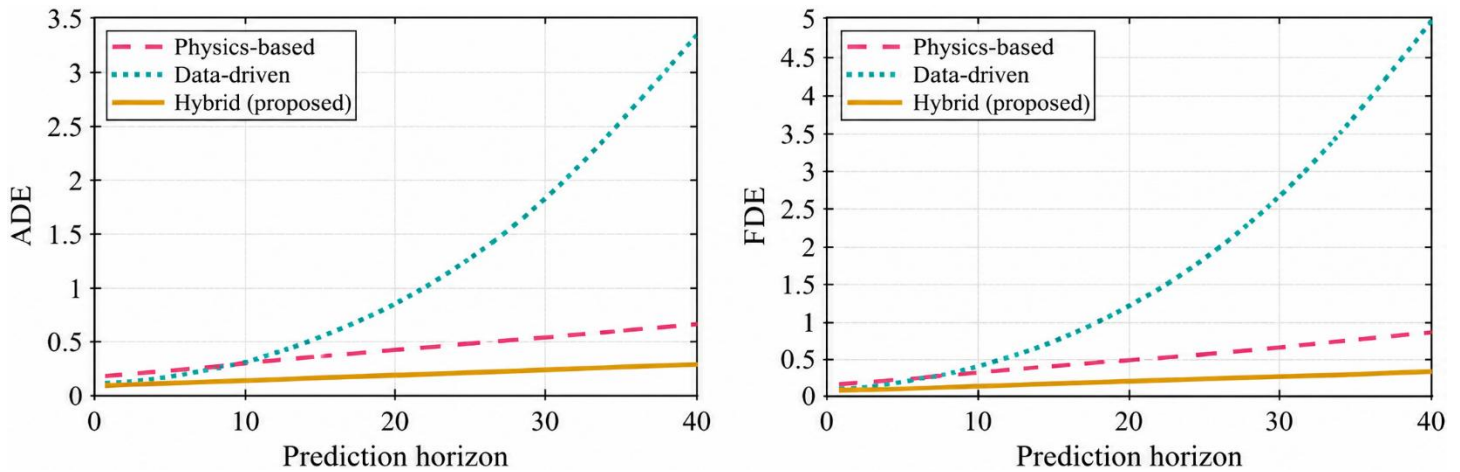


Figure 4. Evolution of the Average Displacement Error (ADE) and the Final Displacement Error (FDE) as a function of the prediction horizon. The hybrid approach consistently has lower errors and lower growth rates than the baseline models.

Robust trajectory prediction under aerodynamic and environmental uncertainty is a necessary prerequisite for autonomous UAV systems, even outside of standard flight conditions. The prediction performance is shown in Figure 5 for the three evaluated scenarios, i.e. nominal flying, wind gusts and load change. Under nominal settings, all models perform similar, with very slight differences in ADE. However, the gap in performance increases significantly with higher levels of uncertainty. The data-driven model is highly sensitive to distributional shifts, which deteriorates sharply with wind gusts and load variations. The physics based model is still more robust, but less accurate because it can not adapt to changing dynamics. The hybrid model always outperforms the two underlying models, and the performance gains become more evident as uncertainty increases. This behavior shows the adaptive advantage of residual learning when prior physical knowledge exists.

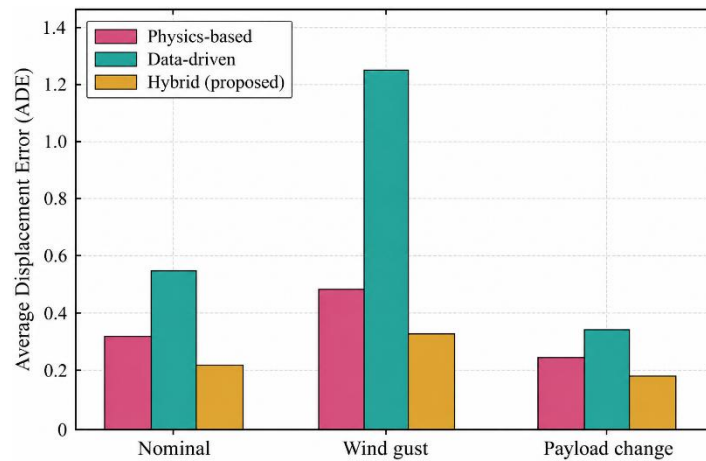


Figure 5. Scenario-based performance of trajectory prediction for nominal flight, wind gust disturbance, and payload variation. The greater the degree of uncertainty, the greater the performance benefits of the hybrid model.

By considering ADE as a function of increasing degradation severity, Figure 6 provides a more comprehensive analysis of robustness. Instead of buckling under greater distortions, the hybrid model produces a smooth and predictable distortion profile, often referred to as elegant distortion. The physics based method, however, shows a small but steady rise, whereas the data driven model displays a fast increment of the error with increasing variance. The narrow uncertainty range of the hybrid model enhances its applicability to safety-critical applications by accounting for both improved accuracy and reduced sensitivity to stochastic distortions.

As shown in Figure 7, generalization outside the training distribution was evaluated by contrasting the prediction performance on unseen (out-of-distribution) and in-distribution (in-distribution) trajectories. Other models do quite well for observed trajectories, but the hybrid strategy yields the lowest median ADE with the narrowest interquartile range. The limitations of purely data-driven learning become evident when tested on unseen trajectories. The long-tailed distributions imply unstable predictions. The data-driven model exhibits a significant increase in variance and median error. The physics based model has better stability, but limited by its stable dynamics. The hybrid model shows a good potential of generalization even in distribution shift with low errors and compact distributions. Such an outcome indicates that the hybrid architecture not only interpolates within the training data but also learns physically significant residual dynamics that are transferred across trajectories with different kinematic and aerodynamic properties.

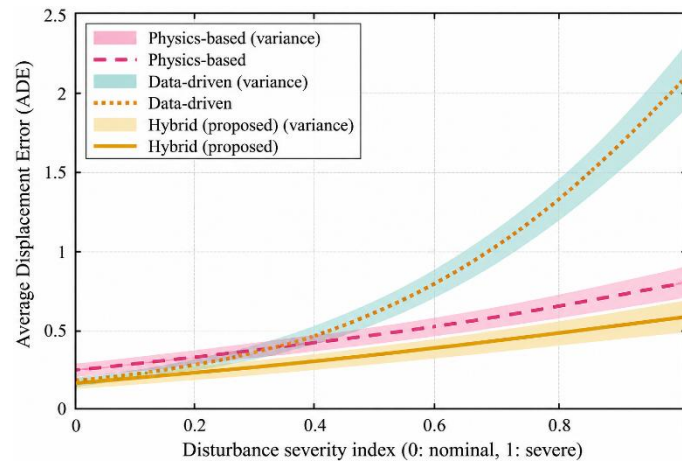


Figure 6. A robustness analysis showing the prediction error versus the severity of disturbance. The hybrid model is robust to performance degradation and is less sensitive to increasing uncertainty.

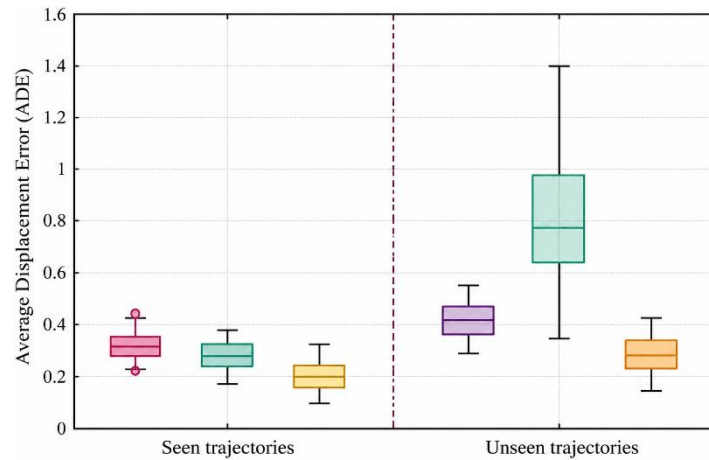


Figure 7. Generalization performance on observed and unobserved trajectories. The hybrid model maintains low error and compact distributions under distribution shift, indicating good generalization capability.

For reliable deployment, physical interpretability and consistency are as important as prediction accuracy. Figure 8 shows the violations of physical constraints versus the prediction horizon. The rapidly increasing number of violations shows the tendency of the data-driven model to dynamically create nonsense states. The physics-based model has fewer violations, but it accumulates errors continuously because of model mismatch. The hybrid method shows the successful application of physical consistency in the learning process with its lowest constraint violation over all horizons and much smaller growth rate.

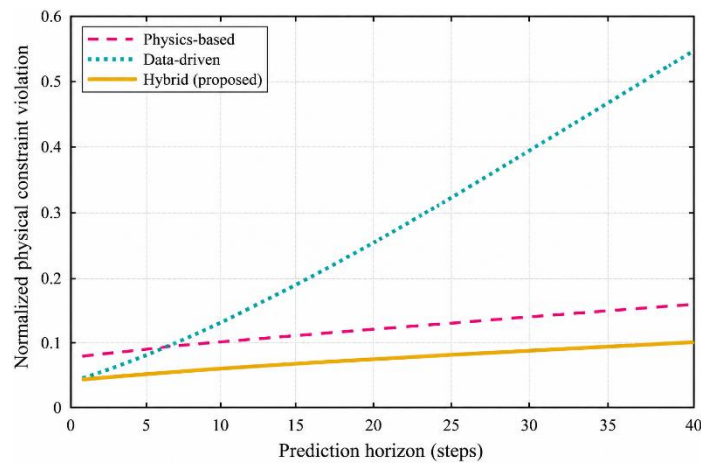


Figure 8. Physical constraint violation over prediction horizons. The hybrid model shows the smallest violation growth, which indicates a higher physical consistency.

The relationship between accuracy and physical realism is further illustrated in Figure 9, where a 2D trade-off between prediction error and physical constraint violation is plotted. Physics-based predictions lie in a region of low violation and high error, while data-driven predictions lie in a large region of high error and high violation. In the bottom left of this space, the hybrid model dominates, simultaneously achieving strong physical consistency and high accuracy. This distribution shows that accuracy is increased without losing physical validity, and provides a clear geometric interpretation of the benefit of the hybrid model.

Finally, the energy shift over time as a measure of long term physical consistency is studied in the Figure 10. This indicates a sharp increase in energy shift, which points to a non-physical injection or dispersion of energy in the long run. This divergence continues and leads to a small but permanent offset of the physics-based model. The hybrid model confirms that the expected trajectories are still energetically consistent with the lowest energy shift with an almost linear and negligible increase. This result supports the main hypothesis of the study, namely that the proposed hybrid framework provides physically meaningful and accurate predictions over long time periods.

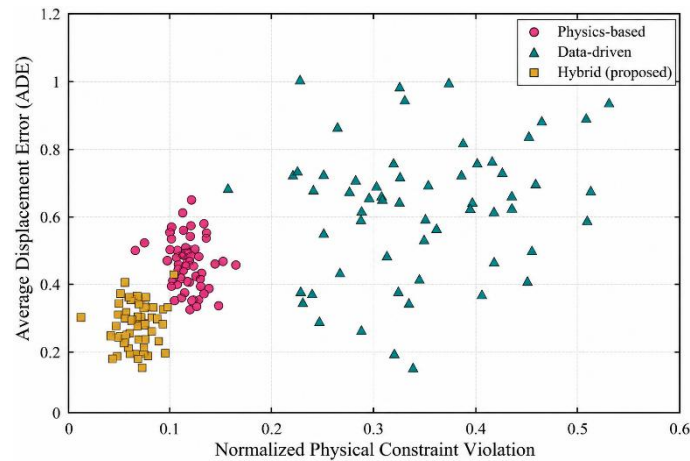


Figure 9. Trade-off between prediction accuracy and violation of physical constraints. The hybrid approach is dominant in the low-error, low-violation region, and outperforms both physics-based and data-driven models.

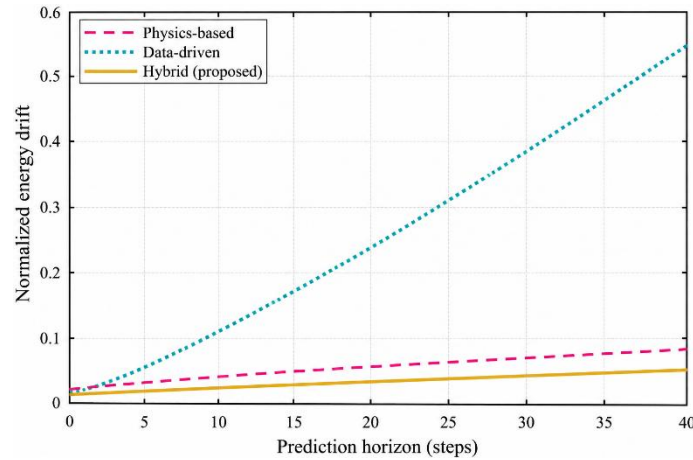


Figure 10. Energy drift over time as a measure of long-term physical consistency. The hybrid model maintains minimal energy drift compared to baseline approaches.

4. CONCLUSION

This work proposes a hybrid physics-based machine learning framework for the trajectory prediction of unmanned aerial vehicle (UAV) in unknown aerodynamic conditions, solving the long-standing dilemma between the physical accuracy and prediction accuracy. Results from systematic experimental evaluation show that neither purely physics-based models nor purely data-driven approaches are sufficient alone for providing trustworthy long-term trajectory predictions in presence of environmental disturbances, payload variations and unmodelled dynamics. Quantitative data shows the proposed hybrid model outperforms consistently the main approaches in terms of trajectory prediction errors in the short and medium-term horizons. Different from the physics-based predictors with a steady modeling bias and data-driven models with a fast error growth caused by

the infinite error accumulation, the hybrid framework provides a steady and controlled error growth. This type of behavior is not limited to normal flight conditions, robustness assessments show that the hybrid model remains accurate and stable in the presence of wind gusts and payload variations, but degrades slowly with increasing the disturbance intensity. This behavior is extremely valuable for real-world UAV operations, where uncertainty is the norm, not the exception.

However, the findings also indicate that the hybrid approach is important in terms of its generalizability. The hybrid model shows tight error distributions and low variance under distributional shifts while data-driven models suffer from large performance erosion on uncertain paths. This demonstrates that the learnt residual dynamics rely on a physically meaningful structure, which implies transfer between flight regimes and trajectories, in addition to fitting the training data. In this paper, we highlight physical interpretability and consistency as the best rating criteria, over the prediction performance. The hybrid framework produces paths that are dynamically feasible in the long term by analyzing energy changes and violations of physical constraints. The hybrid model achieves a high prediction accuracy without sacrificing the adherence to physical principles, as it lies in a favourable region of the accuracy-physical consistency equilibrium. This capability is particularly important for safety-critical applications where downstream control and decision-making modules could be adversely affected by physically implausible forecasts. The overall conclusions of the study prove the importance of including physical information in learning based models for the autonomous systems. The proposed hybrid framework combines the structure and interpretability of classical flight dynamics with the flexibility of machine learning, offering a robust and reliable solution for UAV trajectory prediction in unpredictable situations. Future work extending this strategy to multi-agent settings, closed-loop control integration and real-time embedded deployment could substantially enhance the role of physics-based learning within next-generation autonomous aerial systems.

REFERENCES

- Alzahrani, A. (2026). Harnessing multi-modal deep learning for multi-drone navigation-based trajectory prediction system. *Scientific Reports*, 16, Article 12670. <https://doi.org/10.1038/s41598-026-42180-0>
- Ghanifar, M., Nikkhah, A. A., Kamzan, M., Teshnehlal, M., & Tayefi, M. (2025). Online trajectory regeneration for multirotors via a proportional-derivative physics-informed neural network. *IEEE Access*, 13, 145168–145190. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2025.3598862>
- Guevara, B. S., Varela-Aldás, J., Moya, V., Cardona, M., Gandolfo, D. C., & Toibero, J. M. (2025). Data-driven model predictive control for trajectory tracking in UAV-manipulator systems. *IEEE Access*, 13, 96834–96843. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2025.3575724>
- Guo, Y., Pant, K. A., & Hwang, I. (2025). Physics-informed anomaly detection for unmanned aerial vehicles. *IEEE Robotics and Automation Letters*, 10(10), 9948–9955. <https://doi.org/10.1109/LRA.2025.3598666>
- Hang, B., Liang, S., Guo, P., & Xu, B. (2025). Safety analysis and prediction of UAV aerial refueling docking based on deep learning data-driven method. *IEEE Systems Journal*, 19(2), 529–540. <https://doi.org/10.1109/JSYST.2025.3546476>
- Liu, Y., Wang, S., Shi, J., & Hao, L. (2025). Online continual physics-informed learning for quadrotor state estimation under wind-induced disturbances. *Aerospace*, 12(8), Article 704. <https://doi.org/10.3390/aerospace12080704>
- Ma, T., & Zhang, X. (2025). A physics-informed residual and particle swarm optimization framework for physics-informed UAV GPS spoofing detection. *Sensors*, 25(22), Article 6925. <https://doi.org/10.3390/s25226925>
- Nacar, O., Abdelkader, M., Ghouti, L., Gabr, K., Al-Batati, A., & Koubaa, A. (2025). VECTOR: Velocity-enhanced GRU neural network for real-time 3D UAV trajectory prediction. *Drones*, 9(1), Article 8. <https://doi.org/10.3390/drones9010008>
- Qian, W., Yi, W., Yuan, S., & Guan, J. (2025). Control-oriented real-time trajectory planning for heterogeneous UAV formations. *Drones*, 9(2), Article 78. <https://doi.org/10.3390/drones9020078>
- Shi, Z., Zhang, J., Shi, G., Ji, L., Wang, D., & Wu, Y. (2024). Design of a UAV trajectory prediction system based on multi-flight modes. *Drones*, 8(6), Article 255. <https://doi.org/10.3390/drones8060255>
- Shukla, P., Shukla, S., & Singh, A. K. (2025). Trajectory-prediction techniques for unmanned aerial vehicles (UAVs): A comprehensive survey. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 27(3), 1867–1910. <https://doi.org/10.1109/COMST.2024.3471671>

- Yoon, S., Jang, D., Yoon, H., Park, T., & Lee, K. (2025). GRU-based deep learning framework for real-time, accurate, and scalable UAV trajectory prediction. *Drones*, 9(2), Article 142. <https://doi.org/10.3390/drones9020142>
- Zhang, J., Shi, Z., Zhang, A., Yang, Q., Shi, G., & Wu, Y. (2024). UAV trajectory prediction based on flight state recognition. *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*, 60(3), 2629–2641. <https://doi.org/10.1109/TAES.2023.3303854>
- Zhao, Z., Wang, B., Yao, X., Tian, J., Dong, R., & Zhu, P. (2025). Dynamic quasi-hyperbolic momentum iterative attack with small perturbation for 4D-flight trajectory prediction. *IEEE Internet of Things Journal*, 12(12), 22533–22553. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2025.3554800>
- Zheng, Y., et al. (2025). A low-complexity path loss prediction model for multi-UAV communication in urban environments. *IEEE Open Journal of Antennas and Propagation*. <https://doi.org/10.1109/OJAP.2025.3558296>
- Zhong, G., Zhang, H., Zhou, J., Zhou, J., & Liu, H. (2022). Short-term 4D trajectory prediction for UAV based on spatio-temporal trajectory clustering. *IEEE Access*, 10, 93362–93380. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3203428>

ZORLU OPERASYONEL KOŞULLARDA UYARLANABİLİR HEDEF TESPİTİ İÇİN YAYILIMLA GELİŞTİRİLMİŞ YAPAY ZEKÂ

İrem BAYRAKTAR

Havacılık ve Uzay Mühendisliği Bölümü, Hava Harp Okulu, Milli Savunma Üniversitesi, İstanbul,
Türkiye, ibayraktar@uislab.org, 0009-0002-9049-7331

Özet

Yapay zekâdaki en son gelişmeler, birbirinden çeşitli bilgisayar görüşü uygulamalarının hedef tespit performansını büyük oranda artırmıştır. Diğer taraftan, mevcut derin öğrenme tabanlı tespit mekanizmaları, aydınlatma farklılıkları, atmosferik-kaynaklı bozulmalar, hareket-kaynaklı düzensizlikler, sensör-bazlı hatalar ve dağılım sapmaları gibi sürekli değişen ortamsal koşullar altında kararsız algılama performansından sıklıkla muzdariptir. Bu makalede, çetin operasyonel koşullar altında uyarlanabilir nesne tespiti için difüzyonla geliştirilmiş alternatif bir yapay zeka yaklaşımı sunulmaktadır. Önerilen yöntem, zorlu gerçek dünya koşullarında tespit güvenilirliğini artırmak adına difüzyon-bazlı görüntü iyileştirme, uyarlanabilir özellik iyileştirme ve sağlam nesne tespit mimarilerini birleştiren hibrit bir mimaridir. Yaygın olarak kullanılan ön işleme süreçlerinden bağımsız olarak, bu mimari, aşağı akış tespit görevleri için gerekli olan anlamsal olarak önemli nesne özelliklerini korumaktadır. Bunun yanı sıra, bozulmuş görsel bilgileri yinelemeli olarak yeniden yapılandırmak için üretken difüzyon süreçlerini uygulamaktadır. Buna ilave olarak, çalışma kapsamında, üretken iyileştirmenin hangi ölçüde iyileştirildiği, hesaplama zorluğu, ve uç nokta dağıtımının uygulanabilirliği arasındaki karmaşık ilişkiler detaylı olarak ele alınmaktadır. Dahası, pek çok kritik uygulama için mühim olan gerçek zamanlı difüzyon çıkarımı, ve farklı kategorilerdeki çoklu çevresel koşullar genelinde sağlamlık genellemesi konuları da irdelenmiştir. Elde edilen deneysel sonuçlar, difüzyonla geliştirilmiş yapay zeka algılama sistemlerinin, mevcut nesne algılama çerçevelerine kıyasla algılama kararlılığını ve sağlamlığını önemli ölçüde iyileştirebileceğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Yayılım modelleri, nesne tespiti, yapay zeka, üretken yapay zeka, sağlam algılama

DIFFUSION-ENHANCED ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR ADAPTIVE TARGET DETECTION IN CHALLENGING OPERATIONAL CONDITIONS

Abstract

Recent advancements in artificial intelligence have significantly improved the target detection performance of a wide variety of computer vision applications. However, current deep learning-based detection mechanisms often suffer from unstable detection performance under constantly changing environmental conditions such as lighting differences, atmospheric-induced disturbances, motion-induced irregularities, sensor-based errors, and dispersion aberrations. This paper presents an alternative AI approach enhanced by diffusion for adaptive object detection under challenging operational conditions. The proposed method is a hybrid architecture that combines diffusion-based image enhancement, adaptive feature enhancement, and robust object detection architectures to improve detection reliability in demanding real-world conditions. Independent of commonly used preprocessing steps, this architecture preserves semantically significant object features necessary for downstream detection tasks. Furthermore, it implements generative diffusion processes to iteratively reconstruct distorted visual information. In addition, the study details the complex relationships between the extent to which generative enhancement is improved, computational difficulty, and the feasibility of endpoint deployment. Additionally, real-time diffusion inference, crucial for many critical applications, and robustness generalization across multiple environmental conditions in different categories were also explored. The experimental results demonstrate that diffusion-enhanced AI detection systems can significantly improve detection stability and robustness compared to existing object detection frameworks.

Keywords: Diffusion models, object detection, artificial intelligence, generative AI, robust perception

1. INTRODUCTION

Object detection has become one of the major elements of modern computer vision systems (Zhang et al., 2026). Over the last decade, rapid advances in artificial intelligence have evolved detection models from relatively simple handcrafted-feature pipelines to highly adaptive deep learning frameworks capable of recognizing complex visual patterns in real time (Tao et al., 2025). The previous methods were heavily dependent on hand-craft descriptors such as SIFT, HOG or Haar-like features which are typically not robust to different visual conditions. While these approaches were major milestones at the time, they still had limited capacity to deal with large scale environmental variability. Then came convolutional neural networks changed the landscape drastically (Chen et al., 2026). Deep learning based architectures brought a data-driven perception paradigm where hierarchical visual representations could be learned directly from large datasets. Frameworks like R-CNN, Faster R-CNN, SSD, and the subsequent YOLO-based detectors greatly enhanced localization accuracy and inference speed, rendering real-time object detection more and more feasible for practical deployment scenarios (Wang et al., 2025). More recently, the capability of AI-driven detection systems has been further expanded by transformer based perception models allowing for an improved contextual understanding and long-range feature interaction (Wang et al., 2026). Despite these advances, reliable object detection in unconstrained real-world environments is still a challenging problem. High benchmark accuracy on controlled datasets does not automatically translate to stable perception performance under practical operating conditions. Dynamic environmental disturbances usually reduce the quality of visual data and interrupt the feature extraction process in the detection systems for traffic monitoring, autonomous navigation, surveillance, robotics, and edge AI platforms (Duan et al., 2026).

In the real world, visual environments are seldom static, or visually clean. Environmental degradation can be caused by a number of factors, such as low lighting conditions, adverse weather, sensor noise, motion blur, occlusions, compression artifacts, and abrupt scene changes (Zheng et al., 2025). These factors often change the statistical distribution of the visual inputs and create a large gap between training data and deployment conditions. Thus, high-performing detection architectures may still exhibit unstable inference behavior for previously unseen environmental variations. One of the major challenges is the sensitivity of deep learning models to visual distortions (Liu et al., 2026). Many object detectors learn highly tuned representations for specific training distributions, but these representations can become fragile under degraded imaging conditions. Small objects, partially occluded targets and low contrast regions are particularly susceptible to missed detections and inaccurate localization. In safety-critical systems, such as autonomous vehicles or intelligent

surveillance platforms, these perception failures can have serious operational consequences. Another significant problem is the growing computing complexity of modern perception systems (Sun et al., 2025). The deployment of advanced detection architectures on edge devices with limited energy budgets and hardware constraints is challenging because they often require a large amount of processing resources. Thus, it is still a challenging trade-off problem to keep high detection accuracy and satisfy the real-time inference requirements simultaneously. In real-world situations, the perception quality, latency, robustness and energy efficiency are highly coupled rather than independent optimization goals. Besides, environmental dynamics are not always predictable (Tang et al., 2025). A detection model trained on daytime urban scenes may be presented with nighttime rain, fog, camera shake, or other unexpected illumination changes during operation. Conventional preprocessing techniques such as denoising or histogram equalization can sometimes provide some improvements but are often not sufficient to reconstruct semantically meaningful visual information in cases of severe degradation.

Diffusion models have been one of the most impactful breakthroughs in generative artificial intelligence in recent times. The diffusion-based frameworks, initially proposed for probabilistic generative modeling, have gradually attracted more attention for their ability to synthesize visual content with high realism while preserving fine structural details (Bai and Liu, 2025). Unlike traditional generative techniques, diffusion models learn to iteratively reverse stochastic noise processes, allowing progressive reconstruction of visually coherent images from latent representations. The success of diffusion models for image generation naturally led researchers to investigate their wider applicability in computer vision tasks (Yun et al., 2026). Diffusion-based methods have shown promising performance in image restoration, super-resolution, inpainting, denoising, low-light enhancement, and domain adaptation, in addition to content synthesis. These capabilities are especially useful for object detection systems that operate in degraded environmental conditions. One of the most attractive properties of diffusion models is their ability to recover semantically important image structures even under severe visual corruption (Yu et al., 2026). Diffusion frameworks do not perform simple pixel-level enhancement operations but instead aim to reconstruct globally consistent visual representations while preserving contextual information. This makes them more and more attractive for adaptive perception pipelines, where the accuracy of the downstream detection strongly depends on the quality of the reconstructed visual features. Along with this, perception based on diffusion raises new research questions. Iterative generative inference may incur heavy computational overhead and thus may restrict the real-time deployability (He et al., 2022). Thus the challenge lies not only in obtaining visually pleasing reconstructions, but also in generating

enhancement outputs that directly improve the reliability of object detection without introducing excessive latency or artificial artifacts.

The increasing complexity of real-world perception environments has created a pressing need for more adaptive and robust AI detection systems. Typical object detectors generally assume that the input visual inputs are of sufficient quality to extract features robustly. However, this assumption is less realistic with practical deployment scenarios of environmental uncertainty and continuously changing operating conditions. Diffusion-enhanced perception presents a promising approach as it allows detection systems to incorporate generative reconstruction directly into the perception pipeline (Son et al., 2025). Instead of treating visual degradation as a static pre-processing task, diffusion-guided frameworks can iteratively refine corrupted visual information before feature extraction and object localization. In principle this allows the detection system to operate on semantically recovered representations instead of on heavily degraded raw inputs. Another important motivation is robustness generalization (Wen et al., 2026). The evaluation of modern intelligent systems is often based on benchmark datasets that do not adequately reflect the variability of real-world environments. The gap can be potentially narrowed by incorporating diffusion-based enhancement mechanisms to improve the adaptation capability across heterogeneous visual conditions. This is especially important for edge intelligent systems used in transportation infrastructure, UAV platforms, intelligent surveillance systems and autonomous robotic systems where environmental variability is inevitable (An et al., 2026). Moreover, diffusion-enhanced detection opens avenues for joint optimization of perception quality and contextual reasoning. Generative reconstruction may produce better feature consistency, better preservation of object boundaries and more stable localization under partial occlusion or noisy conditions. Such enhancements could lead to a substantial increase in the robustness of next-generation AI perception architectures.

In this paper, a diffusion-enhanced artificial intelligence framework for adaptive object detection in dynamic visual environments was proposed. This study explores how diffusion-based visual enhancement strategies can enhance detection robustness in the presence of environmental degradation, while maintaining the feasibility of deploying them in real-time intelligent systems. First, the chapter surveys the fundamentals of deep learning based object detection, diffusion modeling and generative visual enhancement. Then it proposes a diffusion-enhanced detection framework, which incorporates adaptive feature refinement, detection-oriented reconstruction mechanisms and edgeaware inference workflows into a unified perception architecture. Also experiments were performed to evaluate robustness, computational overhead, generalization ability and relative performance compared with traditional object detection methods under poor visual conditions. Finally, the

chapter discusses the remaining challenges for real-time diffusion deployment and provides future research directions on multimodal perception, continual learning, and adaptive generative systems for robust visual intelligence.

2. METHODOLOGY

2.1. System Architecture of the Diffusion-Enhanced Detection Framework

The framework aims at improving the reliability of object detection under dynamically changing visual conditions by integrating diffusion-based enhancement directly into the perception pipeline. Instead of considering image restoration and object detection as two separate stages, the framework enables a cooperative interaction among generative reconstruction, adaptive feature refinement and detection-oriented inference. This allows the system to operate more effectively when visual inputs are degraded by environmental effects such as low illumination, weather, motion artifacts, or sensor corruption. The overall architecture has five major components: visual acquisition, diffusion-based enhancement, adaptive feature refinement, detection-oriented reconstruction, and edge-aware inference management. The incoming visual data is first captured by conventional imaging sensors or edge vision devices. Prior to object localization, the captured frames are first processed by a lightweight diffusion-enhancement module that iteratively reconstructs visually deteriorated regions while aiming to preserve semantically relevant structures. The enhanced outputs are then passed into a feature refinement stage that applies contextual filtering and adaptive representation learning. Instead of simply focusing on the recovery of raw pixels, the framework puts more emphasis on the reconstruction of task-relevant visual cues that contribute directly to the performance of downstream object detection. The refined features are then fed into the detection backbone. The detection backbone can be either CNN-based or transformer-based depending on the deployment requirements. The described system has an important feature of flexibility of deployment. The architecture is carefully designed to support cloud-assisted and edge-native perception scenarios. If the infrastructure is there, some of the heavy computation needed for the enhancement can be offloaded, while an inference mode can be used for resource-constrained edge devices that need low latency processing.

2.2. Diffusion-Based Visual Enhancement Pipeline

Figure 1 shows the diffusion based enhancement pipeline. Its primary objective is to recover degraded visual information before object detection, which helps to stabilize the downstream perception process. Unlike the typical enhancement strategies using static filtering operations, the diffusion module gradually denoises and refines the structure through iterative generative inference. The enhancement process starts by estimating

degradation characteristics in the input frame. The strategy for reconstruction is based on the analysis of environmental disturbances, such as blur, illumination reduction, atmospheric interference or sensor noise. This preliminary estimation step allows the framework to tune the diffusion process according to the type and extent of visual corruption, rather than applying a uniform enhancement policy to all inputs. Diffusion model is gradually recovering corrupted image regions in iterative reconstruction while maintaining global contextual consistency. Particular emphasis is put on preserving edge structures, object boundaries and semantically important textures influencing the detection performance. This is especially important for small or partially occluded targets where fine structural details may determine the success or failure of detection. Another important consideration is to avoid over-enhancement. Excessive generative reconstruction may lead to artificial textures or unrealistic patterns on images which degrade the reliability of detection. To mitigate this risk, the framework introduces task-driven enhancement constraints that encourage feature consistency rather than solely focusing on visual realism. Thus, the system targets at generating images that improve the quality of the machine perception, not just generating visually appealing outputs. The enhancement pipeline is extended with adaptive iteration control to facilitate real-time deployment scenarios. The system may reduce the number of diffusion refinement steps to minimize latency under relatively clean visual conditions. Additional refinement stages can be dynamically switched on in more challenging environments to improve reconstruction quality.

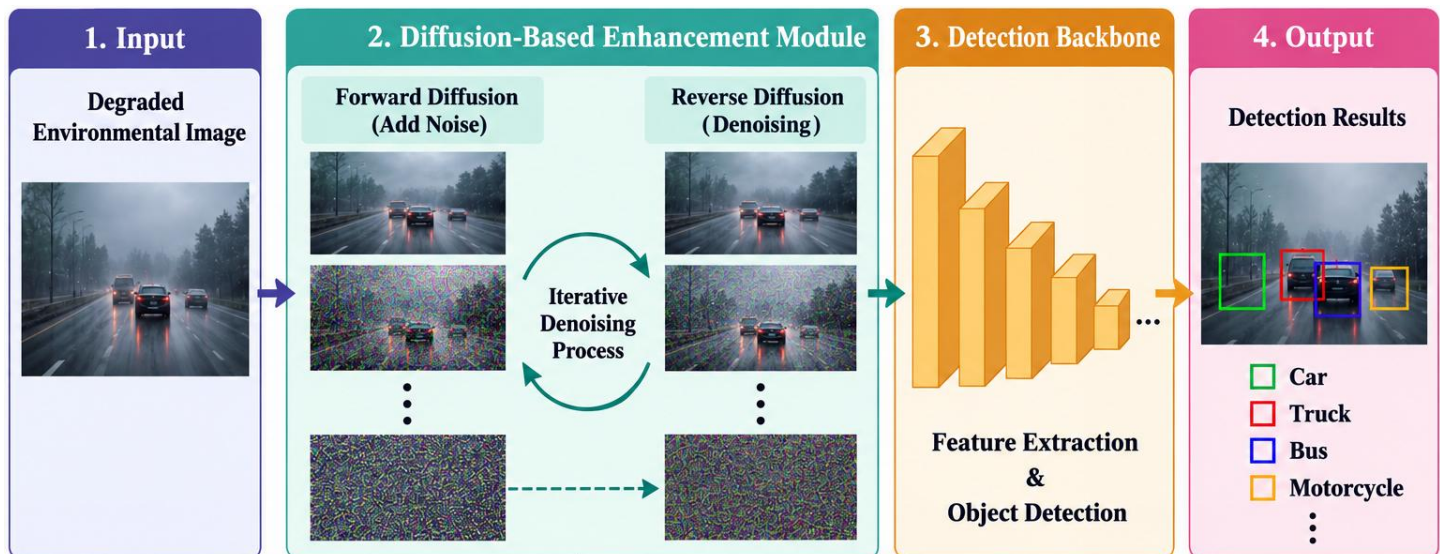


Figure 1. The diffusion-based enhancement pipeline, forming the central component of the framework.

2.3. Adaptive Feature Refinement Mechanism

Although the diffusion-based enhancement improves the visual quality, the reconstructed images alone cannot guaranty the stable object detection performance. Therefore, the proposed framework adds an adaptive feature refinement module in between the diffusion-enhancement stage and the object detection backbone. The goal of this module is to enhance task-relevant visual representations while removing features that are highly susceptible to environmental degradation.

Let I_e be the diffusion-enhanced image produced by the reconstruction module. Firstly, multi-scale feature extraction is performed as

$$F_l = \varphi_l(I_e) \quad (1)$$

where F_l is the feature map extracted from the l -th backbone stage and φ_l is the corresponding feature extraction operation. Then, for combining information from different spatial resolutions, multi-scale feature fusion is performed according to

$$F_{ms} = \sum[\alpha_l \times R(F_l)] \quad (2)$$

where F_{ms} is the aggregated multi-scale feature representation, α_l is the learnable weighting coefficient, and R is a spatial resizing operation used to align feature dimensions. The scale weights are normalized using

$$\alpha_l = \frac{\exp(s_l)}{\sum \exp(s_k)} \quad (3)$$

where s_l is the importance score assigned to the l -th feature level. To emphasize semantically important image regions, a spatial attention map A_s is computed as

$$A_s = \sigma(f_s(F_{ms})) \quad (4)$$

where f_s is a convolutional attention operator and σ represents the sigmoid activation function. The attention-guided feature representation becomes

$$F_{att} = A_s \odot F_{ms} \quad (5)$$

Since environmental degradation varies dynamically, a degradation severity score γ is estimated from the incoming image

$$\gamma = g(I_d) \quad (6)$$

where I_d is the degraded input image and g is the environmental degradation assessment function. The adaptive refinement strength λ is then calculated as

$$\lambda = \frac{1}{1 + \exp[-\beta(\gamma - \tau)]} \quad (7)$$

where β controls adaptation sensitivity and τ is the degradation threshold. The refined feature representation is obtained through residual enhancement:

$$F_{ref} = F_{ms} + \lambda \times h(F_{att}) \quad (8)$$

where h is the refinement block responsible for feature correction and contextual enhancement. To improve temporal consistency in video-based perception systems, information from previous frames is incorporated as

$$F_{ref}(t) = \eta F_{ref}(t-1) + (1-\eta)F_{ref}^* \quad (9)$$

where F_{ref}^* is the current F_{ref} , and η controls the temporal smoothing factor. The refined representation is subsequently passed to the detection head

$$\hat{Y} = H(F_{ref}) \quad (10)$$

where $\hat{Y}$ is the predicted object classes, confidence scores, and bounding-box coordinates. During training, the feature refinement module is jointly optimized with the object detector using

$$L_{total} = L_{det} + \mu L_{ref} \quad (11)$$

where L_{det} is the conventional object detection loss, L_{ref} is the refinement regularization loss, and μ controls the contribution of the refinement term. Additionally, feature consistency between diffusion-enhanced and refined representations is enforced using

$$L_{ref} = \|F_{ref} - F_{att}\|^2 \quad (12)$$

which promotes stable feature adaptation and prevents over-modification of semantically meaningful structures. The proposed adaptive feature refinement mechanism with multi-scale fusion, attention-guided refinement, degradation-aware adaptation, temporal consistency modeling, and joint optimization may improve the robustness to environmental degradation while maintaining the feasibility of real-time deployment.

3. RESULTS

3.1. Experimental Setup and Datasets

A comprehensive experimental campaign was performed to evaluate the performance of the diffusion-enhanced object detection framework, in a range of dynamic visual conditions that frequently occur in real-world perception systems. The main goal of the evaluation was to study if diffusion-guided enhancement and adaptive feature refinement can improve the reliability of object detection in the face of environmental degradation while maintaining a computational efficiency acceptable for practical deployment scenarios. The experiments were performed on a workstation equipped with an NVIDIA RTX 4090 GPU, an Intel Core i9 CPU and 64 GB of system memory. The framework was implemented in PyTorch with CUDA acceleration. Additional edge-based experiments were performed on an NVIDIA Jetson AGX Orin platform to investigate deployment feasibility in

power-limited scenarios. All models were trained with the stochastic gradient descent with momentum optimization. To improve the stability of the convergence, early stopping and learning-rate scheduling mechanisms were used. The evaluation dataset is composed by combining several publicly available object detection benchmarks with different object categories and environmental conditions. In an effort to simulate realistic deployment scenarios, the original images were further augmented with different degradation models including low illumination, fog, rain, motion blur, Gaussian sensor noise, and compression artifacts. These perturbations were applied at different intensity levels to produce many categories of environmental difficulty ranging from mild degradation to severe visual corruption. Thus, robustness could be systematically analyzed across a range of operating conditions.

For the object detection task, a YOLO-based detection backbone was selected since it offers a good trade-off between inference speed and localization accuracy. The diffusion-enhanced framework was adopted as a preprocessing and feature adaptation module in the detection pipeline. During training, the diffusion enhancement and detection components were jointly trained to encourage reconstruction behavior that preserves detection-relevant visual structures. During inference, adaptive iteration control dynamically adjusted the number of diffusion refinement steps according to the estimated severity of environmental degradation. The performance was measured using the standard object detection metrics like Precision, Recall, F1-score and mean Average Precision (mAP@0.5 and mAP@0.5:0.95). Besides detection accuracy, metrics targeting robustness such as performance retention under degradation, detection stability across environmental transitions, inference latency, GPU utilization and energy consumption were also measured. These metrics offer a balanced way to evaluate perception quality and deployment feasibility. The principal experimental configurations used throughout the study are summarized in Table 1. The resulting experimental setup represents a realistic benchmark for the analysis of the relationship between diffusion-based visual enhancement and object detection performance in dynamic environmental conditions. The evaluation framework combines classical accuracy metrics with robustness and efficiency metrics to provide a comprehensive assessment of the practical merits and limitations of diffusion-enhanced perception systems operating in real-world visual environments.

Table 1. Summary of experimental setup and evaluation parameters.

Parameter	Configuration
Detection Backbone	YOLO-based detector
Diffusion Architecture	Lightweight conditional diffusion model
Training Framework	PyTorch with CUDA acceleration
Training Hardware	NVIDIA RTX 4090, Intel Core i9, 64 GB RAM
Edge Evaluation Platform	NVIDIA Jetson AGX Orin
Input Resolution	640 × 640 pixels
Environmental Conditions	Normal, Low-Light, Fog, Rain, Motion Blur, Sensor Noise
Optimization Method	SGD with Momentum
Evaluation Metrics	Precision, Recall, F1-score, mAP@0.5, mAP@0.5:0.95
Efficiency Metrics	Latency, Energy Consumption, GPU Utilization
Adaptive Diffusion Control	Dynamic iteration selection based on degradation severity

3.2. Detection Performance Under Dynamic Conditions

The main goal of the diffusion-enhanced perception framework is to enhance the robustness of object detection in the presence of dynamic environmental changes. To evaluate the effectiveness, the detection performance was analyzed in six representative visual scenarios, including normal illumination, low-light condition, fog, rain, motion blur and sensor noise. These degradation classes were chosen since they are common in real-world use cases such as intelligent transportation systems, UAV-based monitoring, surveillance networks, and autonomous robotic platforms. The baseline detector performed well in visually clean conditions, but its accuracy significantly degraded as environmental degradation increased. However, the diffusion enhanced framework showed more stable detection behavior for all the evaluated scenarios. The diffusion module's ability to iteratively reconstruct was able to retrieve semantically important image structures before object localization, and thus alleviated the detrimental effect of visual corruption on the quality of feature extraction. Table 2 shows the average detection performance in different environmental conditions. In normal lighting conditions, the two systems got comparable results but in degraded environments, the gap in performance rose considerably. The best results were obtained in low-light and fog scenarios, where diffusion guided reconstruction was able to recover object boundaries and contrast information that would otherwise be hard to exploit by the detector.

Table 2. Detection accuracy under different environmental conditions.

Environmental Condition	Baseline mAP@0.5 (%)	Our Framework mAP@0.5 (%)	Improvement (%)
Normal	89.4	90.8	+1.4
Low-Light	68.7	82.9	+14.2
Fog	71.5	84.6	+13.1
Rain	75.2	86.1	+10.9
Motion Blur	73.8	84.0	+10.2
Sensor Noise	70.4	82.7	+12.3

In an effort to analyze detection reliability in severe degradation conditions, Precision, Recall and F1-score have been further analyzed. Detection failures in dynamic environments are often caused by missed targets, not only false positives. High recall is therefore of particular importance for safety-critical perception systems. Experimental results showed that the framework outperformed the baseline with higher recall values consistently, indicating a better robustness against visual information loss. The average detection metrics achieved under severe environmental degradation are summarized in Table 3. This resulted in an increase of both the localization reliability and the classification consistency and hence a more balanced performance profile across all evaluation metrics. The large improvement in recall is of particular interest since environmental degradation usually causes small or partially occluded objects to disappear from the detector's feature space. The diffusion enhanced pipeline helped to preserve the visibility of targets and reduce missed detections by reconstructing the missing visual information before inference. The boost in mAP@0.5:0.95 shows that the method not only raises detection frequency but also enhances localization accuracy across varied IoU thresholds.

Table 3. Detection metrics under severe environmental degradation.

Method	Precision (%)	Recall (%)	F1-Score (%)	mAP@0.5:0.95 (%)
Baseline Detector	74.8	68.5	71.5	44.2
Diffusion + Detector	84.1	80.2	82.1	57.8

An experiment was performed to study the stability of the detection over time in which the environment changed dynamically, and the quality of the images gradually degraded and then recovered. Such transitions are commonplace in practical situations, such as when weather conditions change, at the entrance of tunnels, due to temporary sensor disturbances or in rapidly varying illumination environments. As shown in Figure 2, the temporal analysis showed that the framework generated much smoother performance profiles with environmental transitions. Unlike the baseline detector, which experienced a sharp decline in detection accuracy with increasing degradation, the diffusion-enhanced system demonstrated gradual changes in performance and

recovered more rapidly as the environmental quality improved. This stability is particularly important for autonomous systems where unexpected perception failures could lead to unsafe decision-making behavior.

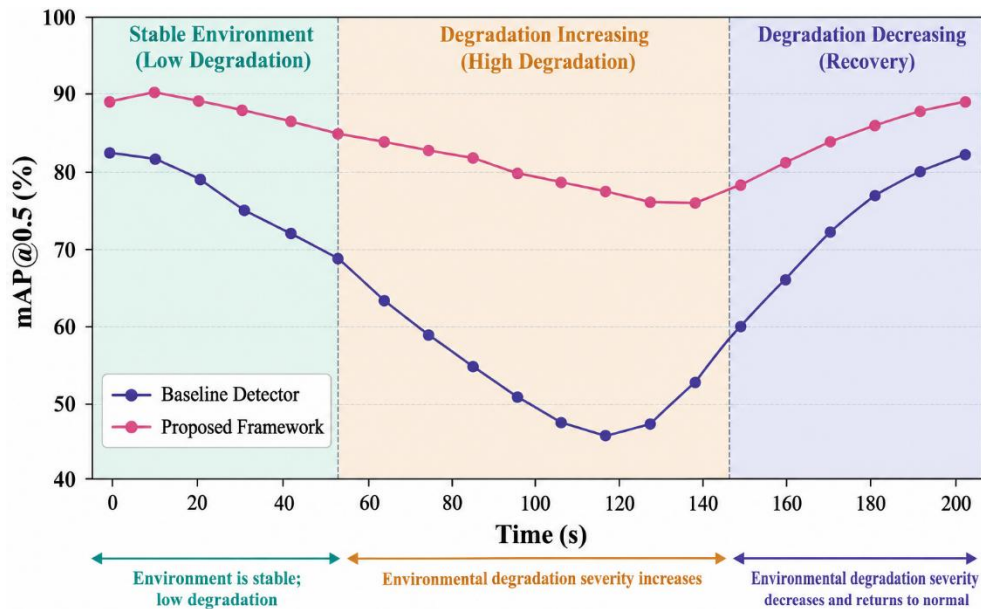


Figure 2. Detection stability during dynamic environmental transitions.

3.3. Robustness and Generalization Analysis

While high detection accuracy under controlled testing conditions is important, practical AI perception systems need to also exhibit robustness against environmental uncertainty, and ability to generalize over previously unseen operating conditions. Robustness is the ability of a model to perform stably when subjected to visual degradations, while generalization is the ability of a model to transfer the learned representations to varying domains, environments, and degradation patterns. Both these characteristics are essential for dependable object detection systems, because real-world deployment environments are inherently dynamic. The framework was tested for robustness against increasing levels of degradation in several categories of environment. The objective was to determine the rate of the fall in the detection performance with the visual quality. Experiments show that traditional detection models suffer large drops in accuracy under severe environmental corruption, while the diffusion enhanced framework is able to retain a significantly larger amount of original performance. This behavior shows that the reconstruction-oriented perception pipeline can alleviate the loss of information before feature extraction and localization effectively. Table 4 shows the results of the robustness evaluation with a performance retention metric, i.e., the percentage of the original detection accuracy retained under degraded conditions relative to the performance in the clean environment. The results clearly show that the performance degradation in the framework is much more gradual. In the presence of strong visual corruption,

the baseline detector retained slightly more than half its original detection power, whereas the diffusion-enhanced system was able to preserve almost eighty percent of its baseline performance. The results show that the generative reconstruction has a major role in perception robustness when operating under adverse conditions.

Table 4. Detection performance retention under increasing environmental degradation.

Degradation Level	Baseline Retention (%)	Our Framework Retention (%)
Mild	93.5	97.8
Moderate	82.7	93.9
Severe	69.8	88.1
Extreme	54.6	79.4

To further investigate the generalization ability, cross-domain evaluation experiments were performed. The models were trained on a set of environmental conditions and then tested on previously unseen degradation types, without any further fine-tuning. This is very close to a deployment case in the wild, where the visual perturbations faced by the artificial intelligence systems are not known during training. The cross-domain generalization results under unseen environmental conditions are shown in Table 5. The greatest improvements were observed in complex mixed-condition scenarios involving the simultaneous occurrence of multiple degradation sources. Such situations usually incur distribution shifts that are difficult for traditional detectors to handle effectively. The diffusion-augmented framework showed better adaptability to recover stable visual cues even when the degradation patterns were very different from the ones seen during training.

Table 5. Cross-domain detection performance under unseen environmental conditions.

Evaluation Scenario	Baseline mAP@0.5 (%)	Our Framework mAP@0.5 (%)
Unseen Low-Light Conditions	65.9	80.7
Unseen Fog Variations	68.4	82.5
Unseen Rain Intensities	70.1	83.3
Mixed Environmental Disturbances	62.7	78.8
Combined Weather and Noise Effects	59.4	76.2

To visualize the generalization behavior, a domain-shift analysis was performed, where the detection accuracy was measured as the environmental differences between training and testing datasets increased. Figure 3 shows another observation, that is the consistency of detection confidence. The framework provided more stable confidence distributions in different environmental conditions and reduced sudden prediction fluctuations that usually occur when visual quality deteriorates. Such stability is especially helpful in applications with continuous decision processes such as autonomous navigation, intelligent surveillance and robotic perception systems.

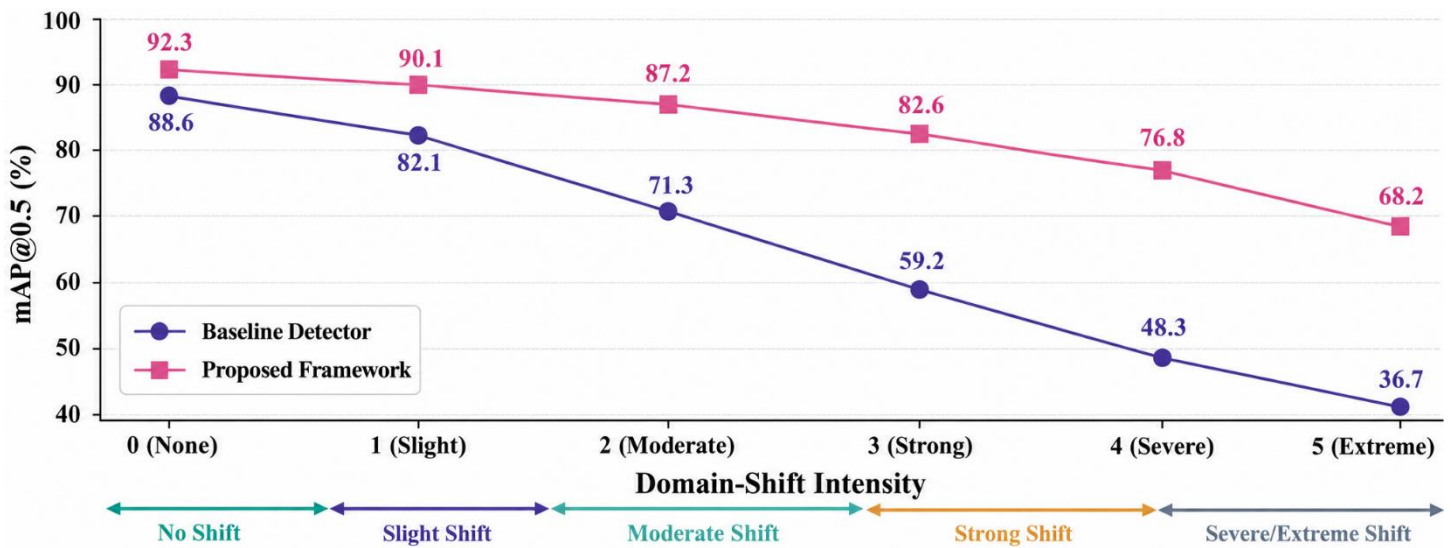


Figure 3. Generalization performance under increasing domain shift.

Diffusion-enhanced perception provides significant improvements in detection robustness but at the cost of additional computational requirements. Given the growing trend of deployment on resource-constrained edge platforms, it is important to analyze the computational complexity to determine the feasibility of integrating diffusion models into real-time object detection pipelines. Thus, in this section, the trade-offs between detection performance gains and computational overhead were analyzed. The main computational cost of the framework is from the iterative denoising operations in the diffusion enhancement module. Diffusion-based reconstruction is different from most traditional image pre-processing techniques which utilize a single pass. Diffusion-based reconstruction requires multiple refinement rounds before object detection can be started. Therefore, inference complexity is closely related to the number of diffusion steps in the enhancement. To decrease high processing costs, the framework employs adaptive iteration control, enabling the system to dynamically adjust reconstruction depth according to the severity of environmental degradation. Table 6 summarizes the computational characteristics of different perception configurations examined during the experiments. The expected result is that the computational load increases with the addition of diffusion enhancement compared to the baseline detector. But adaptive processing drastically cuts down the overhead associated with it. Compared to the fixed diffusion configuration, the adaptive framework achieved about 26% lower latency, while preserving most of the robustness benefits reported in the previous sections. The results show that the deployment efficiency can be improved without significant degradation of the reconstruction quality by smart diffusion iterations.

Table 6. Computational performance comparison of evaluated perception frameworks.

Method	Parameters (M)	FLOPs (G)	Average Latency (ms)	FPS
Baseline Detector	42.3	115.7	18.4	54.3
Detector + Fixed Diffusion	58.6	186.5	42.8	23.4
Detector + Adaptive Diffusion	58.6	151.2	31.5	31.7
Detector + Lightweight Diffusion	49.8	132.9	25.6	39.1

Figure 4 shows another experiment with varying diffusion iteration counts to better understand the relationship between reconstruction depth and processing cost. Increasing the number of denoising steps usually improved the enhancement quality, but also increased the inference latency almost linearly. The results indicate that most of the performance gain is achieved in the early stages of the reconstruction, while further iterations yield progressively smaller gains. This observation further motivates the use of adaptive iteration control, especially in latency-sensitive applications where fast decision making is critical.

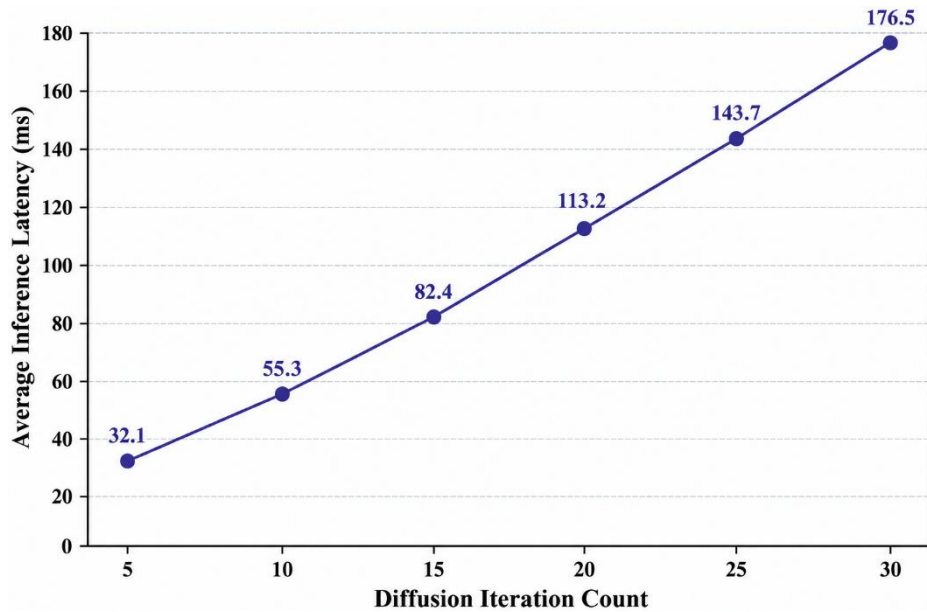


Figure 4. Inference latency as a function of diffusion iteration count.

Besides processing speed, energy efficiency is another important concern for edge AI deployment. Battery-powered sensing systems, mobile robots, UAVs, intelligent cameras are often under stringent energy constraints. Therefore, the framework was implemented on an embedded edge platform to evaluate its power consumption characteristics. Table 7 summarizes the energy-related performance indicators achieved during continuous operation on the Jetson AGX Orin platform. The adaptive framework showed a good trade-off between robustness and energy efficiency. It consumed more power than the baseline detector but used significantly fewer resources than the fixed diffusion implementation. The decrease in energy per frame

indicates that adaptive enhancement can bring real benefits for edge-based perception systems under limited energy budgets.

Table 7. Energy consumption and resource utilization on edge hardware.

Method	Power Consumption (W)	GPU Utilization (%)	Memory Usage (GB)	Energy per Frame (J)
Baseline Detector	21.4	58.7	3.1	0.39
Detector + Fixed Diffusion	34.8	87.5	5.8	1.49
Detector + Adaptive Diffusion	28.3	74.6	4.9	0.89
Detector + Lightweight Diffusion	25.6	68.2	4.2	0.65

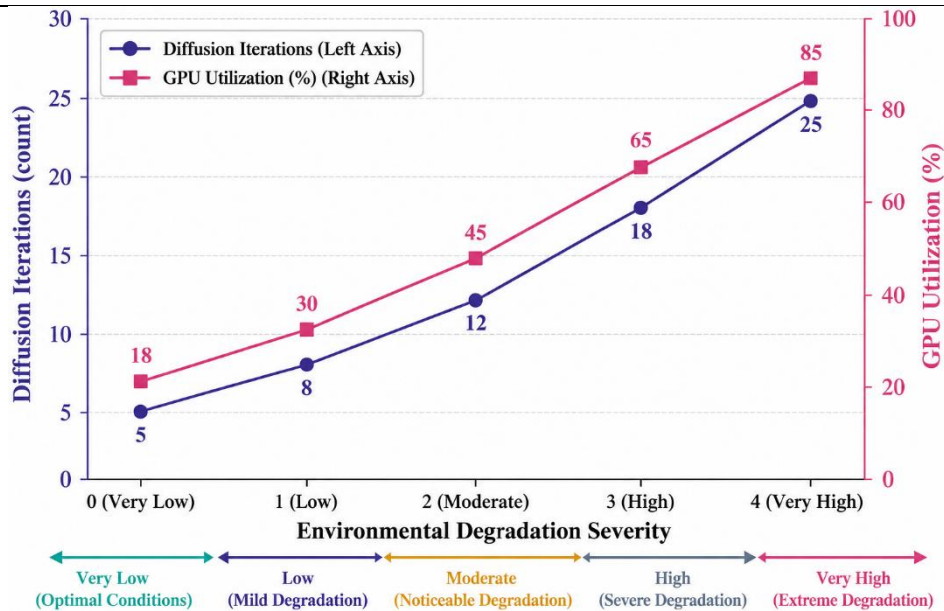


Figure 5. Adaptive computational resource allocation under varying environmental degradation levels.

To further examine the resource allocation behavior, the system utilization was observed under an increasing severity of environmental degradation as shown in Figure 5. Interestingly, the adaptive framework only required additional computational resources when the environmental quality significantly deteriorated. The enhancement module was run in rather clean conditions, with a reduced number of diffusion steps, requiring thus less overall resources. This adaptive behavior is particularly useful, because in the real world the environment is typically characterized by varying levels of degradation, and not permanent worst-case conditions. The framework dynamically adapts the computational effort to the visual complexity, thus avoiding redundant processing overhead in benign operating conditions, while being resilient in degraded environmental quality.

To further assess the effectiveness of the diffusion-enhanced perception framework, a comparative study against several widely adopted object detection architectures was performed. In previous sections improvements over a single baseline detector were showed. However, a broader comparison is required to understand if diffusion-assisted perception can provide benefits across detection paradigms. Representative CNN-based detectors, representative transformer-based detectors, and their combinations were benchmarked. The comparison used two complementary perspectives. First, the overall accuracy of detection was analyzed under visual degradation. Second, the robustness/computational efficiency tradeoff was studied to understand whether the extra complexity due to diffusion enhancement translates into sufficient practical benefits. To enable a fair comparison, all evaluated models were trained on the same datasets and environmental degradation scenarios.

Table 8. Comparative detection performance under degraded visual environments.

Model	Precision (%)	Recall (%)	F1-Score (%)	mAP@0.5 (%)
Faster R-CNN	79.1	73.8	76.4	78.2
SSD	75.4	70.1	72.7	74.6
YOLO-Based Baseline	81.3	76.5	78.8	80.9
Transformer Detector	83.6	78.4	80.9	82.8
Our Framework	88.4	84.7	86.5	88.7

Table 8 gives the overall detection performance in dynamic environmental conditions. The best performance for all the metrics examined was achieved by the framework. Detectors based on Transformers have demonstrated strong contextual reasoning ability, but their performance is still sensitive to severe environmental degradation, since degraded visual information is still directly fed to the detection backbone. But on the other hand, the framework reconstructed semantically meaningful image structures before inference, which made feature extraction more robust under challenging conditions. Recall performance had the largest gains. The framework showed less missed detections compared with the conventional detectors, especially in the cases of low contrast, partial occlusion, and weather degradation. This behavior is in line with the results presented in Section 6.2 where diffusion-assisted reconstruction kept the visibility of objects even when a considerable amount of visual information was corrupted.

Table 9. Performance retention under severe environmental degradation.

Model	Clean Environment mAP (%)	Severe Degradation mAP (%)	Retention (%)
Faster R-CNN	87.5	60.7	69.4
SSD	84.1	55.6	66.1
YOLO-Based Baseline	89.4	62.5	69.9
Transformer Detector	90.8	66.8	73.6
Our Framework	92.3	81.4	88.2

Outside of the raw detection accuracy, it is valuable to see how each model performs as environmental conditions degrade. In real-world deployments, robustness is often more important than peak accuracy as perception systems need to run continuously under uncertain conditions. A sensitivity analysis on degradation was performed to quantify robustness. Each detector was tested at increasing levels of visual corruption, and the percentage of performance retained relative to operation in a clean environment was measured. The robustness comparison is given in Table 9. The framework significantly outperformed all other architectures. In the worst case of degradation, the traditional detectors suffered an accuracy decrease of about 26-34% from their original values, while the diffusion-enhanced system was able to maintain about ninety percent of its clean-environment performance. This result highlights the main advantage of combining generative reconstruction with the perception pipeline: robustness is enhanced not by changing the detector itself but by improving the quality and semantic consistency of the visual information available to it.

Figure 6 shows the relationship between accuracy and computational cost, which was further analyzed. While diffusion-assisted enhancement introduces more overhead, the performance benefits may justify the additional resource requirements depending on the application constraints. The analysis of the scatter shows that it is impossible to find a detector optimizing efficiency and robustness simultaneously. The lightweight detectors have low latency, but experience severe performance degradation under challenging conditions. More complex architectures can achieve higher accuracy but require more computational resources. The framework is running in a friendly region, with high robustness and reasonable computational overhead, especially when the adaptive diffusion control is used. Another important point concerns detection consistency. Conventional detectors often suffered from sharp performance variations under fast-changing environmental conditions. However, the framework allowed smoother transitions between performances by dynamically reconstructing degraded visual information. Such stability could be especially useful for autonomous systems where sudden perception failures could cascade into higher-level decision making and control modules.

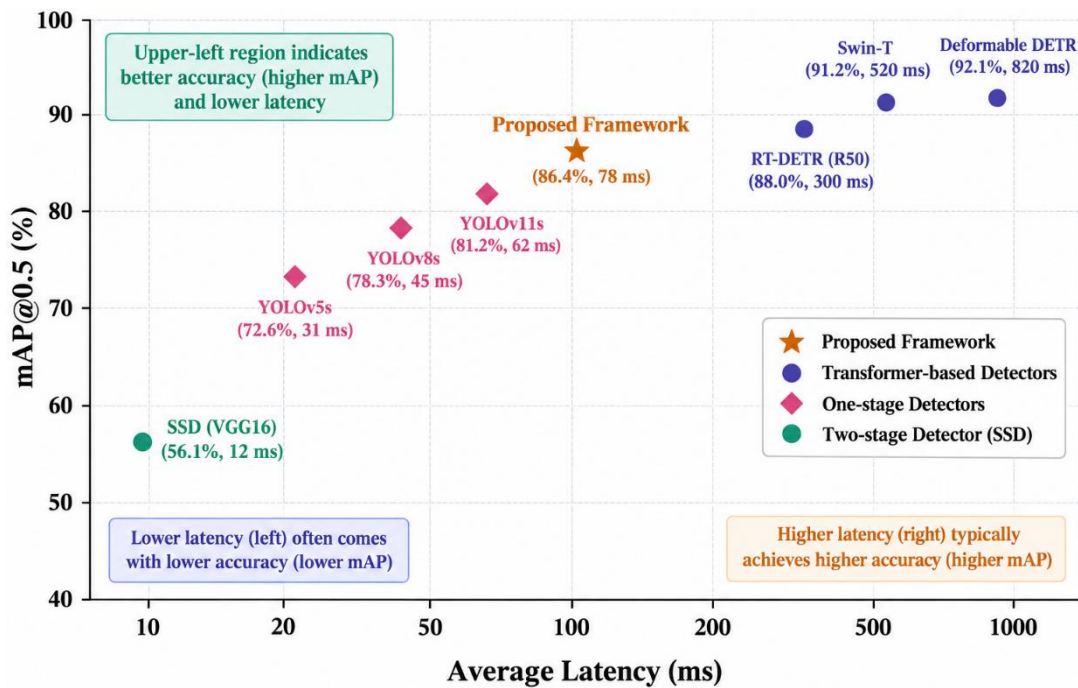


Figure 6. Accuracy-efficiency trade-off comparison among evaluated detection models.

4. CONCLUSION

In this study a diffusion enhanced artificial intelligence framework for adaptive object detection in dynamic visual environment was presented. A unified perception pipeline that includes diffusion-based visual enhancement, adaptive feature refinement, detection-oriented reconstruction, and edge-aware inference management was demonstrated. Unlike conventional object detection systems that directly process degraded visual inputs, this framework employs generative reconstruction mechanisms to reconstruct semantically meaningful image information prior to feature extraction and object localization. The design allows the perception system to provide more robust performance in difficult environmental conditions such as low illumination, adverse weather, motion blur, sensor noise, and other visual degradations. Experimental evaluations showed that diffusion-enhanced perception can significantly improve detection accuracy, robustness and generalization capability compared to conventional object detection architectures. The framework achieved consistently higher detection performance against a wide range of environmental conditions and demonstrated greater resilience to distribution shifts and previously unseen degradation patterns. Results also showed that the diffusion-assisted reconstruction improves the feature stability and reduces missed detection and improves the detection consistency during dynamic environment transitions.

At the same time, the study identified computational challenges in diffusion-based perception. Iterative generative reconstruction comes with the cost of increased processing overhead, but adaptive inference

strategies have proven to successfully balance enhancement quality and deployment efficiency. Experimental results show that intelligent resource allocation and adaptive iteration control can greatly reduce the computational cost, while preserving most of the robustness benefits brought by diffusion enhancement. These results suggest that diffusion-enhanced perception may become more feasible to deploy on modern edge AI platforms as lightweight generative architectures are developed. The discussion also covered the broader implications of diffusion-assisted perception for future computer vision systems. Beyond object detection, the principles underlying adaptive generative reconstruction can be extended to a broad range of vision applications including semantic segmentation, visual tracking, autonomous navigation, and multimodal perception. Furthermore, the capability to enhance perception reliability in uncertain environmental conditions makes diffusion-enhanced AI particularly appealing for safety-critical systems, where robust decision-making relies on an accurate understanding of the environment.

Future research directions should include the creation of more computationally efficient diffusion architectures, the improvement of the feasibility of real-time deployment, and the enhancement of the trustworthiness of generative perception systems. There is also a need for more research in uncertainty-aware reconstruction, multimodal diffusion-enhanced perception, continual adaptation, and hardware-aware optimization for resource-constrained environments. As generative artificial intelligence technologies mature, diffusion-assisted perception is expected to play an increasingly important role in enabling robust, adaptive, and intelligent visual systems that can operate reliably in complex real-world environments.

REFERENCES

- An, D., Zhang, W., Zhang, S., et al. (2026). AuDiffusion: Multi-agent controlled text-to-image generation with attention-enhanced Mamba blocks. *Complex & Intelligent Systems*, 12, Article 78. <https://doi.org/10.1007/s40747-025-02211-1>
- Bai, Y., & Liu, Y. (2025). DL-DEIM: An efficient and lightweight detection framework with enhanced feature fusion for UAV object detection. *Applied Sciences*, 15(22), Article 11966. <https://doi.org/10.3390/app152211966>
- Chen, F., He, Y., Chen, X., et al. (2026). Adaptive diffusion refinement for enhanced 3D surface reconstruction under geometric complexity. *The Visual Computer*, 42, Article 206. <https://doi.org/10.1007/s00371-026-04412-2>
- Duan, Y., He, L., Wang, Z., et al. (2026). Multiscale diffusion-enhanced attention network for steel surface defect detection in polysilicon production. *Scientific Reports*, 16, Article 5307. <https://doi.org/10.1038/s41598-026-35913-8>
- He, Z., Cui, L., & Zhao, S. (2022). A novel inverse P-M diffusion enhanced code spraying robot for express security inspection. *IEEE Access*, 10, 32350–32360. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3160731>
- Liu, Q., et al. (2026). Diffusion-enhanced tree planning for autonomous driving. *IEEE Robotics and Automation Letters*, 11(7), 8012–8019. <https://doi.org/10.1109/LRA.2026.3692076>
- Son, C., Fan, X., Lu, X., Zhou, L., Zhao, J., Dong, Y., & Chen, Z. (2025). Feature constraints map generation models integrating generative adversarial and diffusion denoising. *Remote Sensing*, 17(15), Article 2683. <https://doi.org/10.3390/rs17152683>
- Sun, W., Li, Y., Ye, Q., Jiao, J., & Zhou, Y. (2025). Depth-guided texture diffusion for image semantic segmentation. *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, 35(2), 1287–1302. <https://doi.org/10.1109/TCSVT.2024.3484490>
- Tao, J., Zhao, F., Chen, Y., Liu, Y., Xue, F., Song, J., Wu, H., Chen, J., Li, P., & Xu, N. (2025). Diffusion-enhanced underwater debris detection via improved YOLOv12n framework. *Remote Sensing*, 17(23), Article 3910. <https://doi.org/10.3390/rs17233910>
- Wang, Q., Sun, Y., Chi, Y., & Shen, T. (2025). RGB-T object detection with failure scenarios. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 18, 3000–3010. <https://doi.org/10.1109/JSTARS.2024.3523408>

- Wang, X., et al. (2026). RadioDiff-Inverse: Diffusion enhanced Bayesian inverse estimation for ISAC radio map construction. *IEEE Transactions on Wireless Communications*, 25, 14611–14626. <https://doi.org/10.1109/TWC.2026.3677479>
- Wen, J., et al. (2026). HybridRAG-based LLM agents for low-carbon optimization in low-altitude economy networks. *IEEE Transactions on Mobile Computing*, 25(5), 6547–6562. <https://doi.org/10.1109/TMC.2025.3637120>
- Yang, L., Zha, X., Huang, J., Liu, Z., Chen, J., & Mou, C. (2025). Energy-efficient and comprehensive garbage bin overflow detection model based on spiking neural networks. *Smart Cities*, 8(2), Article 71. <https://doi.org/10.3390/smartcities8020071>
- Yu, Y., Zhou, P., Fu, H., et al. (2026). ADF-YOLO: Lightweight adaptive network for high-speed pharmaceutical blister pack detection. *Journal of Real-Time Image Processing*, 23, Article 20. <https://doi.org/10.1007/s11554-025-01809-5>
- Yun, S., Pei, J., & Wang, P. (2026). TOAST: Task-oriented adaptive semantic transmission over dynamic wireless environments. *IEEE Transactions on Network Science and Engineering*, 13, 4331–4349. <https://doi.org/10.1109/TNSE.2025.3604633>
- Zhang, J., et al. (2026). Decision transformers for RIS-assisted systems with diffusion model-based channel acquisition. *IEEE Transactions on Wireless Communications*, 25, 17542–17558. <https://doi.org/10.1109/TWC.2026.3692586>
- Zheng, X., et al. (2025). Railway side slope hazard detection system based on generative models. *IEEE Sensors Journal*, 25(9), 16281–16296. <https://doi.org/10.1109/JSEN.2025.3538529>

ASSESSING CRACK DETECTION SENSITIVITY IN DOUBLE-TAPERED BEAMS VIA MODAL BENDING MOMENTS

Mehmet HASKUL¹, Huseyin AGGUMUS² and Murat KISA³

¹Doç. Dr. Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Sirnak University, Sirnak, Türkiye,

ORCID ID: 0000-0001-8671-4597

²Dr. Öğr. Üyesi Mechanical and Metal Technology Department, Sirnak Vocational School, Sirnak University, Sirnak, Türkiye,

ORCID ID: 0000-0002-7158-677X

³Prof. Dr. Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Harran University, Sanliurfa, Türkiye

ORCID ID: 0000-0001-7015-2198

Abstract

This study interprets the crack sensitivity of double-tapered Euler–Bernoulli beams with two and three open edge cracks through the modal bending moment. The beam, whose thickness and width vary linearly along its length, is analysed with a combined finite element and component mode synthesis (FE-CMS) formulation in which each crack is a massless coupling spring derived from linear elastic fracture mechanics. The modal bending moments are recovered from the complete eigenvectors, and the moments transmitted through the crack springs are obtained directly. For both clamped-free and pinned-pinned supports, the calculated frequency ratios show less than 0.01 difference from published results. The crack springs transmit a continuous moment, so the cracks change the amplitude and the nodal positions of the modal moment rather than producing jumps in it; for the fundamental modes, the peak modal moment falls in proportion to the squared frequency ratio. Deep cracks move the moment nodes: in the pinned-pinned beam with cracks at 0.10L and 0.20L ($a/b = 0.8$), the second-mode node migrates from 0.51L to 0.30L, so that a third crack at 0.30L lowers the second natural frequency by only 0.3%. The normalized moment at a candidate position, evaluated on the already cracked beam, ranks the incremental frequency loss caused by an additional crack with a Spearman coefficient of 0.83, against 0.52 when it is evaluated on the intact beam. A first-order expression in terms of the transmitted moments reproduces the exact frequency loss to within 10% for $a/b \leq 0.2$.

Keywords: double-tapered beam; multiple cracks; modal bending moment; free vibration; finite element method

1. INTRODUCTION

Beams whose cross-section varies along the length are used in aircraft wings, rotor and turbine blades, robot arms, crane booms and non-prismatic bridge girders because they place material where it is needed. Cracks that develop in such members during service reduce the local bending stiffness and change the natural frequencies and mode shapes, which is the physical basis of vibration-based structural health monitoring. The dynamics of cracked structures were reviewed by Dimarogonas [1]. In the local-flexibility approach, an open edge crack is replaced by a massless spring whose compliance follows from the stress-intensity factors and the strain-energy release rate of linear elastic fracture mechanics [2, 3].

Kisa et al. [4] combined the finite element method with component mode synthesis (FE-CMS), dividing the beam at the crack into substructures that are coupled by the crack stiffness matrix. The approach was extended to beams with circular cross-section and multiple cracks [5], and to non-uniform members through the exact stiffness matrices of Friedman and Kosmatka [6]: beams with linearly varying thickness [7], single-cracked double-tapered beams [8] and, most recently, double-tapered beams with two and three cracks [9]. Exact and semi-analytical solutions for non-uniform beams with an arbitrary number of cracks have also been presented by Li [10] and by Shifrin and Ruotolo [11].

In these studies, the influence of crack location is quantified through frequency ratios and explained qualitatively by the bending moment or the modal curvature at the crack. The explanation is usually based on the curvature distribution of the intact beam, for instance by locating a crack relative to the nodal points of a uniform beam. Curvature-based damage indicators rest on the same idea: Pandey et al. [12] showed that curvature mode shapes are much more sensitive to damage than displacement mode shapes, and Wahab and De Roeck [13] applied modal curvatures to a real bridge. In practice, curvatures are obtained by finite differences of displacement ordinates, which amplify discretization and measurement errors; in a local-flexibility model, a stencil that straddles a crack also mixes the rotation jump with the smooth curvature field. Moreover, when several deep cracks are present, the moment distribution of the cracked beam can differ considerably from that of the intact beam, so that an intact-beam argument may attribute the effect of an additional crack to the wrong mechanism.

The present paper addresses these points for the double-tapered, multi-cracked beams of [9]. The modal bending moments are recovered consistently from the complete FE-CMS eigenvectors, and the moments transmitted by the crack springs are obtained from the spring forces. The intact and cracked moment fields of the first three modes are compared for clamped-free and pinned-pinned supports, the migration of the moment

nodes with crack depth is quantified, and an exact sensitivity relation and a first-order estimate connecting the transmitted moments to the frequency loss are derived and verified.

2. THEORETICAL FORMULATION

2.1 Double-tapered beam

A beam of length L whose thickness t and width W vary linearly (Figure 1) is considered. With t_1 , W_1 at the left end ($x = 0$) and t_2 , W_2 at the right end,

$$t(x) = t_1 \left(1 + \beta \frac{x}{L}\right), \quad W(x) = W_1 \left(1 + \beta \frac{x}{L}\right), \quad \beta = \frac{t_2 - t_1}{t_1} = \frac{W_2 - W_1}{W_1} = \alpha - 1 \quad (1)$$

where $\alpha = t_2/t_1 = W_2/W_1$ is the taper ratio. The bending and axial rigidities are

$$EI(x) = EI_1 \left(1 + \beta \frac{x}{L}\right)^4, \quad EA(x) = EA_1 \left(1 + \beta \frac{x}{L}\right)^2 \quad (2)$$

The beam is discretized into two-node Euler–Bernoulli elements with three degrees of freedom per node (axial displacement u , transverse displacement v and rotation θ); linear shape functions are used for u , Hermite cubic functions for v , and the element stiffness and consistent mass matrices are integrated with five-point Gauss quadrature using the exact variation of EI , EA and ρA . The data of [9] are used: $L = 200$ mm, $t_1 = 7.8$ mm, $W_1 = 25$ mm, $E = 216$ GPa, $\nu = 0.3$, $\rho = 7850$ kg/m³ and $\alpha = 0.5$ – 0.9 . The thick end $x = 0$ is the clamped end of the cantilever.

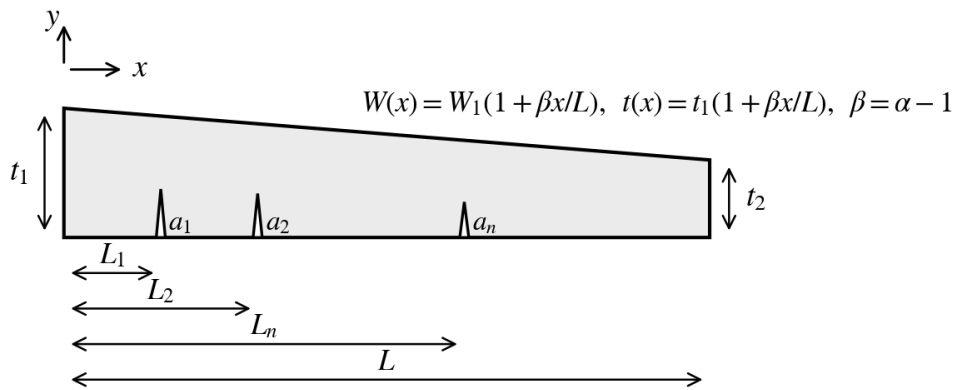


Figure 1. Double-tapered beam with n open edge cracks.

2.2 Crack model

Crack k , of depth a_k , is located at $x = L_k$. Its depth ratio a/b refers to the local thickness $b = t(L_k)$ and width $W = W(L_k)$. The crack is assumed to remain open and is represented by a massless, zero-length spring connecting two coincident nodes. For the axial force F , shear force Q and bending moment M transmitted by the section, the stress-intensity factors are [3]

$$K_I = \frac{F}{bW} \sqrt{\pi a} F_1 + \frac{6M}{b^2 W} \sqrt{\pi a} F_2, \quad K_{II} = \frac{\kappa Q}{bW} \sqrt{\pi a} F_3 \quad (3)$$

where a is the crack depth, b and W are the thickness and width at the crack section, F_1 – F_3 are the geometric functions of a/b for tension, bending and shear given in [3, 4], and κ is the shear factor ($\kappa^2 = 0.4489$, as in [9]). The strain energy released by the crack and the compliance coefficients follow from Castigliano's theorem (plane stress):

$$U_c = \frac{1}{E} \int_0^a W[(K_I)^2 + K_{II}^2] da, \quad c_{ij} = \frac{\partial^2 U_c}{\partial P_i \partial P_j}, \quad \mathbf{P} = \{F, Q, M\}^T \quad (4)$$

where P_i and P_j ($i, j = 1, 2, 3$) are the components of P . The 3×3 compliance matrix $\mathbf{C}_k = [c_{ij}]$ is inverted to give the crack stiffness matrix, which couples the degrees of freedom $\mathbf{q}^-$ and $\mathbf{q}^+$ of the two crack faces:

$$\mathbf{K}_{cr}^{(k)} = \begin{bmatrix} \mathbf{K}_k & -\mathbf{K}_k \\ -\mathbf{K}_k & \mathbf{K}_k \end{bmatrix}, \quad \mathbf{K}_k = \mathbf{C}_k^{-1} \quad (5)$$

2.3 Component mode synthesis

The n cracks divide the beam into $n + 1$ components. The free-vibration problem of component j , with the boundary conditions of the beam applied at its outer ends, gives the mass-normalized modal matrix Φ_j and the diagonal matrix Ω_j^2 of its eigenvalues; all component modes are retained, so the synthesis is exact for the discretized model. With $\mathbf{q}_j = \Phi_j \mathbf{s}_j$ and the relative displacement of crack k written as $\delta_k = \mathbf{q}^+ - \mathbf{q}^- = \mathbf{D}_k \mathbf{s}$, the assembled undamped problem becomes a standard symmetric eigenproblem,

$$[\Omega^2 + \sum_{k=1}^n \mathbf{D}_k^T \mathbf{K}_k \mathbf{D}_k - \omega_i^2 \mathbf{I}] \mathbf{s}_i = \mathbf{0} \quad (6)$$

where ω_i is the i -th natural circular frequency, $\mathbf{s}_i$ is the corresponding eigenvector in modal coordinates, $\mathbf{I}$ is the identity matrix, $\Omega^2 = \text{diag}(\Omega_1^2, \dots, \Omega_{n+1}^2)$, and $\mathbf{M}$ is the global mass matrix of the beam. The physical eigenvector of mode i is recovered component by component and is mass-normalized, $\Phi_i^T \mathbf{M} \Phi_i = 1$. Frequency ratios are defined as ω_{cr}/ω_{nc} , the natural frequency of the cracked beam divided by that of the intact beam.

2.4 Modal bending moment

Within an element the modal curvature follows from the Hermite interpolation of the transverse degrees of freedom $\Phi_{e,i}^v = [v_1 \ \theta_1 \ v_2 \ \theta_2]^T$, and the modal bending moment from the moment–curvature relation,

$$M_i(x) = EI(x) \frac{d^2 v_i}{dx^2} = EI(x) \mathbf{B}(x) \Phi_{e,i}^v, \quad \mathbf{B} = \frac{d^2 \mathbf{N}}{dx^2} \quad (7)$$

where $\mathbf{N}(x)$ is the row vector of Hermite cubic shape functions and v_i is the transverse displacement of mode i with $EI(x)$ evaluated at the actual position. The generalized forces transmitted through crack k are obtained exactly from the spring law,

$$\mathbf{f}_{k,i} = \{F_{k,i}, Q_{k,i}, M_{k,i}\}^T = \mathbf{K}_k \boldsymbol{\delta}_{k,i} \quad (8)$$

Because the spring has neither length nor mass, the same moment acts on both crack faces: the crack produces a jump in the rotation, $\Delta\theta = c_{MM}M_{k,i}$ (plus a small coupling term), but not in the bending moment. Without axial load, transverse equilibrium of the vibrating beam further gives

$$\frac{d^2 M_i(x)}{dx^2} = \omega_i^2 \rho A(x) v_i(x) \quad (9)$$

where ρ is the mass density and $A(x) = W(x)t(x)$ is the cross-sectional area. The modal moment is the moment of the inertia load $\omega_i^2 \rho A v_i$. For a mass-normalized mode whose displacement shape changes little, as is the case for the fundamental modes, (9) implies that the moment amplitude scales with ω_i^2 .

2.5 Crack-section moment indicator and sensitivity

The share of the peak modal moment transmitted at a position L_k is measured by

$$\eta_{M,i}(L_k) = \frac{|M_i(L_k)|}{\max_x |M_i(x)|} \quad (10)$$

which may be evaluated on the intact beam or on a beam that already contains cracks; in the latter case L_k is a candidate position for a further crack. The link between the transmitted moment and the frequency follows from scaling the compliance of crack k by a factor λ_k . Since the modal mass matrix in (6) is the identity, the derivative of an eigenvalue is the Rayleigh quotient of the stiffness derivative, and at $\lambda_k = 1$

$$\frac{\partial \omega_i^2}{\partial \ln \lambda_k} = -\mathbf{f}_{k,i}^T \mathbf{C}_k \mathbf{f}_{k,i} \approx -c_{MM,k} M_{k,i}^2 \quad (11)$$

This exact relation states that the sensitivity of a natural frequency to the growth of a crack is governed by the square of the moment that the current, cracked mode transmits through that crack. A crack that lies at a moment node of the cracked mode therefore has no first-order influence on it, whatever its depth. For shallow cracks, the forces in (11) may be replaced by those of the intact mode, $\mathbf{f}_{k,i}^0$, which gives the first-order estimate

$$1 - \frac{\omega_{cr}}{\omega_{nc}} \approx \frac{1}{2\omega_i^2} \sum_{k=1}^n (\mathbf{f}_{k,i}^0)^T \mathbf{C}_k \mathbf{f}_{k,i}^0 \approx \sum_{k=1}^n \frac{c_{MM,k} (M_i^{\max})^2}{2\omega_i^2} \eta_{M,i}^2(L_k) \quad (12)$$

where $\mathbf{f}_{k,i}^0$ is the force vector of the intact mode at L_k and $M_i^{\max} = \max_x |M_i(x)|$ is the peak modal moment of the intact beam. $\mathbf{f} = (\mathbf{K}_e - \omega^2 \mathbf{M}_e) \boldsymbol{\phi}_e$, where $\mathbf{K}_e$, $\mathbf{M}_e$ and $\boldsymbol{\phi}_e$ are the stiffness matrix, mass matrix and modal displacement vector of that element. The frequency loss thus grows with the square of the moment indicator, while the factor $c_{MM,k} (M_i^{\max})^2 / 2\omega_i^2$ sets the modal scale.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Validation

For a uniform beam ($\alpha = 1$) the first three frequencies of the present discretization (100 elements) differ from the exact Euler–Bernoulli values by less than 0.002% for both supports. The intact double-tapered beam with $\alpha = 0.9$ has natural frequencies of 172.6, 1012.8 and 2781.6 Hz (clamped-free) and 440.0, 1761.8 and 3963.7 Hz (pinned-pinned). Table 1 compares the frequency ratios for $a/b = 0.8$ with the values reported in [9]; the differences do not exceed 0.01. The frequencies also coincide to within 0.1% with those of the direct-assembly program used in [9], which employs ten closed-form tapered elements; the finer mesh of the present model is needed only to resolve the moment fields.

Table 1. Frequency ratios ω_{cr}/ω_{nc} for $\alpha = 0.9$ and $a/b = 0.8$: present results and values reported in [9].

Support	Crack locations L_k/L	Mode 1	Mode 2	Mode 3
C-F	(0.10, 0.20)	0.379 (0.37)	0.803 (0.81)	0.724 (≈ 0.72)
C-F	(0.10, 0.20, 0.30)	0.340 (0.33)	0.611 (0.62)	0.670 (≈ 0.67)
P-P	(0.10, 0.20)	0.696 (0.69)	0.596 (≈ 0.60)	0.662 (0.66)
P-P	(0.10, 0.20, 0.30)	0.525 (0.52)	0.594 (≈ 0.60)	0.537 (0.54)

Values in parentheses are from [9].

3.2 Modal moment fields

Figure 2 shows the modal moments of the clamped-free beam with cracks at (0.10, 0.20) and (0.10, 0.20, 0.30) for $\alpha = 0.9$ and $a/b = 0.8$, normalized by the peak moment of the intact mode. The moment is continuous at every crack, confirming that the crack springs change only the slope of the mode shape. In Mode 1, the cracks near the root turn the fundamental mode into an almost rigid rotation about the cracked region; the peak moment drops to 0.145 and 0.116 of the intact value, which equals the squared frequency ratio (0.144 and 0.116) as predicted by (9). In Modes 2 and 3 the cracks reduce the moment near the root and shift the internal moment nodes toward the clamped end: the Mode-2 node moves from 0.23L to 0.16L (two cracks) and 0.19L (three cracks), and the second Mode-3 node from 0.51L to 0.39L and 0.34L. As a result, the second crack at 0.20L of the three-crack beam lies close to the Mode-2 moment node of the cracked beam and transmits only 7% of the peak modal moment.

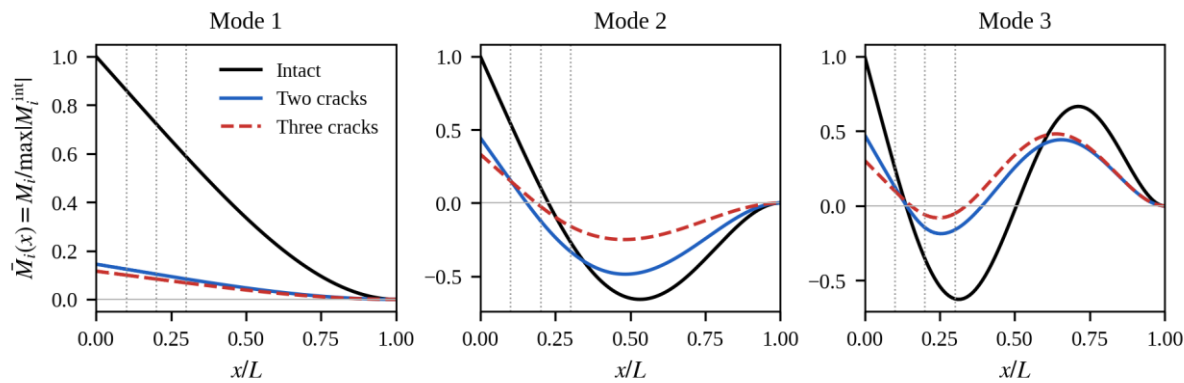


Figure 2. Normalized modal bending moments of the clamped-free beam for the first three modes: intact, two cracks (0.10, 0.20) and three cracks (0.10, 0.20, 0.30); $\alpha = 0.9$, $a/b = 0.8$. Dotted lines mark the crack locations. The pinned-pinned beam with cracks at (0.30, 0.50) and (0.30, 0.50, 0.70) is shown in Figure 3. The fundamental moment again drops in proportion to the squared frequency ratio (0.209 and 0.158). In Mode 2 the mid-span crack is close to the moment node of the intact beam (0.51L); the node moves only slightly (to 0.43L with two cracks and 0.50L with three), and the Mode-2 frequency reduction is carried mainly by the cracks at 0.30L and 0.70L. In Mode 3, the central lobe that contains the mid-span crack is strongly reduced, and the third crack at 0.70L, which lies near the right-hand lobe of the two-crack beam, lowers the frequency ratio further from 0.649 to 0.480.

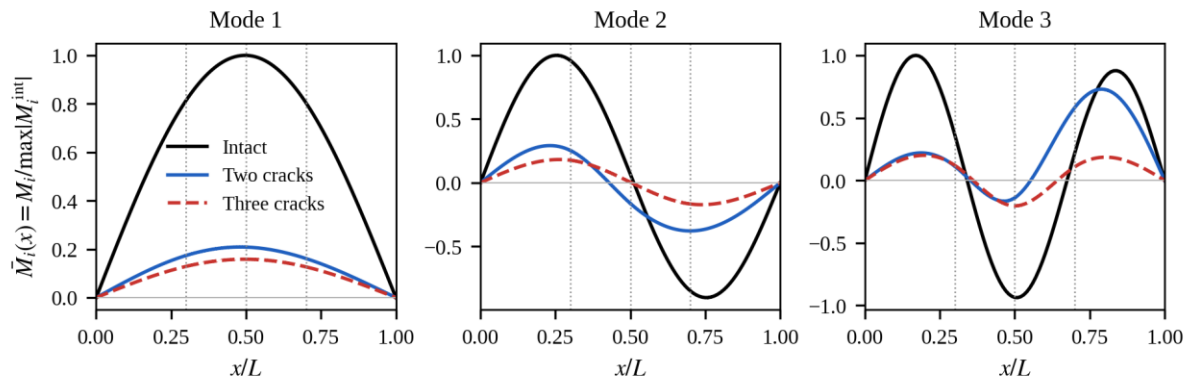


Figure 3. Normalized modal bending moments of the pinned-pinned beam: intact, two cracks (0.30, 0.50) and three cracks (0.30, 0.50, 0.70); $\alpha = 0.9$, $a/b = 0.8$.

3.3 Migration of moment nodes and inactive cracks

The node shifts seen above become decisive when a crack is added to a beam that is already cracked. Figure 4 follows the second mode of the pinned-pinned beam with cracks at (0.10, 0.20) as the depth ratio increases. For shallow cracks the moment node stays near 0.51L, but beyond $a/b \approx 0.5$ it moves rapidly toward the cracks and

reaches $0.30L$ at $a/b = 0.8$. A third crack at $0.30L$ therefore sits almost exactly at the moment node of the two-crack beam: its normalized moment is 0.01 , compared with 0.96 on the intact beam, and it reduces the second frequency ratio only from 0.596 to 0.594 (Table 2). The same crack lies close to the peak of the third mode of the two-crack beam (0.83 against 0.36 on the intact beam) and lowers that frequency ratio from 0.662 to 0.537 . The insensitivity of the second mode is thus caused by the migration of the moment node, not by the node position of the intact or uniform beam.

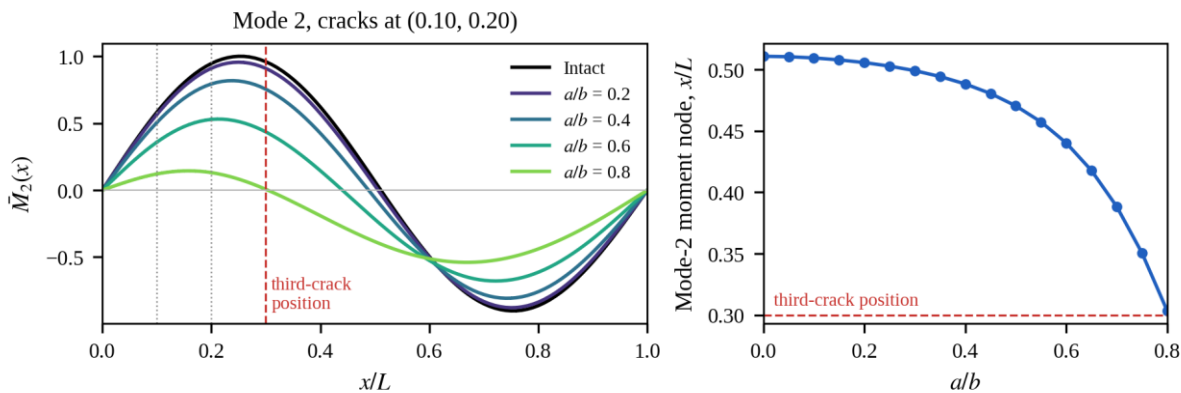


Figure 4. Pinned-pinned beam with cracks at $(0.10, 0.20)$, $\alpha = 0.9$: (left) Mode-2 moment for increasing depth ratio; (right) position of the Mode-2 moment node as a function of a/b .

Table 2. Effect of adding a third crack at L_{new} : moment indicator (10) at L_{new} on the intact and on the two-crack beam, and frequency ratios ($\alpha = 0.9$, $a/b = 0.8$).

Support	Cracks + L_{new}	Mode	η_M intact	η_M two-crack	ω_{cr}/ω_{nc} two cracks	ω_{cr}/ω_{nc} three cracks
t		e				
C-F	$(0.10, 0.20) + 0.30$	2	0.27	0.68	0.803	0.611
C-F	$(0.10, 0.30) + 0.20$	2	0.11	0.10	0.614	0.611
P-P	$(0.10, 0.20) + 0.30$	2	0.96	0.01	0.596	0.594
P-P	$(0.10, 0.20) + 0.30$	3	0.36	0.83	0.662	0.537
P-P	$(0.30, 0.50) + 0.70$	3	0.22	0.80	0.649	0.480

Figure 5 generalizes this observation. Each point corresponds to one of the three-crack configurations of [9] with one crack removed and then added back, for each mode (4 clamped-free and 5 pinned-pinned sets $\times$ 3 cracks $\times$ 3 modes = 81 cases). The agreement is quantified with the Spearman rank correlation coefficient ρ_s , which measures how well the ordering of the indicator values matches the ordering of the incremental losses (ρ_s

= 1 for identical rankings) and is appropriate here because, by (12), the loss is a nonlinear, mode-dependent function of the indicator. When the indicator (10) is evaluated on the intact beam, it ranks the incremental frequency loss only moderately ($\rho_s = 0.52$), with several large losses at positions that the intact moment field marks as insensitive and vice versa. Evaluated on the two-crack beam, the same indicator gives $\rho_s = 0.83$, and all positions with $\eta_M < 0.1$ produce an incremental loss below 0.3%, whereas positions with $\eta_M < 0.1$ on the intact beam include losses of up to 22%. The difference stems from the higher modes: for Mode 1 both indicators give $\rho_s \approx 0.91$, whereas for Modes 2 and 3 the intact-beam values drop to 0.50 and 0.38 while the cracked-beam values remain 0.91 and 0.77, consistent with the node migration discussed above. For a structure that already contains damage, the moment field of the damaged state, not of the intact state, should therefore be used to judge where a further crack would be detectable.

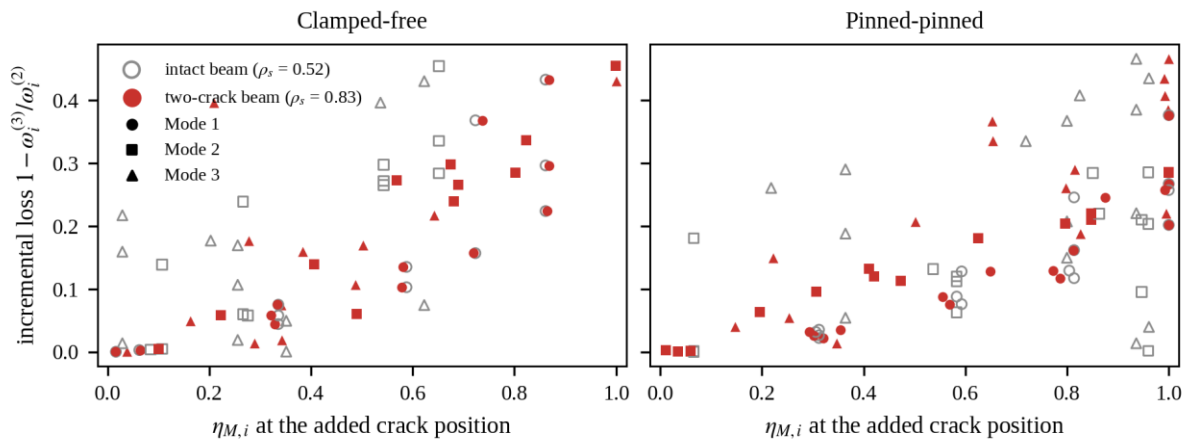


Figure 5. Incremental frequency loss caused by adding a third crack versus the moment indicator at the added position, evaluated on the intact beam (open symbols) and on the two-crack beam (filled symbols); $\alpha = 0.9$, $a/b = 0.8$, $\omega^{(2)}$ and $\omega^{(3)}$: frequencies of the two- and three-crack beams.

3.4 First-order moment estimate

Figure 5 is qualitative because the modal scale factor in (12) differs from mode to mode. The quantitative link is tested in Figure 6, which compares the exact frequency loss with the first-order estimate (12) for all two- and three-crack configurations, the first three modes and depth ratios 0.05–0.8. The points lie on the line of equality for shallow cracks; the maximum relative difference is 2.6% at $a/b = 0.1$ and 9.5% at $a/b = 0.2$. For deeper cracks the estimate overpredicts the loss because the mode shape, and hence the moment transmitted by the cracks, adapts to the reduced stiffness; the exact relation (11), which uses the moments of the cracked mode, remains valid at every depth. The estimate therefore provides a direct, moment-based measure of crack

sensitivity for incipient cracks, while the moment field of the cracked beam governs the response once the cracks are deep.

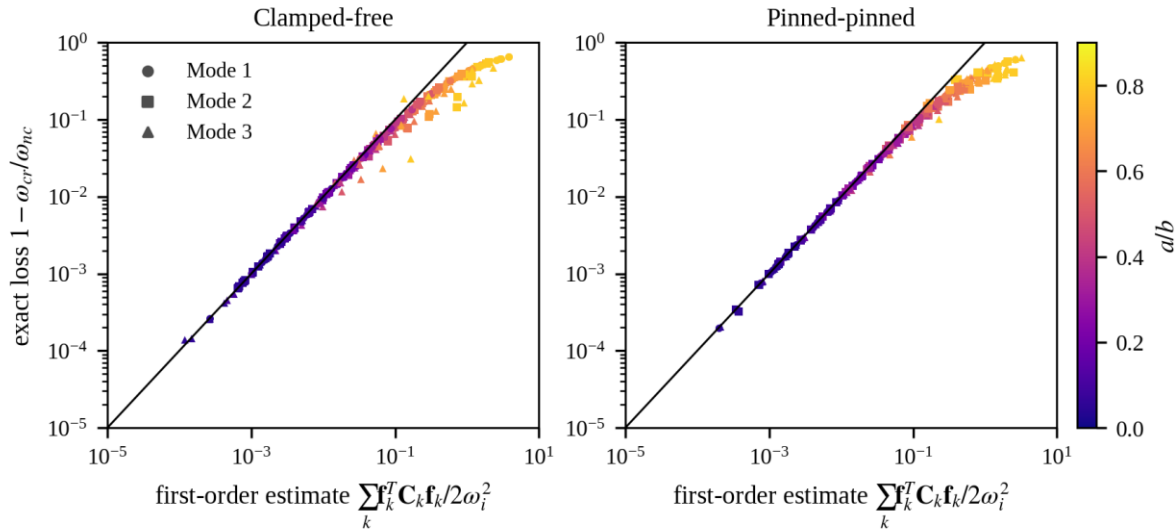


Figure 6. Exact frequency loss versus the first-order moment estimate (12) for all crack configurations, the first three modes (symbols) and $a/b = 0.05\text{--}0.8$ (colour); $\alpha = 0.9$.

4. CONCLUSIONS

The free vibration of double-tapered Euler–Bernoulli beams with two and three open edge cracks was interpreted through the modal bending moment recovered from the complete FE-CMS eigenvectors, for clamped-free and pinned-pinned supports. The main conclusions are as follows.

- (i) The zero-length crack springs transmit a continuous bending moment. The cracks change the slope of the mode shapes, and their influence on the moment field appears as a reduction of the amplitude and a shift of the internal moment nodes rather than as a jump. For the fundamental modes the peak modal moment falls in proportion to the square of the frequency ratio, in agreement with the equilibrium relation (9).
- (ii) The sensitivity of a natural frequency to the growth of a crack is governed exactly by the square of the moment that the cracked mode transmits through that crack, Eq. (11). A crack located at a moment node of the cracked mode therefore has no first-order influence on that mode, whatever its depth.
- (iii) Deep cracks move the moment nodes considerably. In the pinned-pinned beam with cracks at $0.10L$ and $0.20L$, the second-mode node migrates from $0.51L$ to $0.30L$ at $a/b = 0.8$, so that a third crack at $0.30L$ lowers the second frequency by only 0.3%, while it reduces the third frequency ratio from 0.662 to 0.537. Similar node shifts occur in the clamped-free beam. Such mode-dependent effects of an additional crack cannot be explained with the moment distribution of the intact beam or of a uniform beam.

(iv) The normalized moment at a candidate position, evaluated on the already cracked beam, ranks the incremental frequency loss caused by an additional crack with a Spearman coefficient of 0.83, against 0.52 when it is evaluated on the intact beam; positions at which it is below 0.1 produce losses smaller than 0.3%.

(v) For incipient cracks, a first-order estimate based on the intact section forces reproduces the exact frequency loss to within 3% at $a/b = 0.1$ and 10% at $a/b = 0.2$. For deeper cracks the moment field of the cracked beam has to be used.

For vibration-based monitoring of tapered members, these results indicate that the choice of modes and measurement positions for detecting further damage should be based on the modal moment field of the current, possibly already damaged, state of the structure. The analysis is restricted to open cracks, linear elastic behaviour and Euler–Bernoulli kinematics; breathing cracks, shear deformation and experimental verification are left for future work.

5. REFERENCES

- [1] Dimarogonas, A.D. (1996). Vibration of cracked structures: A state of the art review. *Engineering Fracture Mechanics*, 55(5), 831–857.
- [2] Dimarogonas, A.D. and Papadopoulos, C.A. (1983). Vibration of cracked shafts in bending. *Journal of Sound and Vibration*, 91(4), 583–593.
- [3] Tada, H., Paris, P.C. and Irwin, G.R. (2000). *The Stress Analysis of Cracks Handbook*, 3rd ed. ASME Press, New York.
- [4] Kisa, M., Brandon, J. and Topcu, M. (1998). Free vibration analysis of cracked beams by a combination of finite elements and component mode synthesis methods. *Computers and Structures*, 67(4), 215–223.
- [5] Kisa, M. and Gurel, M.A. (2006). Modal analysis of multi-cracked beams with circular cross section. *Engineering Fracture Mechanics*, 73(8), 963–977.
- [6] Friedman, Z. and Kosmatka, J.B. (1992). Exact stiffness matrix of a nonuniform beam — I. Extension, torsion, and bending of a Bernoulli–Euler beam. *Computers and Structures*, 42(5), 671–682.
- [7] Haskul, M. and Kisa, M. (2022). Free-vibration analysis of cracked beam with constant width and linearly varying thickness. *Emerging Materials Research*, 11(1), 125–137.
- [8] Haskul, M. and Kisa, M. (2021). Free vibration of the double tapered cracked beam. *Inverse Problems in Science and Engineering*, 29(11), 1537–1564.
- [9] Haskul, M., Aggumus, H. and Kisa, M. (2026). Free vibration analysis of a double tapered beam with multiple cracks. *Mechanics of Advanced Materials and Structures*, 33(1), 2690196.

- [10] Li, Q.S. (2002). Free vibration analysis of non-uniform beams with an arbitrary number of cracks and concentrated masses. *Journal of Sound and Vibration*, 252(3), 509–525.
- [11] Shifrin, E.I. and Ruotolo, R. (1999). Natural frequencies of a beam with an arbitrary number of cracks. *Journal of Sound and Vibration*, 222(3), 409–423.
- [12] Pandey, A.K., Biswas, M. and Samman, M.M. (1991). Damage detection from changes in curvature mode shapes. *Journal of Sound and Vibration*, 145(2), 321–332.
- [13] Wahab, M.M.A. and De Roeck, G. (1999). Damage detection in bridges using modal curvatures: application to a real damage scenario. *Journal of Sound and Vibration*, 226(2), 217–235.

MODAL STRAIN-ENERGY INTERPRETATION OF CRACK SENSITIVITY IN AXIALLY LOADED TAPERED BEAMS

Mehmet HASKUL¹, Huseyin AGGUMUS² and Murat KISA³

¹Doç. Dr. Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Sirnak University, Sirnak, Türkiye,

ORCID ID: 0000-0001-8671-4597

²Dr. Öğr. Üyesi Mechanical and Metal Technology Department, Sirnak Vocational School, Sirnak University, Sirnak, Türkiye,

ORCID ID: 0000-0002-7158-677X

³Prof. Dr. Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Harran University, Sanliurfa, Türkiye

ORCID ID: 0000-0001-7015-2198

Abstract

This study presents a modal strain-energy interpretation of the mode-dependent crack sensitivity of axially compressed tapered Euler–Bernoulli beams. Building on a previously published finite-element and component-mode-synthesis formulation, an intact-beam energy-location indicator, a crack-element energy ratio and a crack-only frequency-loss indicator are recovered directly from complete eigenvectors. A single open edge crack of normalized depth $a/h_c = 0.8$ is represented by a massless zero-length local-flexibility element. Clamped-free and pinned-pinned beams with constant width and linearly varying thickness ($h_2/h_1 = 0.5$) are examined under two axial-loading protocols: a crack-position-dependent load $P = 0.9 P_{cr,c}(x_c)$ and a fixed reference load. The intact modal strain-energy density is shown to be a strong linear predictor of the crack-induced frequency loss for the first three modes under both boundary conditions, correlation coefficients ranging from $r = 0.82$ to $r = 0.99$ across the two boundary conditions and three modes, with the fixed-load protocol producing the tightest fits. The results demonstrate that mode-dependent crack sensitivity can be forecast from the intact-beam response alone, without solving the cracked eigenproblem for every candidate crack location.

Keywords: cracked beam; modal strain energy; tapered beam; axial compression; local flexibility; crack localization

1. INTRODUCTION

The vibration problem of cracked beams remains central to structural mechanics because a crack modifies the local flexibility of a beam and thereby alters its natural frequencies, mode shapes and stability limits in a manner that depends sensitively on crack depth, crack location and the applied loading. These crack-induced changes provide the physical basis of vibration-based structural health monitoring, so a compact indicator that connects the crack location to the resulting modal response is essential for reliable damage identification. A comprehensive review of the state of the art on the dynamics of cracked structures was presented by Dimarogonas [1], while the local-flexibility representation of a transverse crack — derived from fracture-mechanics stress-intensity considerations — was consolidated in the analytical framework of Dimarogonas et al. [2].

Building on this fracture-mechanics foundation, Kisa et al. [3] introduced a combined finite element and component mode synthesis (FEM-CMS) formulation in which the cracked region is treated as a zero-length local-flexibility element coupling two substructures, providing an efficient framework for handling the discontinuity introduced by the crack. Damage-identification procedures often rely on measured frequency shifts to infer crack depth and location, as demonstrated by Patil and Maiti [4] for multi-crack detection using frequency measurements only. Frequency-shift approaches, however, do not directly reveal why a given mode is more sensitive to a candidate crack location than another; they treat sensitivity as an outcome of the cracked eigenproblem rather than as a property that can be read from the intact structure.

When axial compressive loading is superimposed, the geometric stiffness of the beam interacts with the local flexibility of the crack, yielding a coupled vibration–buckling behavior. Krawczuk and Ostachowicz [5] demonstrated that a transverse crack under a constant axial force noticeably reduces the critical buckling load, and Binici [6] showed that the joint effect of multiple cracks and an axial compressive load produces frequency reductions that cannot be recovered from either factor considered in isolation. Within the FEM-CMS setting, Kisa [7] extended the framework to axially loaded cracked prismatic beams and quantified the interaction between crack parameters and compressive load.

For geometrically non-uniform beams, exact and consistent stiffness formulations for elements with variable cross section were established by Friedman and Kosmatka [8], enabling accurate treatment of tapered members within finite element analyses. Applications to cracked tapered members are more limited: Haskul and Kisa [9] investigated the free vibration behavior of a cracked beam of constant width and linearly varying thickness

without axial loading, and Haskul et al. [10] recently addressed the coupled vibration and stability response of such tapered cracked beams under axial compressive loading.

The present short paper complements the modal bending-moment interpretation of Haskul et al. [10] by developing a strain-energy interpretation of crack sensitivity in the same tapered configurations. Three modal strain-energy indicators are recovered from complete eigenvectors: (i) an intact-beam energy-location indicator that characterizes the modal importance of a candidate crack location, (ii) a crack-element energy ratio that measures activation of the local flexibility, and (iii) a crack-only frequency-loss indicator that separates crack-induced softening from the direct effect of the axial load. The strong linear correlation established between the first and third indicators shows that the intact modal strain-energy density is itself a predictor of crack-induced frequency loss, so mode-dependent crack sensitivity can be forecast from the intact-beam response without solving the cracked eigenproblem for every candidate crack location.

2. THEORETICAL FORMULATION

2.1 Beam and crack model

A beam of length L and constant width b is considered. Its thickness varies linearly from h_1 at the left end to h_2 at the right end, with taper ratio $h_2/h_1=0.5$. The material is linear elastic and the transverse response follows Euler–Bernoulli beam theory. A single open edge crack of normalized depth $a/h_c=0.8$, where $h_c=h(x_c)$, is introduced as a zero-length, massless local-flexibility element. Two coincident interface nodes are retained at the crack so that displacement continuity and the crack-induced rotation jump can be represented independently. The local flexibility of the cracked section is derived from linear elastic fracture mechanics via Castigliano's theorem, using stress-intensity factors for a rectangular cross section under bending. The resulting rotational compliance couples the bending moments on the two crack faces and is assembled into the global stiffness by static condensation of the crack interface degrees of freedom, following [2, 3, 9, 10].

The assembled free-vibration problem under a compressive axial load P is written as

$$(K - PK_G)\phi_i = \omega_i^2 M\phi_i \quad (1)$$

where K , K_G and M are the elastic stiffness, unit geometric stiffness and consistent mass matrices, respectively.

Two axial-loading protocols are considered for the parametric sweep in crack position x_c/L :

- **Variable-load protocol:** $P = 0.9 P_{cr,c}(x_c)$, so that the axial load tracks the critical buckling load of each cracked configuration.
- **Fixed-load protocol:** Fixed-load protocol: $P=\text{constant}$, taken as **0.50** $P_{cr,0}$ of the intact tapered beam of the same boundary condition (**7618 N** for pinned-pinned and **2806 N** for clamped-free).

The variable-load protocol keeps the beam uniformly close to buckling for every crack location, while the fixed-load protocol isolates the effect of x_c under a constant compression.

2.2 Modal strain-energy indicators

Three modal strain-energy indicators are constructed to relate crack position to modal sensitivity: (i) an intact-beam energy-location indicator that depends only on the mode shape of the undamaged, unloaded beam; (ii) a crack-element energy ratio recovered from the cracked eigenvector; and (iii) a crack-only frequency-loss indicator that removes the direct effect of the axial load. Each indicator is derived below from first principles.

2.2.1 Intact modal strain-energy density and energy-location indicator

For an Euler–Bernoulli beam undergoing pure bending, the elastic strain energy stored between $x=0$ and $x=L$ follows from the moment–curvature relation $M(x) = EI(x) \kappa(x)$:

$$U = \frac{1}{2} \int_0^L M(x) \kappa(x) dx = \frac{1}{2} \int_0^L \frac{M^2(x)}{EI(x)} dx = \frac{1}{2} \int_0^L EI(x) \kappa^2(x) dx \quad (2a)$$

For the i -th free-vibration mode of the intact, unloaded tapered beam, the mode shape $\varphi_i(x)$ satisfies the Euler–Bernoulli kinematic assumption, so its curvature is

$$\kappa_i(x) = \varphi_i''(x) = \frac{d^2 \varphi_i(x)}{dx^2} \quad (2b)$$

Substituting (2b) into (2a) gives the total intact modal strain energy and, as its integrand, the spatial density of that energy:

$$U_i^0 = \frac{1}{2} \int_0^L EI(x) [\varphi_i''(x)]^2 dx, \quad u_i^0(x) = \frac{1}{2} EI(x) [\varphi_i''(x)]^2 \quad (2)$$

such that $U_i^0 = \int_0^L u_i^0(x) dx$. The superscript 0 denotes the intact beam at zero axial load; $\varphi_i(x)$ is the i -th mass-normalized transverse mode shape; E is the Young's modulus; and $I(x)$ is the second moment of area of the tapered cross section. Because $u_i^0(x)$ has units of energy per unit length, it measures where along the span mode i concentrates its bending strain energy.

To make this quantity dimensionless and directly comparable across modes, it is normalized by its own peak along the span:

$$\eta_{U,i}^0(x_c) = \frac{u_i^0(x_c)}{\max_{0 \leq x \leq L} u_i^0(x)} \quad (3)$$

By construction $0 \leq \eta_{U,i}^0 \leq 1$, with $\eta_{U,i}^0 \rightarrow 1$ near modal strain-energy antinodes and $\eta_{U,i}^0 \rightarrow 0$ near modal strain-energy nodes. In the finite-element implementation, u_i^0 is evaluated element-wise; at an internal candidate node the energies of the two ordinary beam elements sharing that node are averaged before the normalization in

(3). Because (2) and (3) involve only the intact, unloaded beam, $\eta_{U,i}^0(x_c)$ can be computed once and reused for every candidate crack location without solving any cracked eigenproblem.

2.2.2 Elastic energy stored in the crack element

The elastic strain energy stored in any finite element is a quadratic form of its nodal displacements and its elastic stiffness matrix. For the i -th mode of the cracked beam, denoting the mass-normalized global eigenvector as $\boldsymbol{\varphi}_i$ and the element localization operator by $\mathbf{L}_e$ (so that $\mathbf{q}_{e,i} = \mathbf{L}_e \boldsymbol{\varphi}_i$ is the elemental sub-vector of nodal displacements),

$$U_{e,i} = \frac{1}{2} \mathbf{q}_{e,i}^T \mathbf{K}_e \mathbf{q}_{e,i} \quad (4a)$$

Applied to the zero-length, massless flexibility element that represents the crack, whose 4x4 elastic stiffness matrix $\mathbf{K}_c$ couples the two coincident interface nodes at $x = x_c$, (4a) yields the modal elastic energy stored in the crack itself:

$$U_{c,i} = \frac{1}{2} \mathbf{q}_{c,i}^T \mathbf{K}_c \mathbf{q}_{c,i} \quad (4b)$$

Because the assembled global stiffness matrix decomposes additively over the N_b ordinary beam elements and the single crack element,

$$\boldsymbol{\varphi}_i^T \mathbf{K} \boldsymbol{\varphi}_i = \sum_{e=1}^{N_b} \mathbf{q}_{e,i}^T \mathbf{K}_e \mathbf{q}_{e,i} + \mathbf{q}_{c,i}^T \mathbf{K}_c \mathbf{q}_{c,i} \quad (4c)$$

the total modal elastic energy $U_{tot,i} = 1/2 \boldsymbol{\varphi}_i^T \mathbf{K} \boldsymbol{\varphi}_i$ can be written as the sum of ordinary-element contributions and the crack contribution:

$$U_{c,i} = \frac{1}{2} \mathbf{q}_{c,i}^T \mathbf{K}_c \mathbf{q}_{c,i}, \quad U_{tot,i} = \sum_{e=1}^{N_b} \frac{1}{2} \mathbf{q}_{e,i}^T \mathbf{K}_e \mathbf{q}_{e,i} + U_{c,i} \quad (4)$$

Here $\mathbf{q}_{c,i}$ and $\mathbf{q}_{e,i}$ are the crack-element and ordinary beam-element modal displacement vectors, respectively; $\mathbf{K}_c$ and $\mathbf{K}_e$ are their elastic stiffness matrices; and N_b is the number of ordinary beam elements. The fraction of modal elastic energy that the crack captures is then the dimensionless ratio

$$\eta_{c,i} = \frac{U_{c,i}}{U_{tot,i}} \quad (5)$$

Because both the numerator and the denominator scale as $\|\boldsymbol{\varphi}_i\|^2$, $\eta_{c,i}$ is independent of the eigenvector normalization. Values of $\eta_{c,i}$ close to zero indicate that the crack lies in a modal strain-energy node and barely participates in the mode, whereas larger values indicate strong activation of the local flexibility.

2.2.3 Crack-only frequency-loss indicator

The natural frequencies of an axially loaded beam decrease with P through the geometric stiffness term $P\mathbf{K}_G$ in (1), irrespective of any crack. To separate this load-induced softening from the softening caused by the crack itself, the cracked and intact configurations are compared at the same absolute axial load P . Denoting by $\omega_{c,i}(P)$

the i -th natural frequency of the cracked beam and by $\omega_{0,i}(P)$ that of the intact beam, both evaluated at load P , the crack-only relative frequency loss is defined as

$$\Delta\bar{\omega}_{c,i} = 1 - \frac{\omega_{c,i}(P)}{\omega_{0,i}(P)} \quad (6)$$

Because both frequencies contain the same load-induced reduction from $\omega_{0,i}(0)$ to $\omega_{0,i}(P)$, forming their ratio at a common P cancels this common component to first order, leaving a measure that responds only to the presence of the crack. The alternative choice of normalizing by the zero-load intact frequency $\omega_{0,i}(0)$ would produce a compound quantity that conflates crack-induced and load-induced effects and would not be interpretable as a crack sensitivity.

2.2.4 Interpretation of the indicator triplet

Equations (3), (5) and (6) together provide a complete strain-energy description of the crack–mode interaction. The intact energy-location indicator $\eta_{U,i}^0(x_c)$ characterizes the modal importance of a candidate crack location using intact-beam quantities alone. The crack-energy ratio $\eta_{c,i}$ measures activation of the local flexibility once the crack is present. The crack-only frequency-loss indicator $\Delta\bar{\omega}_{c,i}$ quantifies the observable frequency reduction attributable strictly to the crack. Section 3 demonstrates that $\eta_{U,i}^0$ is a strong linear predictor of $\Delta\bar{\omega}_{c,i}$, so mode-dependent crack sensitivity can be forecast from the intact-beam response without solving the cracked eigenproblem for every candidate crack location.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Pinned-pinned beam

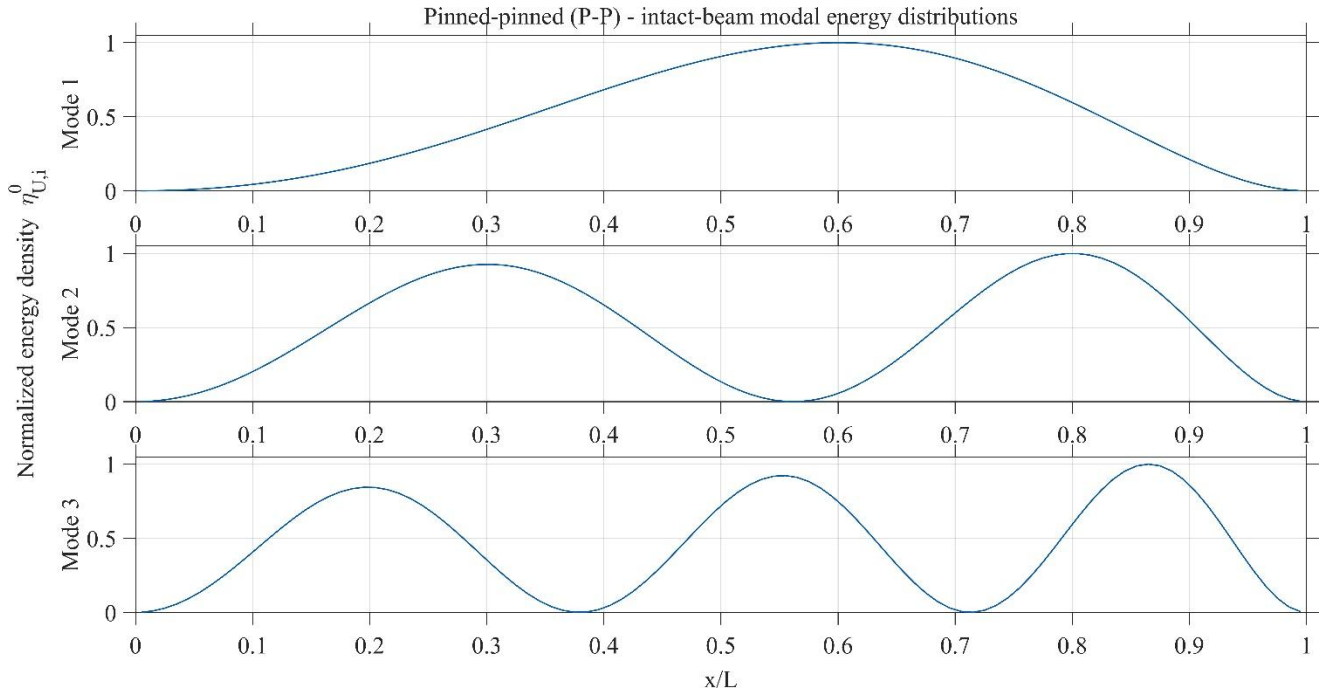


Figure 1. Normalized intact-beam modal strain-energy density $\eta_{U,i}^0(x)$ of the pinned-pinned tapered beam for Modes 1–3.

For the pinned-pinned beam, the intact modal strain-energy density is zero at both supports for all modes. Mode 1 exhibits a single lobe with its maximum near $x/L \approx 0.60$, slightly downstream of mid-span due to the taper. Mode 2 shows two lobes separated by a **strain-energy node** close to $x/L \approx 0.55$, while Mode 3 exhibits three lobes separated by two internal nodes near $x/L \approx 0.38$ and $x/L \approx 0.72$. The taper concentrates modal strain energy in the thinner portion of the beam, so both mode-2 lobes and mode-3 lobes are progressively taller toward the thin (right) end.

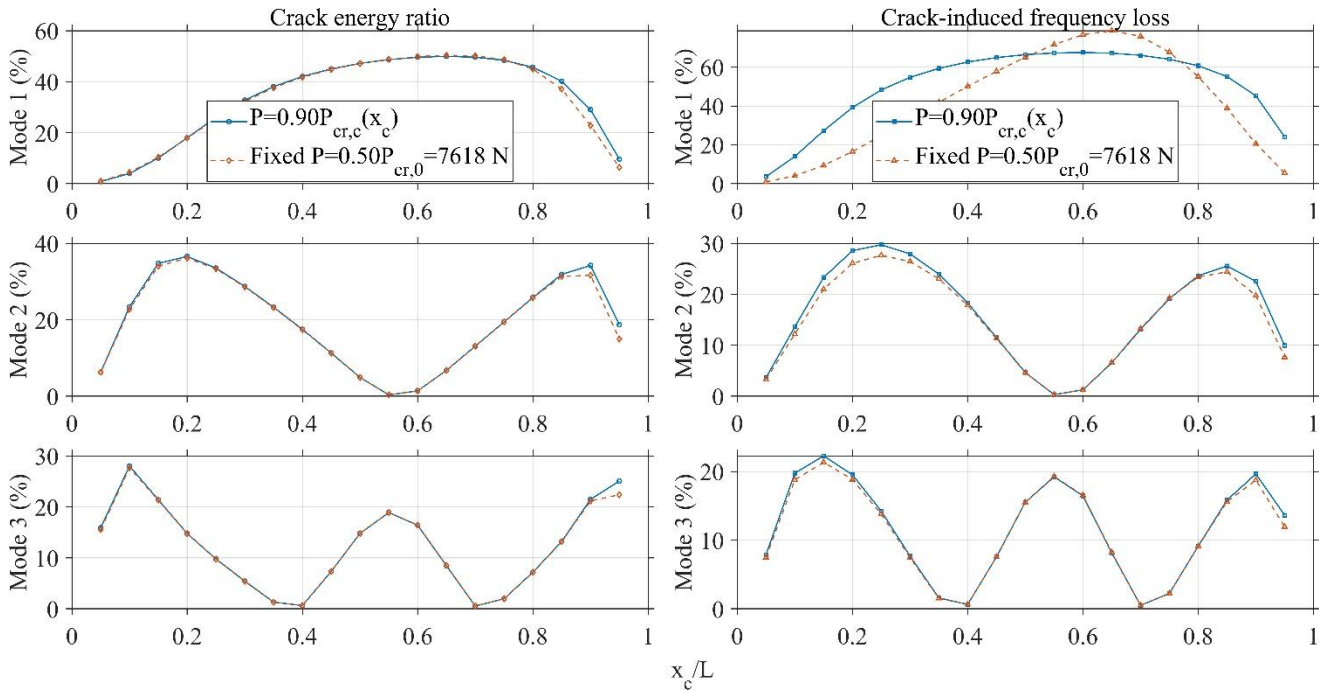


Figure 2. Pinned-pinned tapered beam: (left) crack-element energy ratio $\eta_{c,i}$ and (right) crack-only frequency loss $\Delta\omega_{c,i}$ for Modes 1–3, plotted against normalized crack position x_c/L , under the variable-load and fixed-load protocols.

The crack-element energy ratio reproduces the shape of the intact modal strain-energy density closely for every mode: a single-lobed distribution peaking near $x_c/L \approx 0.60$ for Mode 1, two lobes near $x_c/L \approx 0.20$ and 0.85 for Mode 2, and three lobes near $x_c/L \approx 0.10$, 0.55 and 0.90 for Mode 3. The peak locations of $\eta_{c,i}$ lie slightly closer to the thick (left) end than the peaks of $\eta_{U,i}^0$ in Figure 1, reflecting the extra $EI(x_c)$ weighting that enters the crack-element energy through the modal moment. Both loading protocols yield essentially the same $\eta_{c,i}$ distribution, indicating that the fraction of modal elastic energy captured by the local flexibility is primarily controlled by the crack position within the modal strain-energy field, not by the absolute magnitude of the axial load.

The crack-only frequency loss follows the same spatial pattern as $\eta_{c,i}$ but its amplitude depends on the loading protocol for Mode 1. The variable-load protocol produces a broad plateau reaching about 67 % over $x_c/L \approx 0.35$ – 0.80 , whereas the fixed-load protocol produces a sharper peak of about 75 % near $x_c/L \approx 0.65$. The higher fixed-load peak arises because the crack-dependent buckling load $P_{cr,c}(x_c)$ drops sharply in that region, so the constant applied load $P=0.50 \times P_{cr,0}=7618$ N corresponds to $P/P_{cr,c}(x_c) > 0.9$ there, driving the beam closer to buckling than the variable-load protocol, which by construction maintains $P/P_{cr,c}=0.9$ throughout. Away from this region ($x_c/L < 0.5$ or $x_c/L > 0.8$), the variable-load protocol produces the larger frequency loss because $P/P_{cr,c}$ under the

fixed protocol falls below 0.9 there. For Modes 2 and 3 the two protocols produce nearly indistinguishable frequency-loss curves across the full crack-position range, since these higher modes are much less affected by the geometric-stiffness term at the load levels considered.

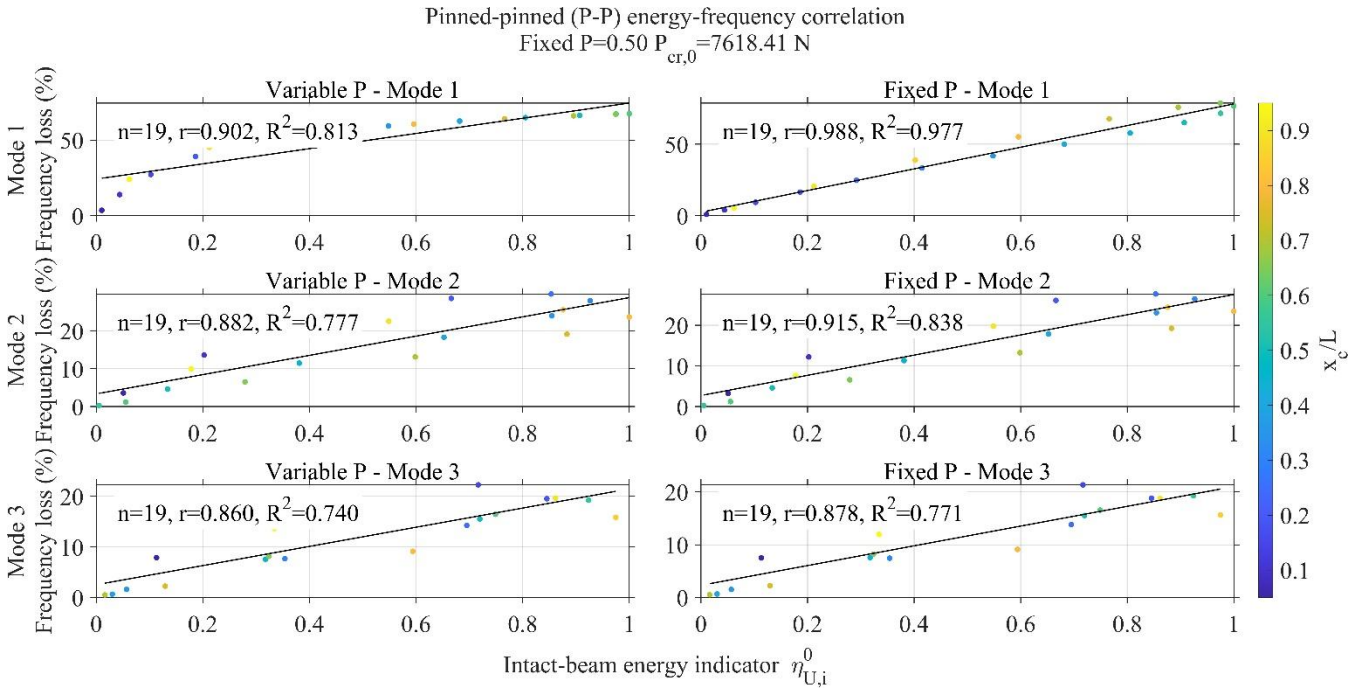


Figure 3. Pinned-pinned tapered beam: crack-only frequency loss $\Delta\omega_{c,i}$ versus intact-beam energy indicator $\eta_{U,i}^0$ for Modes 1–3 under (left column) the variable-load protocol $P=0.90, P_{cr,c}(x_c)$ and (right column) the fixed-load protocol $P=0.50 \times P_{cr,0}=7618$ N. Colour represents x_c/L . Each panel reports the Pearson correlation coefficient r and coefficient of determination R^2 from a linear least-squares fit over the 19 crack positions.

The intact energy-location indicator is a strong linear predictor of the crack-only frequency loss. Under the variable-load protocol the correlation coefficients are $r=0.902, 0.882$ and 0.860 ($R^2=0.813, 0.777, 0.740$) for Modes 1–3, respectively. Under the fixed-load protocol the Mode-1 correlation increases sharply to $r=0.988$ ($R^2=0.977$), while Modes 2 and 3 improve more modestly to $r=0.915$ and 0.878 ($R^2=0.838$ and 0.771). The pronounced increase in the Mode-1 correlation under the fixed-load protocol reflects the disappearance of the near-buckling amplification identified in Figure 2: under the variable-load protocol the ratio $P/P_{cr,c}$ is held constant at 0.9 for every x_c , so points near the modal-moment antinode experience nonlinear softening that scatters them above the intact-energy regression line, whereas under the fixed load $P/P_{cr,c}(x_c)$ varies with position and this systematic amplification is removed. Most points fall on the regression line regardless of x_c (colour), demonstrating that the linear relationship holds throughout the beam.

3.2 Clamped-free beam

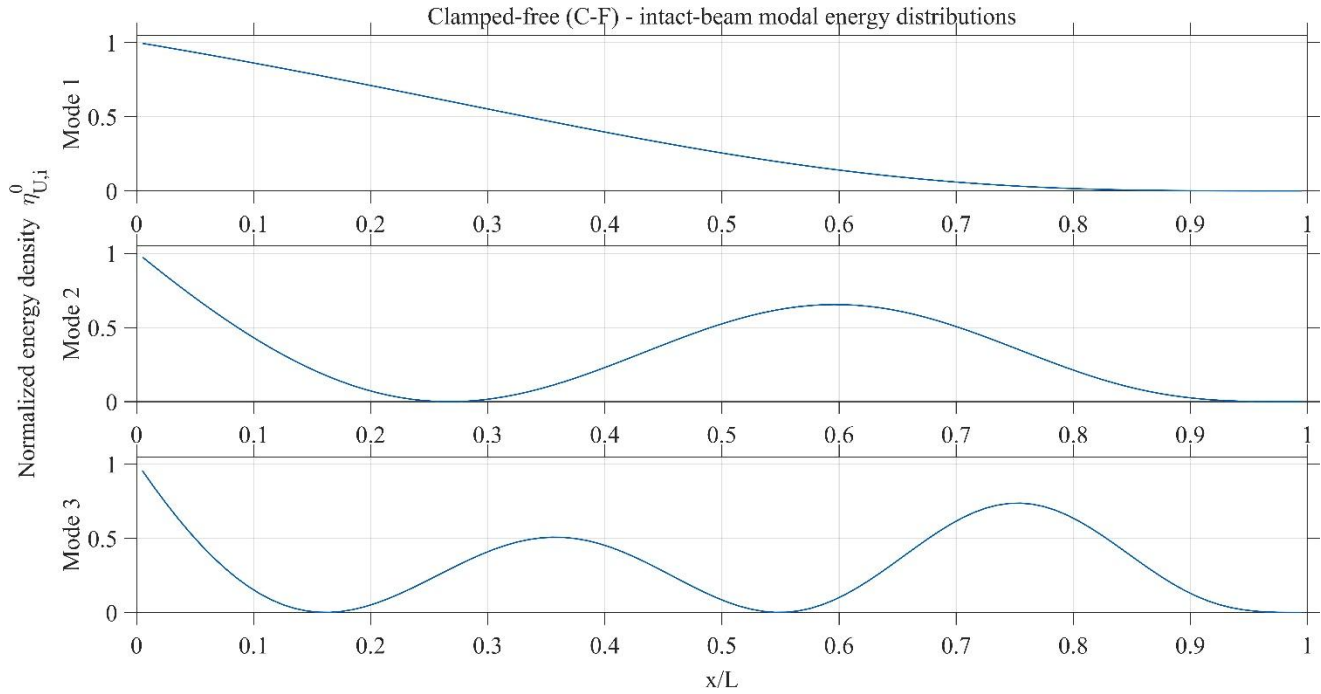


Figure 4. Normalized intact-beam modal strain-energy density $\eta_{U,i}^0(x)$ of the clamped-free tapered beam for Modes 1–3.

For the clamped-free beam, the intact modal strain-energy density is largest at or close to the fixed support for all three modes and vanishes at the free end. Mode 1 decreases monotonically from the root, becoming negligible beyond $x/L \approx 0.80$. Mode 2 exhibits a dominant root peak followed by an internal node near $x/L \approx 0.25$ and a secondary lobe peaking near $x/L \approx 0.60$. Mode 3 shows a dominant root peak followed by two internal nodes near $x/L \approx 0.17$ and $x/L \approx 0.55$, separating a small interior lobe near $x/L \approx 0.36$ and a larger tip-side lobe near $x/L \approx 0.76$. Unlike the pinned-pinned beam of Figure 1, where the modal strain energy is distributed internally and vanishes at both supports, the clamped-free boundary concentrates modal sensitivity at the fixed end for every mode considered.

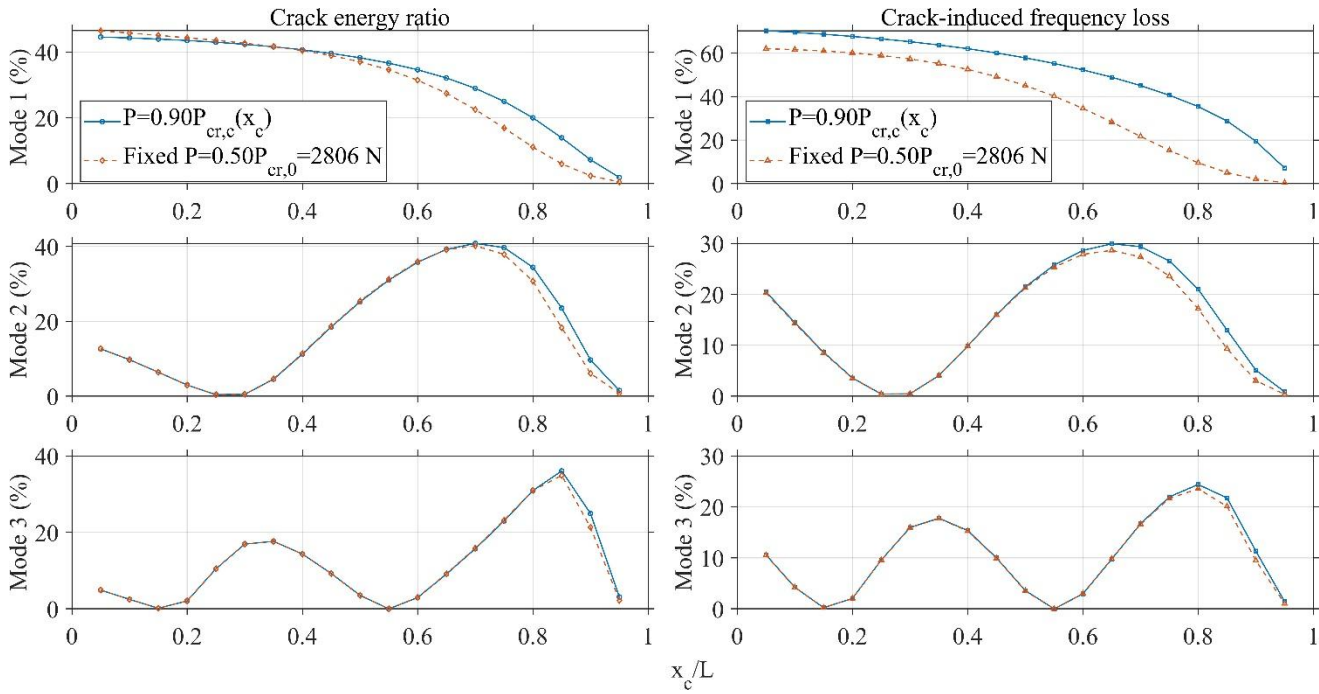


Figure 5. Clamped-free tapered beam: (left) crack-element energy ratio $\eta_{c,i}$ and (right) crack-only frequency loss $\Delta\omega_c$ for Modes 1–3, plotted against normalized crack position x_c/L , under the variable-load and fixed-load protocols.

Both the crack-energy ratio and the crack-only frequency loss are largest near the fixed support and decay towards the free end for Mode 1, and reproduce the multi-lobed pattern of the intact strain-energy density (Figure 4) for Modes 2 and 3. The two loading protocols yield essentially the same $\eta_{c,i}$ distribution for Modes 2 and 3, whereas for Mode 1 they diverge for $x_c/L \gtrsim 0.4$: the variable-load protocol maintains $\eta_{c,i} \approx 40\%$ over the mid-length region and drops to near zero only close to the free end, while the fixed-load protocol decays more rapidly and reaches near-zero by $x_c/L \approx 0.85$. This divergence, together with the corresponding Mode-1 frequency-loss gap, reflects the sharp drop of the crack-dependent buckling load $P_{cr,c}(x_c)$ in that region: under the variable-load protocol the axial load tracks $P_{cr,c}(x_c)$ and remains strongly destabilizing, whereas under the fixed load $P=0.50 \times P_{cr,0}=2806$ N the ratio $P/P_{cr,c}(x_c)$ falls well below 0.9 in the mid-length region and softens the beam much less.

The Mode-1 frequency-loss gap is correspondingly large: the variable-load protocol produces about 55 % loss at $x_c/L \approx 0.6$, versus only about 30 % under the fixed-load protocol. This is the opposite sign of the protocol gap observed for the pinned-pinned beam in Figure 2, where the fixed-load protocol produced the larger Mode-1 peak. The two boundary conditions therefore behave in opposite ways under the fixed-load protocol: for the pinned-pinned beam the fixed load exceeds $0.9 P_{cr,c}$ near mid-span (amplifying softening), whereas for the

clamped-free beam the fixed load falls below $0.9 P_{cr,c}$ in the mid-length region (weakening softening). For Modes 2 and 3, the two protocols produce nearly indistinguishable frequency-loss curves, since these higher modes are much less affected by the geometric-stiffness term at the load levels considered.

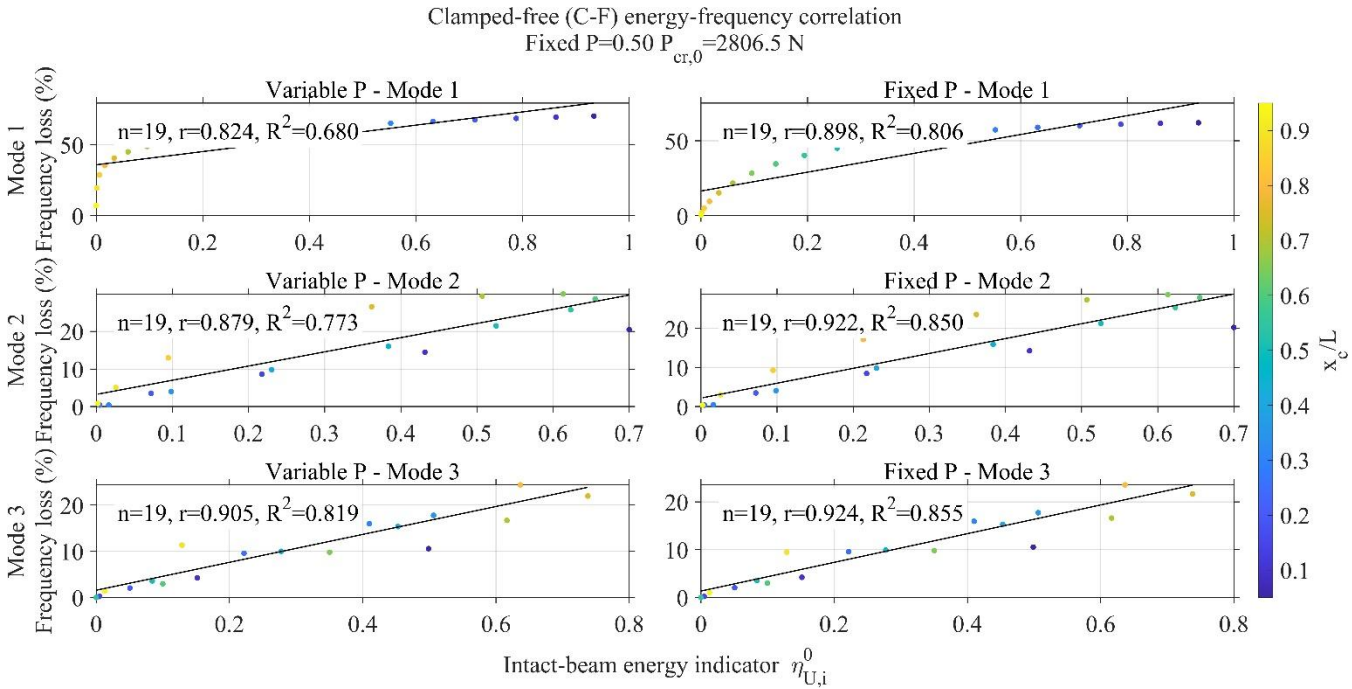


Figure 6. Clamped-free tapered beam: crack-only frequency loss $\Delta\omega_{c,l}$ (%) versus intact-beam energy indicator $\eta_{U,i}^0$ for Modes 1–3 under (left column) the variable-load protocol $P=0.90 P_{cr,c}(x_c)$ and (right column) the fixed-load protocol $P=0.50 \times P_{cr,0}=2806 \text{ N}$. Colour represents x_c/L . Each panel reports the Pearson correlation coefficient r and coefficient of determination R^2 from a linear least-squares fit over the 19 crack positions.

The clamped-free configuration also exhibits strong linear correlations between the intact-beam energy indicator and the crack-only frequency loss, although the correlation coefficients differ mode-by-mode from those of the pinned-pinned beam. Under the variable-load protocol the coefficients are $r=0.824$, 0.879 and 0.905 ($R^2=0.680$, 0.773 , 0.819) for Modes 1–3, respectively. Under the fixed-load protocol every mode improves: $r=0.898$, 0.922 and 0.924 ($R^2=0.806$, 0.850 , 0.855). As in the pinned-pinned case, the removal of the constant- $P/P_{cr,c}$ constraint under the fixed-load protocol eliminates the near-buckling amplification that scatters the Mode-1 points above the regression line under the variable-load protocol, tightening the fit. Compared to the pinned-pinned beam, the clamped-free Mode 1 correlation is lower for both protocols (0.824 vs 0.902 for variable- P and 0.898 vs 0.988 for fixed- P) because the mode-1 strain-energy density decays to near zero over $x/L \gtrsim 0.8$ (Figure 4), compressing the data into a small dynamic range and admitting more scatter; the Mode 3

correlation is instead higher for the clamped-free beam (0.905 vs 0.860 for variable- P and 0.924 vs 0.878 for fixed- P), because the three well-separated lobes of Figure 4 sample $\eta_{U,3}^0$ over a broader range of values than the more evenly-sized pinned-pinned lobes of Figure 1. Points remain roughly aligned on the regression line irrespective of crack location (colour), confirming that the linear relationship holds throughout the beam for both boundary conditions.

3.3 Comparative assessment

Two features are common to both boundary conditions. First, the fraction of modal elastic energy stored in the zero-length crack element mirrors the intact-beam modal strain-energy density: the crack is activated where the mode stores the most bending strain energy and is dormant near modal strain-energy nodes. Second, the crack-only frequency loss depends approximately linearly on the intact energy-location indicator, so an intact-beam quantity that requires no cracked-model computation predicts the frequency loss that a candidate crack would induce at that location.

The strength of the linear relationship varies with both boundary condition and mode. The pinned-pinned beam achieves the tightest fit for Mode 1 under the fixed-load protocol ($r = 0.988$), where the single parabolic strain-energy lobe (Figure 1) samples $\eta_{U,1}^0$ smoothly across the full $[0, 1]$ range. The clamped-free beam achieves the tightest fit for Modes 2 and 3 under the fixed-load protocol ($r = 0.922$ and 0.924), where the well-separated multi-lobed structure of Figure 4 produces a broad dynamic range of $\eta_{U,i}^0$. For every mode and both boundary conditions, the fixed-load protocol yields a higher correlation than the variable-load protocol, because the constant $P/P_{cr,c} = 0.9$ imposed by the variable-load protocol drives points near the modal-moment antinodes into the near-buckling regime, where nonlinear geometric-stiffness effects scatter them above the linear trend.

A practical implication is that mode-dependent crack sensitivity in an axially loaded tapered beam can be forecast from an intact-beam eigenanalysis alone. Regions of high $\eta_{U,i}^0(x)$ are the regions where a crack of a given depth would cause the largest frequency drop, and regions where $\eta_{U,i}^0$ is small are candidates where a crack would remain nearly undetectable in that mode. Combining several modes reduces this modal blind-spot problem because a location close to a strain-energy node in one mode generally lies in a finite-energy region of another. Therefore, the strain energy interpretation provides a concise foundation for vibration-based crack localization that accounts for boundary conditions and modes — fully consistent with the bending moment interpretation in the companion paper [10].

4. CONCLUSIONS

Three modal strain-energy indicators recovered from complete finite-element eigenvectors provide a mechanically transparent interpretation of mode-dependent crack sensitivity in axially loaded tapered Euler–Bernoulli beams:

The fraction of modal elastic energy stored in the zero-length crack element mirrors the intact-beam modal strain-energy density: the crack is activated where the mode stores the most bending strain energy and is dormant near modal strain-energy nodes.

The crack-only frequency loss depends approximately linearly on the intact energy-location indicator. Under the fixed-load protocol correlation coefficients reach $r = 0.988$ for the pinned-pinned beam (Mode 1) and $r = 0.924$ for the clamped-free beam (Mode 3), with all six mode/boundary-condition combinations yielding $r \geq 0.82$, so the intact-beam response alone predicts the crack-induced frequency loss without solving the cracked eigenproblem at every candidate location.

The strength of the linear relationship depends on boundary condition and mode: the pinned-pinned beam dominates for Mode 1 (single parabolic strain-energy lobe), while the clamped-free beam dominates for Modes 2 and 3 (well-separated multi-lobed strain-energy pattern spanning a broader dynamic range of $\eta_{U,i}^0$).

The two axial-loading protocols yield essentially the same crack-energy ratio and the same frequency-loss shape. Their amplitudes differ noticeably only for Mode 1 near the region where the crack-dependent buckling load is smallest.

Multi-mode strain-energy maps therefore provide a useful basis for vibration-based crack localisation in axially loaded tapered members and are fully consistent with the modal bending-moment interpretation of the companion study.

REFERENCES

- [1] Dimarogonas, A.D. (1996). Vibration of cracked structures: A state of the art review. *Engineering Fracture Mechanics*, 55, 51–59.
- [2] Dimarogonas, A.D., Paipetis, S.A. and Chondros, T.G. (2013). *Analytical methods in rotor dynamics*. Springer, Berlin.
- [3] Kisa, M., Brandon, J.A. and Topcu, M. (1998). Free vibration analysis of cracked beams by a combination of finite elements and component mode synthesis methods. *Computers and Structures*, 67, 215–223.
- [4] Patil, D.P. and Maiti, S.K. (2003). Detection of multiple cracks using frequency measurements. *Engineering Fracture Mechanics*, 70, 553–572.
- [5] Krawczuk, M. and Ostachowicz, W.M. (1993). Transverse natural vibrations of a cracked beam loaded with a constant axial force. *Journal of Vibration and Acoustics*, 115, 524–528.
- [6] Binici, B. (2005). Vibration of beams with multiple open cracks subjected to axial force. *Journal of Sound and Vibration*, 287(1–2), 277–295.
- [7] Kisa, M. (2012). Vibration and stability of axially loaded cracked beams. *Structural Engineering and Mechanics*, 44(3), 305–323.
- [8] Friedman, Z. and Kosmatka, J.B. (1992). Exact stiffness matrix of a nonuniform beam — I. Extension, torsion, and bending of a Bernoulli–Euler beam. *Computers and Structures*, 42, 671–682.
- [9] Haskul, M. and Kisa, M. (2022). Free-vibration analysis of cracked beam with constant width and linearly varying thickness. *Emerging Materials Research*, 11(1), 125–137.
- [10] Haskul, M., Aggumus, H. and Kisa, M. (2026). Vibration and stability analysis of a cracked beam with varying thickness and constant width under axial loading. *Structural Engineering and Mechanics*, 99(2), 251–285.

POMPA SİSTEMLERİNDE ENERJİ VERİMLİLİĞİ ÜZERİNE BİR İNCELEME

Yüksek Lisans Öğrencisi, Mehmet KAYAN1 / Prof. Dr. Selmin ENER RÛŞEN2

¹Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Mühendislik Bilimleri, kayanmehmet@yahoo.com,

0009-0000-1017-7967

²Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği, selmin.enerrusen@gmail.com,

0000-0003-3389-5739

Özet

Pompa sistemleri, sıvıların bir ortamdan başka bir ortama aktarılmasında kullanılan ve sanayiden tarıma kadar pek çok alanda yaygın biçimde yer alan akışkan makineleridir. Elektrik enerjisi tüketiminin yaklaşık %20'si pompa sistemlerinden kaynaklanmaktadır. Pompaların sistem verimi %70-80 veya daha yüksek olabilmesine karşın uygulamada %50'nin altına düşebilmekte; hizmet verdikleri sistem gereksinimlerine uygun seçilmemiş pompalarda sistem optimizasyonu ile önemli miktarda enerji tasarrufu sağlanabilmektedir. Bu çalışmada pompalarda enerji verimliliğine ilişkin temel kavramlar derlenmiştir. Pompa tipleri (pozitif deplasmanlı ve rotodinamik pompalar), statik ve sürtünme basma yüksekliği, sistem eğrileri, pompa performans eğrileri, çalışma noktası, paralel ve seri pompa bağlantıları ile ömür boyu maliyet yaklaşımı ele alınmıştır. Ayrıca açma/kapama kontrolü, kontrol vanası kullanımı, bypass sistemi ve ayarlanabilir hız sürücüsü gibi pompa sistemi kontrol yöntemleri değerlendirilmiş; ayarlanabilir hız sürücülerinin, özellikle statik basma yüksekliğinin yüksek olduğu sistemlerde pompa verimini düşürebileceği ve bu nedenle dikkatli bir etüt gerektirdiği vurgulanmıştır.

Anahtar kelimeler: Pompa Sistemleri, Enerji Verimliliği.

REVIEW OF PUMP SYSTEM ENERGY EFFICIENCY

Abstract

Pump systems are fluid machines used to transfer liquids from one medium to another, and they are widely employed in many fields from industry to agriculture. Pumps account for about 20% of the electric energy consumption. Although the system efficiency of pumps can be 70-80% or higher, it may fall below 50% in practice; when pumps are not selected in accordance with the requirements of the systems they serve, significant energy savings can be achieved through system optimization. This study reviews the fundamental concepts of energy efficiency in pumps. Pump types (positive displacement and rotodynamic pumps), static and friction head, system curves, pump performance curves, operating point, parallel and series pump arrangements, and the life cycle cost approach are discussed. In addition, pump system control methods such as on/off control, control valves, bypass systems and adjustable speed drives are evaluated, and it is emphasized that adjustable speed drives may reduce pump efficiency, particularly in systems with high static head, and therefore require careful system study

Keywords: Pump System, Energy Efficiency.

1. GİRİŞ

Pompa sistemleri, sıvıların bir ortamdan farklı bir ortama belirlenen amaç doğrultusunda aktarılmasında kullanılan akışkan makineleridir (Karabacak, 2020, slayt 2). Milattan önce 200 yıllarında kullanılan Arşimet vidası ilk pompa olarak kabul edilebilir (Sarıgül 2010, s. 13, Çizelge 3.1). Kullanım amaçlarına göre çeşitli tip ve büyüklüklerde üretilen bu sistemler, tahrik edici makineler örneğin elektrik motorları vasıtasıyla çalıştırılmaktadır (Karabacak, 2020, slayt 2).

Endüstriyel elektrik yükünün yaklaşık %70'ini motor sistemleri oluşturmaktadır (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı [ETKB], 2023, s. 543). Avrupa Komisyonu tarafından yapılan araştırma, Avrupa Birliği'nde elektrik motorlarının tükettiği enerjinin yaklaşık %20'sinin (yılda yaklaşık 160 TWh) pompa sistemlerinden kaynaklandığını ortaya koymuştur (Karabacak, 2020, slayt 2). Pompaların sistem verimi %70-80 veya daha yüksek olabilmesine karşın uygulamada %50'nin altına düşebilmektedir. Pompalar hizmet verdikleri sistemin gereksinimlerine uyumlu olarak seçilmediğinde veya yüke göre pompa optimizasyonu yapılmadığında önemli miktarda enerji kaybı oluşur (U.S. Department of Energy [DOE], 2006, ss 25-26). Sistemlerin iyi tasarımı ve uygun pompa seçimiyle yaklaşık %30 luk bir tasarruf sağlanabilir (Karabacak, 2020, slayt 2; Hydraulic Institute & Europump, 2001, s. 3.)

Bu çalışmanın amacı, pompa sistemlerinde enerji verimliliğini belirleyen temel kavramları (pompa tipleri, basma yüksekliği, sistem eğrileri, ömür boyu maliyet, pompa performansı ve pompa sistemi kontrolü) bir araya getirmektir.

1.1. Pompa Tipleri

Enerjinin pompadaki akışkana aktarılması biçimine bağlı olarak pompalar temelde iki grupta toplanabilir. Birincisi, pozitif dönme ve öteleme hareketi yaparak piston, dişli, palet gibi elemanlar yardımıyla uygulanan kuvvet sayesinde enerjinin akışkana aktarıldığı hacimsel (pozitif deplasmanlı) pompalardır. Diğeri ise, hız vektörünün yön ve doğrultusunu değiştiren kanatlı çarklar ile sürekli enerjinin akışkana aktarıldığı santrifüj (rotodinamik) pompalardır (Karabacak, 2020, slayt 6–7). Sanayide kullanılan pompaların yaklaşık %73'ü santrifüj, %27'si pozitif deplasmanlı pompalardan oluşmaktadır (ETKB, 2023, s. 545, Şekil 11.2) .

Rotodinamik pompalarda akışkan çarkın gözüne girerek yüksek hıza ulaşır ve difüzörden geçerek kinetik enerji (hız basma yüksekliği) statik basınca (basınç basma yüksekliği) dönüştürülür; ardından akışkan pompa çıkışından ayrılır. Düzgün hızlarla dönen bu pompalarda atalet kuvvetleri yüksek değildir ve çok yüksek devirlerde çalışabilirler (ETKB, 2023, s. 547). Pozitif deplasmanlı pompalar ise tasarımında yer alan girişte

genişleyen, çıkışta ise daralan bir oyuk sayesinde giriş kısmında akışkan pompanın içine akar, çıkışta daraldıkça akışkan çıkış tarafından dışarı basılır (ETKB, 2023, s. 550).

1.2. Pompa Basma Yüksekliği

Basma yüksekliği (manometrik basma yüksekliği), belirli bir işletim hızında ve kapasitede akışkana aktarılan toplam enerjinin ölçüsüdür ve genellikle metre akışkan sütunu (mSS, metre su sütunu gibi) birimiyle ifade edilir. Basınç ölçer kullanılması durumunda basma yüksekliği Eşitlik 1 veya Eşitlik 2 ile hesaplanabilir (Karabacak, 2020, slayt 17).

$$H (m) = P (kPa) / 9,8 \quad (1)$$

$$H (m) = 10,2 \times P (bar) \quad (2)$$

Pompa mili eksenini ile akışkanın basıldığı kaptaki serbest akışkan yüzeyi arasındaki yükseklik farkına statik basma yüksekliği denir. Akışkan atmosfer basıncından farklı basınçta kapalı bir sisteme pompalanıyorsa bu basınç da hesaplamalara alınmalıdır. Statik basma yüksekliği debiden bağımsızdır; bu nedenle sistem eğrisi diyagramında, eğrinin düşey eksenini kestiği noktada yatay bir çizgi olarak gösterilir. Sürtünme basma yüksekliği ise pompa sisteminin boru tesisatı ve boru bileşenlerindeki sürtünme kayıplarını yenmek için gereken basma yüksekliğidir. Debi, boru tesisatı, boru bağlantıları ve vanaların özellikleri ile akışkan özelliklerine bağlı olarak değişir; giriş borusu ucundaki giriş kayıplarını ve çıkış noktasındaki çıkış kayıplarını da içermelidir (ETKB, 2023, s. 552)

1.3. Sistem Eğrileri

Sistem eğrisi, istenen kapasiteyi sağlamak için gereken basma yüksekliğini gösterir. Bir sistem eğrisi iki temel ögeden oluşur: statik basma yüksekliği ve sürtünme basma yüksekliği (Bureau of Energy Efficiency [BEE], 2015). Giriş veya çıkış tanklarının yükseklikleri (ya da basınçları) değiştiğinde statik basma yüksekliği, dolayısıyla sistem eğrisi de değişir. Sürtünme basma yüksekliğindeki değişimler ise (örneğin bir vananın kısılması) sistem eğrisini daha dik hale getirir (ETKB, 2023, s. 557).

1.4. Ömür Boyu Maliyet

Ömür boyu maliyet (ÖBM), bir pompa sisteminin montajı, satın alması, işletmesi, bakım ve demontajı gibi tüm aşamalarını kapsayarak sistemin kullanılan ömrü boyunca oluşan toplam maliyeti tanımlar. Bu yaklaşım, pompa seçiminde yalnızca ilk yatırım bedelinin değil, enerji ve bakım gibi işletme giderlerinin de karar sürecine dahil edilmesini sağlar. Ömür boyu maliyet Eşitlik 3 ile ifade edilir.

$$\text{ÖBM} = C_{iy} + C_{mo} + C_e + C_{i\text{ş}} + C_{bak} + C_{diğ} + C_{\text{çev}} + C_{dem} \quad (3)$$

Eşitlikte ÖBM ömür boyu maliyeti; C_{iy} ilk yatırım maliyetini (pompa sistemi, boruları, yardımcı ekipmanı); C_{mo} montaj ve işletmeye alma maliyetini, C_e enerji maliyetini; $C_{i\text{ş}}$ çalıştırma maliyetini (operatör maliyeti vb.); C_{bak} bakım maliyetini; $C_{diğ}$ işletme ek maliyetleri (duraklama zamanları, üretim kaybı); $C_{\text{çev}}$ çevre maliyeti (çevre vergisi veya arıtma maliyetleri); C_{dem} ise sökme ve imha maliyeti göstermektedir (Hydraulic Institute ve Europump, 2001, ss. 2-4).

2. YÖNTEM

Bu çalışma, pompalarda enerji verimliliğine ilişkin temel kavramların ve pompa sistemi kontrol yöntemlerinin literatür taraması yoluyla kuramsal olarak incelendiği derleme niteliğinde bir çalışmadır. İnceleme; pompa performansı ve çalışma noktası, pompa sistemi kontrol yöntemleri ve ayarlanabilir hız sürücüsü uygulamaları başlıkları altında yürütülmüş, kontrol yöntemleri Tablo 1’de karşılaştırmalı olarak özetlenmiştir.

Çalışmanın devamı niteliğindeki tez kapsamında, kurulu ve faaliyette olan tarımsal sulama amaçlı pompa sistemlerinin etüdünün yapılması ve enerjinin verimli kullanılması için yapılabilecek iyileştirmeler üzerinde çalışılması planlanmaktadır Pompa etüdünde debi, basma yüksekliği ve elektriksel güç ölçümü yapılması gerekmektedir (Garba vd., 2012, ss. 87–88). Bu bildiride saha ölçümlerine dayalı bir bulgu sunulmamış; ele alınan kuramsal çerçevenin söz konusu etüt çalışmasına dayanak oluşturması amaçlanmıştır.

3. BULGULAR

Derleme sonucunda elde edilen bulgular; pompa performansı ve çalışma noktası ile pompa sistemi kontrol yöntemleri açısından aşağıda sunulmuştur.

3.1. Pompa Performansı ve Çalışma Noktası

Santrifüj pompalarda performans, debi (Q) ve basma yüksekliğinin (H) değişimini veren performans eğrisi ile belirlenir (ETKB, 2023, s. 564). Pompa sürücüsünün hızı değiştirildiğinde pompa performans eğrileri de değişir; hızı değiştirerek daha az debi ile birçok sistemde önemli ölçekte güç azaltılarak verimlilik sağlamak mümkündür. Çark çapında yapılan değişikliklere karşılık gelen performans eğrileri de çark boyutlandırma ile elde edilir (DOE, 2006, ss. 49-50 ve 52).

Pompa, kendi eğrisi üzerinde, pompaya bağlı sistemden belirli bir debinin geçmesi için gereken basıncın ve pompanın sağladığı basınç değerinin dengelendiği noktada çalışır. Bu çalışma noktası, sistem eğrisi ve pompa eğrisinin grafik üzerinde kesişim noktasıdır. Pompa basma vanasının kısılması sonucunda sistem eğrisi değiştirilebilir; kısılan vana sistemdeki direnci artırarak sistem eğrisini daha dikleştirecektir (Hydraulic Institute ve Europump, 2001, s. 10).

Pompaların birbirine paralel bağlanması durumunda hem esneklik hem de yedeklilik sağlanmış olur. Büküklüğüne ve sayısına bağlı olarak pompalarda debi kademeli biçimde değiştirilebilir. Seri bağlanan pompalarda ise yüksek basma yüksekliği değerlerine kolaylıkla ulaşılabılırız. Bileşke pompa eğrisini çeşitli debilerde pompaların oluşturduğu basınçların toplanmasıyla elde ederiz (DOE, 2006, ss. 43–45).

3.2. Pompa Sistemi Kontrol Yöntemleri

Pompaların kullanıldığı çoğu yerde tam kapasite ile sürekli çalışan pompalara ihtiyaç duyulmamaktadır. Tam yükte çalışması gereken zamanlarda ise debi veya basınç santrifüj pompalarda açma/kapama yaparak, pompa basma vanasını kısarak, devridaim (bypass) akışı veya değişken hız sürücüsü (AHS) kullanılarak sağlanabilir. Seviye kontrolcüler, debimetreler, sıcaklık sensörleri ve basınç ölçerler gibi cihazlarla pompa proses parametreleri ölçtürülmektedir. Kontrol yöntemlerinin temel özellikleri Tablo 1’de özetlenmiştir.

Tablo 1. Pompa debi kontrol yöntemlerinin karşılaştırılması

Yöntem	Çalışma prensibi	Dikkat edilmesi gereken hususlar
Açma/kapama kontrolü	Debiye ihtiyaç duyulduğunda pompa çalıştırılır, gerek kalmadığında durdurulur.	Küçük pompalar için en basit ve yaygın yöntemdir; sık açma/kapama gerektiren büyük sistemlerde pek pratik değildir.
Kontrol (kısmi) vanası	Pompa çıkışındaki vana kısılarak boru sistemindeki direnç artırılır; çalışma noktası pompa eğrisinde yukarı kayar.	Sistem eğrisi değiştirilerek debi azaltılır; tek bir vana veya sistem genelinde çok sayıda vana kullanılabilir.
Bypass (devridaim) sistemi	Basılan debinin bir kısmı pompanın giriş tarafına geri gönderilir.	Kısılan vana debiyi kapanışa kadar azalttığında veya düşük debi şartlarında büyük pompaları çalışır tutmak ve minimum debiyi korumak için kullanılır.
Ayarlanabilir hız sürücüsü (AHS)	Pompa devri değiştirilerek debi ayarlanır; sistem eğrisi yerine pompa eğrisi değiştirilir.	Statik basma yüksekliğinin fazla olduğu sistemlerde verim düşebilir; harmonik akımlar, yatak akımları, titreşim ve gürültü gibi sorunlar görülebilir.

(ETKB, 2023, ss. 571–575)

3.3. Ayarlanabilir (Değişken) Hız Sürücüsü (AHS) Uygulamalarında Statik Basma Yüksekliğinin Etkisi

Değişken hız sürücüler pompa devrini ayarlayarak pompa debisini değiştirmektedir. Debiyi ayarlamak amacıyla kullanılan vanalardaki gibi sistem eğrisini değiştirmek yerine doğrudan pompa eğrisini değiştiren sistemlerdir. AHS uygulamasında karşılaşılan en önemli sorunlardan biri, sistem eğrisinin statik basma yüksekliğine sahip olup olmamasıdır (ETKB, 2023, s. 574).

Statik basma yüksekliği olmayan pompa sistem eğrisinde çalışma noktası, hızın %100’ü ile %70’i arasında sabit %80 verim çizgisi üzerinde alınır, dolayısıyla hız azaldığında pompa verimi sabit kalacaktır. Statik basma

yüksekliği bulunan sistem eğrisinde ise sistem eğrisi verim eğrileri boyunca hareket eder ve pompa hızı %100'den %70'e düşerken pompa verimi %60'a düşmüş olur. Pompa çalışma noktası, az miktarda hız değişikliklerinde dahi pompanın işletilmemesi gereken noktalara gidebilir. Bu durumda motorun kullandığı güç azalsa bile basılan birim hacim başına kullanılan enerji gerçekte artabilir. Bu nedenle, belirli büyüklükte statik basma yüksekliği olan sistemlerde AHS kullanılmadan önce etüdün çok dikkatli yapılması gerekir (ETKB, 2023, s. 575; DOE, 2006, s. 52).

3.4. Ayarlanabilir Hız Sürücülerinin Sağladığı Faydalar ve Karşılaşılan Sorunlar

Pompa hız değişimleri ayarlanabilir hız sürücülerini kullanılarak kontrol edilebilmektedir. Böylece debi ve basınç kontrolü hale getirilir, titreşimine sebep olan etkiler azaltılır ve daha yumuşak kalkışlar sağlanır (Ahmeda ve Alsagheer, 2026, s. 397). Bu faydalar yanı sıra pompa sistemlerinde önemli oranda enerji tasarrufu sağlanmaktadır. Buna karşın harmonik akımlar, motor terminal dalgası ve ayarlanabilir hız sürücülü darbe genişlik modülasyonu (ASD PWM) dalgası, devreler arasında parazit, yatak akımları, artan mekanik titreşim ve gürültü ile statik basma yüksekliğindeki değişimler AHS uygulamalarında karşılaşılabilecek başlıca sorunlardır (Ahmeda ve Alsagheer, 2026, s. 396; DOE, 2006, ss. 53–54; Moshnoriz vd., 2024, s. 101).

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmada pompalarda enerji verimliliğine ilişkin temel kavramlar ve pompa sistemi kontrol yöntemleri derlenmiştir. Pek çok uygulama alanı olan pompa sistemleri endüstriyel elektrik tüketiminde önemli bir paya sahiptir; sistem veriminin uygulamada %50'nin altına düşebilmesi, pompaların sistem gereksinimlerine uygun seçilmediği ve işletilmediği durumlarda önemli bir tasarruf potansiyelinin bulunduğunu göstermektedir.

Pompanın çalışma noktası pompa eğrisi ile sistem eğrisinin kesişimi olduğundan, pompa verimliliği pompanın tek başına değil, hizmet verdiği sistemle birlikte değerlendirilmesini gerektirir. Debi kontrolünde vana kısma ve bypass yöntemleri sistem eğrisini veya akış düzenini değiştirirken, ayarlanabilir hız sürücüsü pompa eğrisini değiştirir. Ancak sürücünün sağlayacağı kazanç sistemin statik basma yüksekliğine bağlıdır: statik basma yüksekliği bulunmayan sistemde verim sabit kalırken, statik basma yüksekliği bulunan sistemde hız azaldıkça verim belirgin biçimde düşebilmektedir. Bu nedenle AHS uygulamasına karar verilmeden önce sistem eğrisinin ve çalışma noktasının dikkatle incelenmesi önerilir. Ayrıca pompa seçiminde yalnızca ilk yatırım bedeli değil, enerji ve bakım giderlerini de içeren ömür boyu maliyet esas alınmalıdır.

KAYNAKLAR

- Ahmeda, A. A. A., & Alsagheer, M. A. M. (2026). Improving the efficiency of pumping systems in water treatment plants using mechanical engineering techniques for environmental sustainability. *Al-imad Journal of Humanities and Applied Sciences*, 2(2), 394–401.
- Bureau of Energy Efficiency. (2015). Energy performance assessment of water pumps. In *Energy performance assessment for equipment and utility systems* (Book 4, Chapter 7).
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2023). Pompa ve fan sistemleri. İçinde *Enerji verimliliği eğitim kitabı* (ss. 543–578).
- Garba, B. I., Jibril, Y., & Laminu, S. K. (2012). An electrical energy audit of water pumping machines. *International Journal of Energy Engineering*, 2(3), 86–90. <https://doi.org/10.5923/j.ijee.20120203.05>
- Hydraulic Institute & Europump. (2001). *Pump life cycle costs: A guide to LCC analysis for pumping systems: Executive summary* (Report No. DOE/GO-102001-1190). U.S. Department of Energy, Office of Industrial Technologies.
- Karabacak, E. (2020, Nisan). *Pompa teknolojisinin temel prensipleri ve pompalarda enerji verimliliği* [Slayt sunusu]. Tanıtım, Eğitim ve Etüt Dairesi Başkanlığı.
- Moshnoriz, M., Tkachuk, A., Moshnoriz, M., & Gribovskij, O. (2024). Efficiency of electric drive of a centrifugal pump unit. *Machinery & Energetics*, 15(4), 94–105. <https://doi.org/10.31548/machinery/4.2024.94>
- U.S. Department of Energy. (2006). *Improving pumping system performance: A sourcebook for industry* (2nd ed.; Report No. DOE/GO-102006-2079). National Renewable Energy Laboratory.

BİR SÜT TOZU TESİSİNDE YÜKSEK VERİMLİ MOTOR DÖNÜŞÜMÜNÜN ENERJİ, EKONOMİ VE ÇEVRE ODAKLI ANALİZİ

Yüksek Lisans Öğrencisi, Zekiye KAYA¹ / Prof. Dr. Selmin ENER RÜŞEN²

¹Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Mühendislik Bilimleri, zekzekkaya@gmail.com,
0009-0002-0170-9102

²Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği, selmin.enerrusen@gmail.com,
0000-0003-3389-5739

Özet

Bu çalışmada, süt tozu ve peynir suyu bazlı toz ürünler üreten bir sanayi tesisinde kullanılan elektrik motorlarının IE4 verimlilik sınıfındaki motorlarla değiştirilmesi durumunda ortaya çıkabilecek enerji tasarrufu, ekonomik kazanım ve dolaylı karbon emisyonu azaltım potansiyeli incelenmiştir. İşletmenin güncel motor envanterindeki toplam 96 fiziksel motorun nominal güçleri, adetleri ve yıllık çalışma süreleri kullanılarak %50, %75 ve %100 sabit yüklenme koşulları için mevcut ve hedef motorların tahmini elektrik tüketimleri karşılaştırılmıştır. Mevcut ve hedef motor verimleri doğrulanmış üretici katalog değerleri yerine model varsayımları olarak ele alınmıştır. Tesisin yıllık ortalama elektrik tüketimi 21.975.992 kWh kabul edilmiştir. Hesaplamalarda elektrik birim fiyatı 4,336847 TL/kWh (KDV hariç), motor alım yatırım bedeli 2.329.337,29 TL (KDV dahil) ve emisyon faktörü 0,440 kg CO₂/kWh olarak bulunmuştur. %50, %75 ve %100 yüklenme senaryolarında yıllık elektrik tasarrufu sırasıyla 268.837,81; 403.256,72 ve 537.675,63 kWh olarak hesaplanmıştır. Bu değerler tesisin yıllık elektrik tüketiminin yaklaşık %1,22–2,45’ine karşılık gelmektedir. Yıllık brüt elektrik maliyeti tasarrufu 1,17–2,33 milyon TL, varsayımsal emisyon azaltımı ise 118,29–236,58 ton CO₂ aralığındadır. Basit geri ödeme süresi yaklaşık 1,00–2,00 yıl; 15 yıllık analiz döneminde %10 iskonto oranıyla hesaplanan net bugünkü değer 6,36–15,23 milyon TL aralığındadır. %75 yüklenme durumunda motor bazlı verim artışı farkının $\pm$ %25 değiştirilmesiyle yıllık tasarruf 304.198,59–501.177,77 kWh arasında değişmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, IE4 motor dönüşümünün incelenen tesis için kayda değer bir ön fizibilite potansiyeli taşıdığı öngörülmektedir.

Anahtar kelimeler: Enerji Verimliliği; Elektrik Motorları; Süt Tozu Üretimi; Ekonomik Analiz; Karbon Emisyonu.

ENERGY, ECONOMIC, AND ENVIRONMENTAL ANALYSIS OF HIGH-EFFICIENCY

Abstract

This study evaluates the potential for energy savings, economic profitability, and indirect carbon emission reduction that could be achieved by replacing existing electric motors with IE4-efficiency-class motors in an industrial facility that produces powdered products based on milk powder and whey. The analysis covers 96 electric motors currently in use at the facility. Based on their nominal power ratings, quantities, and annual operating profiles, the estimated electricity consumption of the existing motors was compared with that of the proposed (target) motors under 50%, 75%, and 100% load conditions. For both existing and target motors, efficiency values were determined based on model specifications rather than verified manufacturer catalog data. The facility's average annual electricity consumption is assumed to be 21,975,992 kWh. The calculations are based on an electricity unit price of 4.336847 TL/kWh (excluding VAT), a total investment cost for the new motors of 2,329,337.29 TL (including VAT), and an emission factor of 0.440 kg CO₂/kWh. Under the 50%, 75%, and 100% load scenarios, the annual electricity savings are calculated to be 268,837.81 kWh, 403,256.72 kWh, and 537,675.63 kWh, respectively. These figures correspond to approximately 1.22%–2.45% of the facility's annual electricity consumption. The annual gross savings in electricity costs range from 1.17 to 2.33 million TL, while the reduction in CO₂ emissions ranges from 118.29 to 236.58 tonnes. The simple payback period is approximately 1.00–2.00 years. Over a 15-year analysis period, the net value calculated using a 10% discount rate falls within the range of 6.36–15.23 million TL. Assuming a 75% load factor, the annual energy savings accounting for a $\pm 25\%$ variation in the efficiency gain differential provided by the motors range from 304,198.59 to 501,177.77 kWh. Based on the projected savings, the transition to IE4 motors presents significant potential for the facility under study, as indicated by this preliminary feasibility assessment.

Keywords: Energy Efficiency; Electric Motors; Milk Powder Production; Economic Analysis; Carbon Emissions.

1. GİRİŞ

Enerji verimliliği, sanayi işletmelerinde üretim maliyetlerinin azaltılması, kaynakların etkin kullanılması ve çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması için son derece önemli bir yere sahiptir. Artan enerji talebi, enerji maliyetleri ve sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik hedefler, sanayi sektöründe enerji verimliliği uygulamalarının önemini giderek artırmaktadır. Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) tarafından yayımlanan Energy Efficiency 2025 raporunda, elektrik motorlarının sanayi elektrik tüketiminde önemli bir paya sahip olduğu ve motor sistemlerinin verimliliğinin artırılmasının öncelikli iyileştirme alanlarından biri olduğu vurgulanmaktadır (International Energy Agency, 2025). Bu durum, elektrik motorlarının verimlilik düzeylerinin iyileştirilmesini sanayide enerji tasarrufu potansiyelinin değerlendirilmesi açısından önemli bir uygulama alanı hâline getirmektedir.

Gıda sanayisinde, süt tozu üretiminde hammaddenin kuru madde oranının artırılması ve ürünün istenilen nem seviyesine kadar kurutulması, yüksek enerji gereksinimi oluşturan temel prosesler arasındadır. Patil ve arkadaşları (2021), süt tozu üretiminde püskürtmeli kurutma işleminin enerji yoğunluğuna dikkat çekmiş ve ters ozmoz, vakum evaporasyonu ve kurutma teknolojilerinin birlikte değerlendirilmesinin enerji verimliliği açısından önemini vurgulamıştır. Süt tozu ve peynir suyu bazlı toz ürünlerin üretildiği tesislerde elektrik enerjisi; kurutma kulelerinin fanlarında, soğutma kompresörlerinde, pompalar ve membran filtrasyon sistemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu ekipmanların önemli bir bölümü elektrik motorları aracılığıyla çalıştırılmaktadır.

Elektrik motorlarının uzun çalışma sürelerine sahip olması, verimlilik düzeylerinde sağlanabilecek sınırlı iyileştirmelerin dahi yıllık enerji tüketimi üzerinde etkili olabilmesini sağlamaktadır. Bununla birlikte motorların enerji performansı yalnızca nominal verim sınıfına bağlı olmayıp yüklenme oranı, çalışma süresi, sürücü kullanımı ve işletme koşulları gibi değişkenlerden de etkilenmektedir. IEA tarafından yayımlanan çalışmalarda, motor sistemlerinin enerji verimliliğinin artırılmasında yalnızca motor değişiminin değil, motorla birlikte çalışan sistemin bütüncül olarak değerlendirilmesinin de önemli olduğu ifade edilmektedir (International Energy Agency, 2011).

Elektrik motorlarının enerji verimliliklerinin sınıflandırılmasında uluslararası standartlar kullanılmaktadır. IEC 60034-30-1 standardı kapsamında motorlar, enerji verimliliklerine göre IE1, IE2, IE3 ve IE4 gibi sınıflarda değerlendirilmektedir. IE4 sınıfı, süper premium verimlilik düzeyini ifade etmekte ve daha düşük verimlilik sınıflarındaki motorlara kıyasla elektriksel kayıpların azaltılmasını hedeflemektedir. Avrupa Birliği'nin 2019/1781 sayılı düzenlemesinde de elektrik motorlarına ilişkin asgari enerji verimliliği gereklilikleri

tanımlanmış ve belirli güç aralıklarındaki motorlar için IE4 verimlilik düzeyi zorunlu hâle getirilmiştir (European Commission, 2019). Bununla birlikte, yüksek verimli motorlara geçişin sağlayacağı enerji tasarrufunun belirlenebilmesi için motorların nominal güçlerinin yanı sıra gerçek çalışma koşullarının da dikkate alınması gerekmektedir.

Literatürde süt tozu üretiminde enerji verimliliğine yönelik çalışmaların önemli bir bölümü evaporasyon, kurutma ve alternatif proses teknolojileri üzerine yoğunlaşmaktadır. Örneğin, süt tozu üretiminde yeni teknolojilerin enerji tasarrufu potansiyelini inceleyen bir derleme çalışmasında, alternatif proses kombinasyonlarıyla enerji tüketiminin önemli ölçüde azaltılabileceği belirtilmiştir (Moejes & van Boxtel, 2017). Bununla birlikte mevcut bir üretim tesisinde farklı görevlerde kullanılan elektrik motorlarının daha yüksek verimlilik sınıfındaki motorlarla değiştirilmesinin enerji, ekonomik ve çevresel etkilerinin birlikte değerlendirilmesi, tesis bazlı enerji yönetimi ve yatırım önceliklendirmesi açısından ayrı bir araştırma alanı oluşturmaktadır. Elektrik motorlarının verim sınıfları için IEC 60034-30-1:2025 standardı, nominal verim sınırlarını güç, frekans ve kutup sayısına göre tanımlamaktadır (International Electrotechnical Commission, 2025). Bununla birlikte pompa uygulamalarını ele alan Goman ve arkadaşları (2020), IE2, IE3 ve IE4 motor seçeneklerinin enerji tüketimi ve CO₂ etkilerinin uygulama koşullarıyla birlikte karşılaştırılabileceğini göstermiştir. Kazakbaev ve arkadaşları (2020) ise pompa ünitelerinde motor seçiminin yaşam döngüsü enerji maliyetleri üzerindeki etkisini incelemiştir. Bu çalışmalar, motor verim sınıfının tek başına yeterli olmadığını; sistemin yük ve işletme özelliklerinin de değerlendirilmesi gerektiğini desteklemektedir.

Bu çalışmanın amacı, süt tozu ve peynir suyu bazlı toz ürünler üreten bir sanayi tesisinde bulunan elektrik motorlarının IE4 verimlilik sınıfındaki motorlarla değiştirilmesi durumunda elde edilebilecek potansiyel enerji tasarrufunu, ekonomik kazanımları ve çevresel etkileri değerlendirmektir. Bu kapsamda, tesise ait 82 satırlık motor envanteri esas alınarak motorların nominal güçleri, yıllık çalışma süreleri ve verimlilik sınıfları değerlendirmeye alınmıştır. Farklı işletme koşullarının etkisini incelemek amacıyla %50, %75 ve %100 yüklenme senaryoları oluşturulması, yıllık elektrik enerjisi tasarrufu ile buna bağlı maliyet ve karbon emisyonu azaltım potansiyelinin hesaplanması hedeflenmiştir. Ayrıca yatırımın ekonomik uygulanabilirliğinin geri ödeme süresi, net bugünkü değer ve iç kârlılık oranı gibi göstergeler üzerinden değerlendirilmesi ve motor verimlerine ilişkin varsayımların sonuçlar üzerindeki etkisinin duyarlılık analiziyle incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışma, mevcut motor envanterine dayalı bir mühendislik senaryo analizi niteliğinde olup elde edilen sonuçlar gerçekleşmiş tasarrufları değil, öngörülen iyileştirme potansiyelini temsil etmektedir.

2. MATERYAL ve YÖNTEM

2.1. Araştırma Alanı ve Tesis Özellikleri

Çalışma, süt tozu ve peynir suyu bazlı toz ürünler üreten bir süt ürünleri işleme tesisinin elektrik motoru envanterine dayanmaktadır. Tesiste pastörizasyon, membran filtrasyon, evaporasyon, kurutma, soğutma ve yardımcı işletme sistemleri bulunmaktadır. Yıllık toplam elektrik tüketimi 21.975.992 kWh olarak esas alınmıştır. Çalışma fiziksel bir motor dönüşümü veya ölçülmüş tasarruf doğrulaması değil, mühendislik senaryo analizidir.

2.2. Motor Envanteri

İşletme bünyesinde oluşturulan elektrik motoru envanteri kullanılmıştır. Envanterde 82 kayıt satırı bulunmaktadır; bazı satırlar birden fazla fiziksel motoru temsil etmektedir. Nominal güç (kW), motor adedi, yıllık çalışma saati, belirtilen verim sınıfı, proses ve sürücü durumu dikkate alınmıştır. Güncellenmiş motor envanterinde 82 kayıt ve toplam 96 fiziksel motor bulunmaktadır. Motor adedi ve yıllık çalışma saati alanları tamamlanmış olup tüm kayıtlar senaryo hesabına dahil edilmiştir. Enerji performansının sistematik olarak izlenmesi ve iyileştirilmesi, ISO 50001:2018 enerji yönetim sistemi yaklaşımıyla da uyumludur (International Organization for Standardization, 2018). Ancak bu araştırma ISO 50001 uygunluk değerlendirmesi değil, motor envanteri üzerinden yürütülen bir senaryo analizidir.

2.3. Motor Verimlilik Sınıfları ve Varsayımlar

Envanterde IE2, IE3, EFF-2, IEC ve IEC34-1 gibi tanımlar bulunmaktadır. IE2 ve IE3 olarak açıkça belirtilen kayıtlar korunmuştur. Sınıfı belirsiz IEC/IEC34-1 kayıtlarında mevcut verim, senaryo hesabı için varsayımsal olarak atanmıştır. Bu varsayım teknik etiket doğrulaması yerine geçmez; EFF-2 doğrudan IE2 ile eşdeğer sayılmamıştır. Mevcut ve IE4 hedefli motor verimleri, güç ve teknik özelliklere ilişkin envanter bilgileri temelinde senaryo girdileri olarak modellenmiştir. Hedef verimler, üretici katalogları veya IEC 60034-30-1 verim eşikleriyle motor bazında doğrulanmadığından, hesaplama sonuçları IE4 sınıfına uygunluğu kanıtlanmış motorların kesin tasarrufu olarak yorumlanmamalıdır.

2.4. Yüklenme Senaryoları

Üç sabit yüklenme senaryosu oluşturulmuştur: %50, %75 ve %100. Bu oranlar ölçülmüş yıllık yük profilleri değildir. Motorların yıllık çalışma saatleri boyunca ilgili senaryo yükünde çalıştığı varsayılmıştır. Kısmi yükte verim eğrileri ve sürücü kayıpları ayrıca modellenmemiştir.

2.5. Elektrik Enerjisi Tasarruf Hesabı

Mevcut motorun yıllık elektrik tüketimi:
$$E_{mevcut,i} = \frac{P_{N,i} \times L_i \times h_i \times n_i}{\eta_{mevcut,i}} \quad (1)$$

$$IE4 \text{ motorun yıllık elektrik tüketimi: } E_{IE4,i} = \frac{P_{N,i} \times L_i \times h_i \times n_i}{\eta_{IE4,i}} \quad (2)$$

$$\text{Motor bazında yıllık tasarruf: } \Delta E_i = E_{mevcut,i} - E_{IE4,i} \quad (3)$$

$$\text{Toplam yıllık tasarruf: } \{\Delta E_{toplam} = \sum \Delta E_i \quad (i = 1, \dots, N) \quad (4)$$

P_N: nominal mekanik güç (kW); L: yüklenme oranı; h: yıllık çalışma süresi (saat/yıl); n: motor adedi; η: motor verimi (0–1); ΔE: enerji tasarrufu (kWh/yıl); N: hesaplanan envanter kayıt sayısı.

2.6. Ekonomik Değerlendirme

Eylül 2026 elektrik faturası esas alınarak değişken elektrik maliyeti 4,336847 TL/kWh (KDV hariç) ve motor alım yatırım tutarı 2.329.337,29 TL (KDV dahil) kabul edilmiştir. Ekonomik değerlendirme için 15 yıllık dönem, %10 iskonto oranı ve yatırım tutarının %1'i düzeyinde yıllık ek bakım gideri varsayılmıştır. Motor alım tutarı montaj, devreye alma ve duruş maliyetlerini içermez. KDV dahil yatırım ile KDV hariç işletme tasarrufunun karşılaştırılması finansal sınırlılıktır; sonuçlar koşullu ön fizibilite göstergeleridir.

$$T_y = \Delta E_{toplam} \times C_e \quad (5)$$

$$GÖS = \frac{I_0}{T_y} \quad (6)$$

$$NBD = -I_0 + \sum \frac{NA_t}{(1+r)^t} \quad (t = 1, \dots, 15) \quad (7)$$

T_y: yıllık elektrik maliyet tasarrufu (TL/yıl); C_e: elektrik fiyatı (TL/kWh); I₀: başlangıç yatırım maliyeti (TL); NA_t: ilgili yıldaki net nakit akışı (TL); r: iskonto oranı. İç kârlılık oranı (İKO), NBD'yi sifıra eşitleyen iskonto oranı olarak tanımlanmıştır. Yıllık net nakit akışında ek bakım gideri düşülmelidir.

Uzun dönem ekonomik karşılaştırmalarda motor satın alma bedelinin yanında enerji giderleri ve işletme maliyetlerinin dikkate alınması gerektiği, motor ve tahrik sistemlerine yönelik teknik rehberlerde de vurgulanmaktadır (U.S. Department of Energy, 2008). Bu çalışmada ise mevcut veri sınırları nedeniyle sabit yıllık nakit akışları üzerinden ön fizibilite yaklaşımı kullanılmıştır.

2.7. Karbon Emisyonu Hesabı

$$CO_{2azaltım} = \frac{\Delta E_{toplam} \times EF}{1000} \quad (8)$$

EF: elektrik şebekesi emisyon faktörü (kg CO₂/kWh). Bu senaryoda 0,440 kg CO₂/kWh varsayılmıştır; resmi ve yıl bazlı doğrulanmış emisyon faktörü olarak sunulmamaktadır. Sonuç ton CO₂/yıl cinsindedir.

Satın alınan elektrikle ilişkili dolaylı emisyonların değerlendirilmesinde GHG Protocol Scope 2 Guidance, konum bazlı ve piyasa bazlı hesaplama yaklaşımlarını ayırmaktadır (World Resources Institute & World Business Council for Sustainable Development, 2015). Buradaki 0,440 kg CO₂/kWh katsayısı doğrulanmış tesis

emisyon envanteri faktörü değil, senaryo varsayımdır; dolayısıyla hesaplanan azaltım kurumsal Scope 2 beyanı olarak değerlendirilmemelidir.

3. BULGULAR

Araştırma kapsamında süt tozu ve peynir suyu bazlı toz ürünler üreten tesise ait elektrik motoru envanteri incelenmiştir. Envanterde toplam 82 kayıt satırı bulunmakta olup bazı kayıtlar birden fazla motoru temsil etmektedir. Motorların nominal güçleri, yıllık çalışma süreleri, adetleri ve mevcut verimlilik sınıfları değerlendirilmiş; 82 kaydın tamamı ve toplam 96 fiziksel motor üzerinden enerji tasarrufu analizleri gerçekleştirilmiştir. İncelenen motorlar; kurutma kuleleri, soğutma sistemleri, hava kompresörleri, membran filtrasyon sistemleri, pastörizasyon hatları ve yardımcı işletmelerde kullanılmaktadır. Bu ekipmanlar farklı nominal güçlere ve yıllık çalışma sürelerine sahip olduğundan, IE4 motor dönüşümünden elde edilebilecek enerji tasarrufu potansiyeli motor bazında farklılık göstermektedir.

Motor envanterinde IE2, IE3 ve EFF-2 olarak tanımlanan motorların yanı sıra verimlilik sınıfı açıkça belirlenemeyen kayıtlar da bulunmaktadır. Bu kayıtlar için çalışmanın yöntem bölümünde açıklanan varsayımlar kullanılmıştır. Dolayısıyla hesaplama sonuçları, mevcut motorların doğrulanmış etiket verimlerine değil, envanter bilgileriyle oluşturulan ön değerlendirme modeline dayanmaktadır.

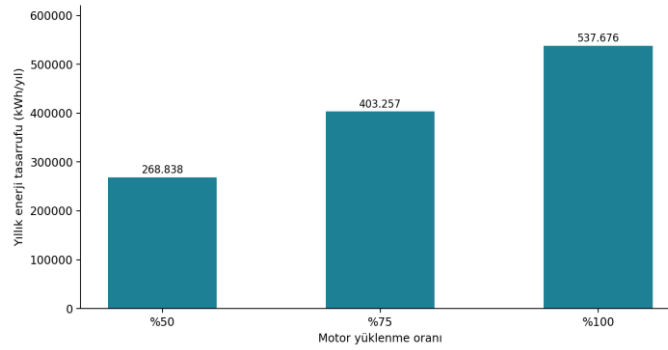
3.1. IE4 Motor Dönüşümünün Enerji Tasarrufu Potansiyeli ve Ekonomik Analiz Bulguları

Motorların farklı yüklenme koşullarındaki enerji tasarrufu potansiyelini değerlendirmek amacıyla %50, %75 ve %100 yüklenme senaryoları oluşturulmuştur. Her senaryoda mevcut motorların yıllık elektrik tüketimi ile IE4 hedefli varsayımsal verim değerleriyle hesaplanan elektrik tüketimi karşılaştırılmıştır.

Tablo 1. Farklı yüklenme senaryolarında yıllık enerji tasarrufu ve ekonomik analizi

Yüklenme oranı	Enerji tasarrufu (kWh/yıl)	Tesis tüketimine oranı (%)	Yıllık mali tasarruf (TL/yıl)	Basit geri ödeme süresi (yıl)
%50	268.837,81	1,22	1.165.908,45	2,00
%75	403.256,72	1,83	1.748.862,70	1,33
%100	537.675,63	2,45	2.331.816,94	1,00

Tablo 1'de görüldüğü üzere, en düşük enerji tasarrufu %50 yüklenme senaryosunda 268.837,81 kWh/yıl, en yüksek enerji tasarrufu ise %100 yüklenme senaryosunda 537.675,63 kWh/yıl olarak hesaplanmıştır. %75 yüklenme senaryosunda yıllık enerji tasarrufu 403.256,72 kWh olarak belirlenmiştir.



Şekil 1. Farklı motor yüklenme senaryolarına göre hesaplanan yıllık elektrik enerjisi tasarrufu

Tesisin yıllık toplam elektrik tüketimi olan 21.975.992 kWh esas alındığında, hesaplanan enerji tasarrufunun toplam elektrik tüketimine oranı %1,22 ile %2,45 arasında değişmektedir. Bu sonuç, motor verimliliğinin artırılmasının tesis genelindeki elektrik tüketiminin azaltılmasına katkı sağlayabilecek bir uygulama olduğunu göstermektedir. Enerji tasarrufunun yüklenme oranıyla doğrusal biçimde artması, hesaplama modelinde motor verimlerinin farklı yüklenme koşullarında sabit kabul edilmesinden kaynaklanmaktadır. Gerçek işletme koşullarında motorların kısmi yük verimleri değişebileceğinden, bu sonuçlar farklı yüklenme koşullarındaki teorik tasarruf potansiyelini temsil etmektedir.

IE4 motor dönüşümünün ekonomik etkilerini belirlemek amacıyla hesaplanan yıllık enerji tasarrufu değerleri elektrik birim fiyatı ile çarpılarak yıllık mali tasarruflar belirlenmiştir. Ekonomik değerlendirmede elektrik birim fiyatı 4,336847 TL/kWh (KDV hariç) ve başlangıç yatırım maliyeti 2.329.337,29 TL olarak kabul edilmiştir.

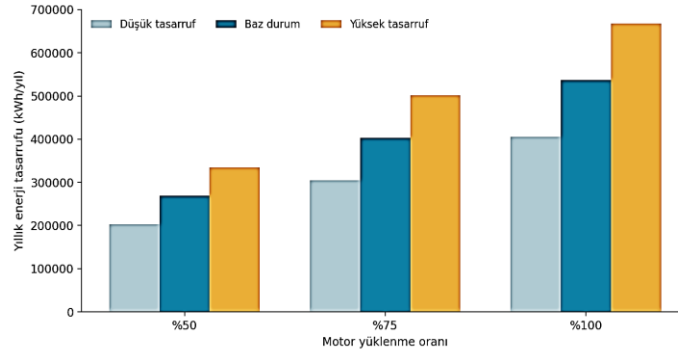
Tablo 1'de sunulan sonuçlara göre yıllık mali tasarruf, yüklenme oranına bağlı olarak 1.165.908,47 TL ile 2.331.816,93 TL arasında değişmektedir. Basit geri ödeme süresi ise %50 yüklenme senaryosunda 2,00 yıl, %75 yüklenme senaryosunda 1,33 yıl ve %100 yüklenme senaryosunda 1,00 yıl olarak hesaplanmıştır.

Yüklenme oranının artmasıyla birlikte enerji tasarrufundan kaynaklanan ekonomik kazanımın yükseldiği ve yatırımın geri ödeme süresinin kısaldığı görülmektedir. Bununla birlikte elde edilen sonuçlar, elektrik birim fiyatının ve başlangıç yatırım maliyetinin sabit kabul edildiği hesaplama koşullarına bağlıdır.

3.2. Karbon Emisyonu Azaltım Potansiyeli

IE4 motor dönüşümünün çevresel etkileri, elektrik enerjisi tasarrufuna bağlı dolaylı karbon emisyonu azaltım potansiyeli üzerinden değerlendirilmiştir. Hesaplamalarda 0,440 kg CO₂/kWh emisyon faktörü varsayılmıştır. Yıllık karbon emisyonu azaltım potansiyeli %50 yüklenme senaryosunda 118,29 ton CO₂, %75 yüklenme senaryosunda 177,43 ton CO₂ ve %100 yüklenme senaryosunda 236,58 ton CO₂ olarak hesaplanmıştır. Elektrik

tüketimindeki azalma ile karbon emisyonu azaltım potansiyeli arasında doğrusal bir ilişki bulunmaktadır. Bu durum, kullanılan sabit emisyon faktörünün doğrudan bir sonucudur. Bulgular, IE4 motor dönüşümünün enerji verimliliği yanında çevresel sürdürülebilirlik açısından da potansiyel faydalar sağlayabileceğini göstermektedir.



Şekil 2. Motor bazında varsayılan verim artışı farkının ± 25 değiştirilmesinin yıllık enerji tasarrufuna etkisi. Bu sonuçlar, mevcut motorların verimlilik sınıflarının ve gerçek verim değerlerinin doğru belirlenmesinin, yatırım öncesi enerji tasarrufu hesaplamalarının güvenilirliği açısından önemli olduğunu ortaya koymaktadır.

3.3. Finansal Değerlendirme

Motor dönüşüm yatırımının uzun vadeli ekonomik uygulanabilirliğini incelemek amacıyla 15 yıllık analiz dönemi için net bugünkü değer (NBD) ve iç kârlılık oranı (İKO) hesaplanmıştır. Analizde %10 iskonto oranı ve başlangıç yatırım tutarının %1'i düzeyinde yıllık ilave bakım gideri kabul edilmiştir.

Tablo 2. Senaryolara göre uzun vadeli finansal analiz sonuçları

Gösterge	%50 yüklenme	%75 yüklenme	%100 yüklenme
Net yıllık nakit akışı (milyon TL)	1,14	1,73	2,31
NBD (milyon TL)	6,36	10,80	15,23
İKO (%)	48,93	74,06	99,10

Tablo 2'te görüldüğü üzere, incelenen tüm yüklenme senaryolarında net bugünkü değer pozitif bulunmuştur. İç kârlılık oranlarının kabul edilen %10 iskonto oranının üzerinde olması, kullanılan varsayımlar altında yatırımın ekonomik açıdan olumlu sonuçlar verebileceğine işaret etmektedir. Bununla birlikte analizde enerji fiyatlarının ve yıllık net nakit akışlarının sabit kaldığı kabul edilmiştir. Finansman giderleri, vergi etkileri, enflasyon, ekipman yenileme maliyetleri ve olası üretim duruşları ayrıca değerlendirilmemiştir. Bu nedenle finansal

sonuçlar, yatırımın kesin getirisi olarak değil, belirlenen koşullar altında hesaplanan ekonomik potansiyel olarak yorumlanmalıdır.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, süt tozu ve peynir suyu bazlı toz ürünler üreten bir tesiste kullanılan elektrik motorlarının IE4 verimlilik sınıfındaki motorlarla değiştirilmesinin enerji, ekonomik ve çevresel etkileri bütünsel bir yaklaşımla değerlendirilmiştir. İşletmeye ait 82 motor envanter kaydı incelenmiş, 82 kayıtlı temsil edilen toplam 96 fiziksel motor üzerinden farklı yüklenme koşulları için enerji tasarrufu senaryoları oluşturulmuştur.

Çalışma kapsamında elde edilen temel sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:

1. Enerji tasarrufu potansiyeli: Motorların %50, %75 ve %100 yüklenme koşullarında çalıştığı senaryolarda yıllık elektrik enerjisi tasarrufu sırasıyla 268.837,81 kWh, 403.256,72 kWh ve 537.675,63 kWh olarak hesaplanmıştır. Bu değerlerin tesisin yıllık toplam elektrik tüketimine oranı %1,22–2,45 arasında değişmektedir.
2. Ekonomik kazanımlar: Elektrik birim fiyatının 4,336847 TL/kWh (KDV hariç) kabul edildiği hesaplamalarda yıllık mali tasarruf 1.165.908,47–2.331.816,93 TL aralığında belirlenmiştir. Başlangıç yatırım maliyetinin 2.329.337,29 TL olduğu varsayımı altında basit geri ödeme süreleri 1,00–2,00 yıl arasında hesaplanmıştır.
3. Çevresel etkiler: Elektrik enerjisi tüketimindeki azalmaya bağlı olarak yıllık karbon emisyonu azaltım potansiyeli 118,29–236,58 ton CO₂ aralığında hesaplanmıştır. Bu sonuç, elektrik motorlarının verimliliğinin artırılmasının tesisin dolaylı sera gazı emisyonlarının azaltılmasına katkı sağlayabileceğini göstermektedir.
4. Finansal uygulanabilirlik: On beş yıllık ekonomik değerlendirmede, %10 iskonto oranı ve belirlenen bakım gideri varsayımları altında tüm yüklenme senaryolarında pozitif net bugünkü değer elde edilmiştir. Bu bulgu, değerlendirilen yatırımın mevcut hesaplama koşulları altında ekonomik açıdan uygulanabilir bir seçenek olabileceğine işaret etmektedir.

Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, işletmede gerçekleştirilebilecek motor dönüşüm çalışmalarında öncelikle yüksek yıllık çalışma süresine ve yüksek elektrik tüketimine sahip motorların değerlendirilmesi önerilmektedir. Bununla birlikte motorların yalnızca nominal güçleri ve verimlilik sınıfları değil, gerçek yüklenme oranları, mevcut teknik durumları, bakım ihtiyaçları ve kalan ekonomik ömürleri de dikkate alınmalıdır.

KAYNAKLAR

- European Commission. (2019). Commission Regulation (EU) 2019/1781 laying down ecodesign requirements for electric motors and variable speed drives. Official Journal of the European Union. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2019/1781/oj>
- Goman, V., Prakht, V., Kazakbaev, V., & Dmitrievskii, V. (2020). Comparative Study of Induction Motors of IE2, IE3 and IE4 Efficiency Classes in Pump Applications Taking into Account CO₂ Emission Intensity. *Applied Sciences*, 10(23), 8536. <https://doi.org/10.3390/app10238536>
- International Electrotechnical Commission. (2025). IEC 60034-30-1:2025: Rotating electrical machines – Part 30-1: Efficiency classes of line operated AC motors (IE code). <https://webstore.iec.ch/en/publication/91195>
- International Energy Agency. (2011). Energy-Efficiency Policy Opportunities for Electric Motor-Driven Systems. <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-policy-opportunities-for-electric-motor-driven-systems>
- International Energy Agency. (2025). Energy Efficiency 2025. <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2025>
- International Organization for Standardization. (2018). ISO 50001:2018: Energy management systems — Requirements with guidance for use. <https://www.iso.org/standard/69426.html>
- Kazakbaev, V., Prakht, V., Dmitrievskii, V., Oshurbekov, S., & Golovanov, D. (2020). Life Cycle Energy Cost Assessment for Pump Units with Various Types of Line-Start Operating Motors Including Cable Losses. *Energies*, 13(14), 3546. <https://doi.org/10.3390/en13143546>
- Moejes, S. N., & van Boxtel, A. J. B. (2017). Energy saving potential of emerging technologies in milk powder production. *Trends in Food Science & Technology*, 60, 31–42. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.10.023>
- Patil, M. H., Tanguy, G., Le Floch-Fouéré, C., Jeantet, R., & Murphy, E. G. (2021). Energy usage in the manufacture of dairy powders: Advances in conventional processing and disruptive technologies. *Drying Technology*, 39(11), 1595–1613. <https://doi.org/10.1080/07373937.2021.1903489>
- U.S. Department of Energy. (2008). Improving Motor and Drive System Performance: A Sourcebook for Industry (DOE/GO-102008-2317; NREL/BK-840-39770). <https://www.nrel.gov/docs/fy08osti/39770.pdf>
- World Resources Institute & World Business Council for Sustainable Development. (2015). GHG Protocol Scope 2 Guidance: An Amendment to the GHG Protocol Corporate Standard. <https://ghgprotocol.org/scope-2-guidance>

GRAFEN NANOYAPILANDIRILMASIYLA AMONYAK ALGILAMA PERFORMANSININ İYİLEŞTİRİLMESİ

Doç. Dr., Cihan KURU (Birinci yazar)¹

¹Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği, cihan.kuru@bilecik.edu.tr, 0000-0002-8565-8068

Özet

Amonyak (NH_3), gübre üretimi, kimyasal madde imalatı ve soğutma sistemleri dâhil olmak üzere çeşitli endüstriyel süreçlerde yaygın olarak kullanılan toksik ve korozif bir gazdır. Yüksek amonyak konsantrasyonlarına maruz kalınması solunum yollarında, gözlerde ve ciltte ciddi tahrişe ve hasara neden olabilmektedir. Bu durum, iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması ile çevresel izlemenin gerçekleştirilmesi amacıyla hassas ve güvenilir amonyak algılama sistemlerine duyulan ihtiyacı ortaya koymaktadır. Grafen; yüksek elektriksel iletkenliği, geniş yüzey alanı ve yüzey yük transferine duyarlılığı nedeniyle gaz algılama uygulamalarında büyük ilgi görmektedir. Bununla birlikte, özellikle grafen yüzeyi ile hedef gaz molekülleri arasındaki etkileşimin güçlendirilmesi açısından, algılama performansının iyileştirilmesi önemli bir araştırma konusu olmaya devam etmektedir. Bu çalışmada, NH_3 algılama performansını artırmak amacıyla geniş alanlı ve birbirine bağlı grafen nanoyapıların üretimine yönelik kolay uygulanabilir bir yöntem sunulmaktadır. Kimyasal buhar biriktirme (CVD) yöntemiyle büyütülen tek katmanlı grafen, dewetting işlemiyle nanoyapılı hale getirilen Ni ince filmler maske olarak kullanılarak desenlenmiştir. Elde edilen nanoyapılı grafen sensör, işlenmemiş grafen sensöre kıyasla 50 ppm NH_3 konsantrasyonunda yaklaşık 10 kat daha yüksek duyarlılık göstermiştir. Bu iyileşmenin, nanoyapılandırma işleminden sonra oluşan kenar kusurlarının yoğunluğundaki artıştan kaynaklandığı düşünülmektedir. Söz konusu kusurlar, amonyak adsorpsiyonu için ilave aktif bölgeler sağlayarak gaz molekülleri ile grafen yüzeyi arasındaki etkileşimi güçlendirmektedir. Önerilen yaklaşım, morfoloji mühendisliğinin grafenin gaz algılama performansını artırma potansiyelini ortaya koymaktadır. Bu strateji, toksik gazların algılanmasına yönelik yüksek performanslı grafen tabanlı sensörlerin geliştirilmesi için uygulanabilir bir temel sunabilir.

Anahtar kelimeler: grafen, amonyak algılama, nanoyapılandırma, gaz sensörü

NANOSTRUCTURED GRAPHENE FOR ENHANCED AMMONIA SENSING

Abstract

Ammonia (NH_3) is a toxic and corrosive gas widely used in industrial processes, including fertilizer production, chemical manufacturing and refrigeration. Exposure to elevated ammonia concentrations can cause severe irritation and damage to the respiratory tract, eyes, and skin, highlighting the need for sensitive and reliable ammonia detection systems for occupational safety and environmental monitoring. Graphene has attracted considerable attention as a gas-sensing material owing to its high electrical conductivity, large surface area, and sensitivity to surface charge transfer. However, improving its sensing performance remains an important challenge, particularly in terms of enhancing the interaction between the graphene surface and target gas molecules. In this study, a facile approach is presented for fabricating large-area, interconnected graphene nanostructures for enhanced ammonia sensing. Monolayer chemical vapor deposition (CVD)-grown graphene was nanostructured using dewetted Ni thin films as an etching mask. The resulting nanostructured graphene sensor exhibited nearly a tenfold increase in sensitivity to 50 ppm NH_3 compared with a pristine graphene sensor. This enhancement is attributed to the increased density of edge defects generated during nanostructuring, which provide additional active sites for NH_3 adsorption and facilitate stronger interactions between the gas molecules and the graphene surface. The proposed approach demonstrates the potential of morphological engineering to improve the gas-sensing performance of graphene. This strategy may provide a useful basis for developing high-performance graphene-based sensors for toxic gas detection.

Keywords: graphene, ammonia sensing, nanostructured, gas sensor

ON YILLIK GÜNEŞ ENERJİSİ SANTRALİNDE VERİMLİLİK ANALİZİ

Enerji Sistemleri Mühendisi, Ömer Faruk BAĞIRGAN¹, Prof. Dr., Selmin ENER RÜŞEN²

¹Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Mühendislik Bilimleri, omerfarukbagirgan57@gmail.com,

0009-0001-2518-9239

²Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği, selmin.enerrusen@gmail.com,

0000-0003-3389-5739

Özet

Günümüzde dünya nüfusunun giderek artmasıyla enerji talebi artmaktadır ve bu artan enerji talebi yoğun olarak fosil enerji kaynaklarından sağlanmaktadır. Fosil enerji kaynaklarının çevresel etkileri, sınırlı kaynaklar olması ve arz güvenliği gibi olumsuz etkileri nedeniyle yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi giderek artmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları arasında ise tüm dünyada yaygın olarak kullanılan güneş enerjisi santralleri (GES) oldukça büyük bir paya sahiptir. Güneş enerji santralleri kullanılarak üretilen enerjinin miktarı kadar iletim, dağıtım ve tüketim yerlerinde verimli kullanılması, enerji verimlilik etütlerinin, analizlerinin ve rutin takibinin yapılması elzemdir. Bu çalışmada üniversite bünyesinde 10 yıl önce kurulmuş ve halen kullanılmakta olan GES enerji üretim verileri ile yer gözlem istasyonundan alınan meteoroloji verileri kullanılarak elde edilmesi gereken teorik enerji üretim değerleri karşılaştırılmıştır. Ayrıca GES sahasında detaylı enerji verimliliği etüt çalışması yapılarak başta sıcaklık (hot spot) olmak üzere invertör verimliliği, panel hücre tipi ve kalitesi, kablo ve elektriksel bağlantı kayıpları, panel yaşlanması (Degradasyon) ve temizlik gibi olası üretimi düşüren nedenler ortaya konulmuştur. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda enerji verimliliğinin artırılabilmesi için gerekli tedbirler ve verimlilik artırıcı öneriler sunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Yenilenebilir Enerji, Güneş Enerjisi, Enerji Verimliliği, Enerji Etüdü.

E EFFICIENCY ANALYSIS OF A SOLAR POWER PLANT ON AN ANNUAL BASIS

Abstract

As the global population continues to grow, the demand for energy is rising, and demand is currently met largely through fossil fuel sources. Due to the negative aspects of fossil fuels such as their environmental impact, finite nature, and concerns regarding supply security the importance of renewable energy sources is steadily increasing. Among these renewable sources, solar power plants (SPPs) hold a significant share and are widely utilized across the globe. Beyond the sheer volume of energy generated by solar power plants, it is essential to ensure its efficient use throughout transmission, distribution, and consumption process that requires regular energy efficiency audits, analyses, and ongoing monitoring. In this study, we compared the actual energy production data from a solar power plant established 10 years ago at a university and still in operation— with the theoretical energy production values calculated using meteorological data from a local observation station. Furthermore, a detailed energy efficiency audit was conducted at the solar power plant site to identify factors that may reduce energy output, including hot spots, inverter efficiency, panel cell type and quality, losses in cabling and electrical connections, panel degradation, and the impact of cleanliness. Based on the findings, we have proposed specific measures and recommendations to enhance energy efficiency.

Keywords: Renewable Energy, Solar Energy, Energy Efficiency, Energy Audit.

1. GİRİŞ

Günümüzde dünya nüfusunun artması ve teknolojinin hayatımızın bir parçası olması sebebiyle enerji üretimi büyük önem arz eder hale gelmiştir. Artan bu enerji talebini karşılamak için yoğun olarak kullanılan fosil kökenli enerji kaynakları karbon, kükürt, azot oksit vb. gazlar oluşturarak çevreye zarar vermekte ve sera etkisi ile küresel ısınmanın artmasına neden olmaktadır. Küresel ısınma sonucu ortaya çıkan olumsuzluklar karşısında yenilenebilir enerji kaynakları önemli bir alternatif oluşturmaktadır. Bu bağlamda dünya çapında ve ülkemizde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı teşvik edecek politikalar oluşturulmaktadır (Özbektaş, 2023; Altan ve Sağbaş, 2020).

Fosil yakıtlarla kıyaslandığında doğa dostu olan yenilenebilir enerji kaynakları; kaynağının neredeyse sınırsız olması, jeopolitik olaylar sonucu fiyat artış riski olmaması, işletme-bakım maliyetleri ucuz olan, devreye alınması kolay olan, tek bir kaynağa bağımlılığı engelleyen, tüketim yerinde üretilebilen, enerji fiyatlarının düşürülmesine katkıda bulunan, enerji kaynaklarını elinde bulunduran ülkelere bağımlılığın azaltılması konularında ülkelere önemli katkılar sağlamaktadır (Günay ve Yıldırım, 2024).

2. GÜNEŞ ENERJİSİ

Güneşin çekirdeğinde bulunan hidrojen atomlarının helyuma dönüşmesi ile ortaya çıkan enerji güçlü bir ışıyım enerjisi olarak uzaya yayılmakta ve dünyamıza ulaşmaktadır. Güneşten yayılan $3,9 \times 10^{17}$ TW'lık bu devasa enerji potansiyeli ile güneş neredeyse sınırsız bir enerji kaynağı olarak nitelendirilebilir. Güneş enerjisi doğrudan ısınma aracı olarak kullanılabilir veya fotovoltaik (FV) sistemler, yoğunlaştırılmış güneş enerjisi ve buharlaşma teknolojileri ile elektrik üretimi alanında kullanılabilir (Özbektaş, 2023).

Güneş enerjisinden elektrik elde edilmesinde FV sistemler yaygın olarak her alanda kullanılmaktadır ve bu sistemlerin güneşten elektrik üretim etkinliği birçok teknik ve çevresel unsura bağlıdır. Bu unsurlar FV modül tipi (monokristal halfcut vb.), sıcaklık, sistem dönüşüm kayıpları, kurulan yer ve sistem parametreleri gibi sıralanabilir (Emniyet, 2026). Bu unsurların FV sistem üzerine etkilerinin ayrı ayrı incelenmesi ve güneş enerjisi santral sahalarında detaylı enerji etütleri yapılarak düzenli takip edilmesi tüm sistemin verimli çalışması açısından son derece önemlidir. Aşağıda detaylı olarak söz konusu unsurlar ve sistem performansına etkileri açıklanmıştır.

2.1. Sıcaklık

Bilindiği gibi FV sistemlerde verimliliği etkileyen en önemli faktör sıcaklık faktörüdür. Sıcaklık faktörü FV sistemler üretilirken 25°C test koşullarında performans değerleri ölçülerek etiketlenmekte ve bu sıcaklığın altı

ve üstü değerlerde performansı değişmektedir. FV modüllerin sıcaklık değerlerinin sıcak geçen yaz aylarında yükselmesi ile test koşullarında tespiti yapılan sıcaklık değerinden uzaklaşarak etiketlenen üretim değerinden yaklaşık %35'e kadar farklılık gösterebilmektedir. Bu performans değişiminde FV hücrelerin sıcaklıkla elektriksel özelliklerin değişimi etkili olmaktadır (Altıntaş, 2025; Kölemenoglu, 2024).

2.2. Işınım

FV modüllerin güneş enerjisinden elektrik enerjisi dönüşüm verimliliği yüzeylerine gelen direkt ışıınım miktarıyla doğrudan orantılıdır. Dış atmosfer şartlarının farklı olması (bulutlu veya sisli havalar) gibi sebepler modüllerin üzerine düşen ışıınım şiddetini ve miktarını azaltacağından dönüştürülen enerji miktarı doğal olarak azalacaktır. Mevsimsel farklar, modüllerin dünya üzerindeki koordinatları ve günlük güneşlenme süresi nedeniyle gün içerisinde üretim miktarı değişiklik göstermektedir (Altıntaş, 2025).

2.3. Kirlilik

FV modüllerin üzerine yapışan toz ve kirliliğe neden olan (kuş dışkıları, çevre fabrika kirlilikleri vb.) faktörler modül yüzeyine kadar ulaşan güneş ışıınının gölge etkisi ile modül hücrelerine ulaşmasını engelleyerek elektrik üretiminde düşüşe neden olmaktadır (Altıntaş, 2025). FV modül yüzeyine yapışan tozlardan kaynaklanan kayıplar aşırı tozlu ve yağışın az olduğu bölgelerde yaklaşık %15 seviyesine kadar bir enerji kaybına neden olabilmektedir. Bu kayıpların azaltılması için güneş enerjisi santrallerinin işletme aşamasında düzenli temizlik periyotları belirlemesi gerekmektedir. Yağışın olduğu bölgelerde panel eğim açısının 15°'den fazla olması durumunda yağın kar ve yağmur sayesinde panel üzerinde biriken tozlanma azalmakta ve yaklaşık %0,5 kayıp ile sınırlanmış hale gelebilmektedir. Genel olarak tozlanmanın santral verimliliklerine etkisi incelendiğinde literatürde %4 seviyesinde olduğu gözlemlenmiştir (Kölemenoglu, 2024).

2.4. İnverter Verimliliği

İnverterler enerji santrallerinde sadece DC/AC dönüşümü yapmazlar, aynı zamanda reaktif güç yönetimi (Cos Ø ayarı), frekans ve gerilim regülasyonu, harmonik filtreleme gibi birçok işlevi vardır ve inverterler bu işlevleri yerine getirirken enerjinin bir kısmı ısıya dönüşür. Bu sebeplerden ötürü santral tasarım ve kurulum aşamalarında ısı kayıplarını önleyecek şekilde tasarlanmış inverter seçimi ve MPPT dizilimleri büyük önem arz etmektedir (Altıntaş, 2025).

2.5. Kablo Bağlantı Kayıpları

Enerji santrallerinde üretilen enerjinin taşınması sırasında oluşabilecek kablo kayıpları santral verimliliğini etkileyen önemli bir faktördür. Bu kayıplar iletim sırasında kablo iç direncinden olabileceği gibi bağlantı noktalarından da olabilmektedir. Santralin kurulumu ve işletilmesi sırasında optimum kablo hattının

tasarlanması ve kablo bağlantı noktaları kontrolünün tekrar tekrar yapılması gerekmektedir. Yapılmaması durumunda sadece enerji kaybı değil cihaz kaybı yaşanması kaçınılmaz olmaktadır (Altıntaş, 2025; Bakır, 2023).

2.6. Uzaktan İzleme Sistemlerinin Verime Etkisi

Enerji santrallerinde verimliliği etkileyen bir diğer faktör santralin detaylı enerji etüt çalışmasının yapılarak durumunun sürekli takibinin yapılması ile bakım ve onarım faaliyetlerinin zamanında gerçekleştirilmesidir. Sistemin düzenli takibinin yapılabilmesi için ise düzgün çalışan bir SCADA (uzaktan izleme) sisteminin mevcut olması gerekir. SCADA sistemi ile sistemin izlenmesinin yanı sıra hata kodunun tespitinin yapıp en kısa sürede müdahalede bulunarak enerjinin kesintisiz üretilmesine devam edilmesi sağlanmalıdır. Ayrıca geçmişe dönük arıza kaydı verilerini hafızada tutarak sık arızalanan yerlerin tespiti ve gerekli ise değiştirilmesi sağlanabilir (Altıntaş, 2025; Güzelbay, 2024).

2.7. Meteoroloji Verileri

Santralin simülasyonu sırasında ışıınım, güneşlenme süresi, sıcaklık, rüzgâr hızı ve yağış durumu vb. alınabilecek birçok veri tabanı bulunmaktadır. Bunlardan bazıları PVSOL içerisinde bulunan MeteoSyn, Meteonorm; PVGIS, PVsyst verileridir. Bu veriler kendi içerisinde bulundurduğu 10 yıl ve üzerindeki verilerin ortalamasını alarak bölgenin ortalama verilerini oluşturur ve buna göre santralin üretim değerini hesaplar. Kurulacak ortalama bir santralin ekonomik analizi ile fizibilite raporu hazırlamak için yeterli görülen bu veri setleri santralin işletmesi sırasındaki üretim verileri üzerine çalışma yapılacağında son yılların meteoroloji verilerinin alınması daha güvenilir görülmüştür ki meteonorm verisi ile meteoroloji il müdürlüğünden alınan veriler ile yapılan simülasyonlar arasında %6 -meteoroloji yer gözlem istasyonu fazla- oranında güç farkı ortaya çıktığı görülmüştür. Elde edilen değer mühendislik hata paylarını geçtiğinden ötürü meteoroloji yer gözlem istasyon verileri ile çalışma sürdürülmüştür (Asma, 2022).

2.8. Güneş Enerji Santrallerinde Harmonikler

Elektronik cihaz kullanımındaki hızlı artış ve teknolojik ilerlemeler, elektrik şebekelerinde güç kalitesi sorunlarını giderek daha belirgin hale getirmektedir (Yücel, 2024). Fotovoltaik sistemler gerilim dalgalanması, kırpışma ve harmonik bozulmalar gibi etkiler yaratarak şebekenin güç kalitesi üzerinde olumsuz etkilere yol açmaktadır. Tesis yapısındaki eviriciler şebekeye akım harmonikleri aktarırken, sistemdeki kapasitif bileşenlerin varlığı harmonik empedans rezonanslarını tetikleyerek şebeke performansını zayıflatır. Bu yüksek frekanslı bozulmaların temel kaynağı, evirici güç devrelerindeki yarı iletken anahtarların yüksek hızlardaki çalışma prensibidir (Nedimoğlu ve Gümüş, 2019).

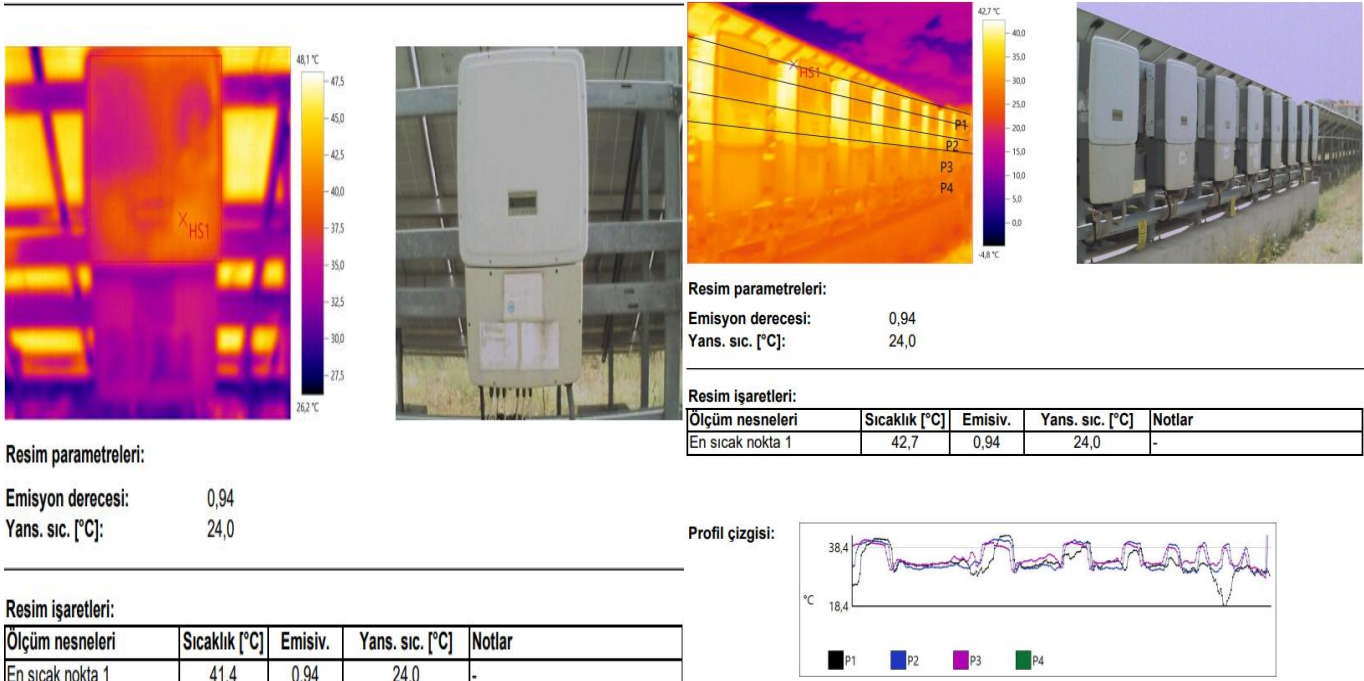
3. YÖNTEM ve BULGULAR

Türkiye enerji arzının %70 gibi büyük çoğunluğunu ithal eden bir ülke konumunda olması sebebiyle enerji verimliliği büyük önem arz etmektedir (Şahinli, 2026). Üretimden nihai kullanıma kadar olan enerji kayıpları: iletim, dönüştürme verimliliği, hat kayıpları, üretim prosesleri, motor/sürücü verimliliği alanlarında olmaktadır. Bu üretilen net enerjiden yaklaşık %80 kayıp anlamına gelmektedir (ETKB, 2020). Kurulu bir Güneş Enerji Santrali (GES) için enerji etüt çalışmasının yapılması santralin tasarımına göre ne kadar verimli çalıştığının tespit edilmesi, enerji kayıplarının belirlenerek üretimi artıracak önlemlerin ortaya konulması son derece önemlidir.

Bu çalışmada 2017 yılında kurulumu tamamlanmış ve halen aktif olarak çalışan 1085 kWp güce sahip bir Güneş Enerji Santrali (GES) için enerji etüt çalışması yapılmıştır. 2017 yılı ortalarında sistemin enerjiyi şebekeye vermeye başlamasından itibaren geçen on yıllık sürede santralde bulunan üretim verileri teorik olarak hesaplanan üretim verileri ile karşılaştırılarak santralin üretim durumunun ne oranda değiştiğinin tespiti yapıp santralin yaşlanmaya bağlı üretim düşüşleri incelenmiştir. 2017, 2018 ve 2026 yılı GES üretim verileri tam olarak elde edilemediği için inceleme dışı bırakılmıştır. Gerçek santral üretim verileri ile karşılaştırmalar PVSOL kullanılarak yapılmıştır. PVSOL üzerinde GES'te oluşacak kablo kayıpları, gölgelenme kayıpları, inverter kayıpları, yıllar içerisinde panellerin ne kadar verim kaybı yaşayacağının bildirildiği veri sayfası (datasheet) üzerinden alınan değere göre kirlilik parametreleri, boşa çalışma sırasında harcanan kayıp güçler hesaplatılmış ve hassas simülasyon yapabilmek için zaman aralığı dakikalık olarak seçilmiştir.

Yer gözlem istasyonundan alınan meteorolojik ışıınım ve sıcaklık verileri GES sahası için teorik üretim değerleri aylık ortalama günlük olarak analiz edilmiştir. GES sisteminden alınan güneş enerji üretim verileri de aylık ortalama günlük olarak alınıp her iki veri seti içinde yıllık ortalamalar hesaplanmıştır.

GES sahasında gerçekleştirilen enerji etüt çalışmasında termal kamera ile ölçümler alınarak, FV modüllerde oluşan sıcaklık farklılıkları bulunmuş, kayıpların nerelerde ve ne oranda olduğunun tespiti ve sınıflandırılması IRSof t programı ile termal görüntülerin detaylı incelenmesi ile yapılmıştır. Şekil 1'de GES sahasında alınan örnek termal kamera görüntüleri verilmiştir.



Şekil 1. GES sahasında alınan örnek termal kamera görüntüleri

Şekil 1’de bulunan görüntüler GES sahasında 26 Haziran 2026 tarihinde saat 15:00- 15:30 arasında ölçülmüştür. Görüntülemenin yapıldığı saatlerde hava sıcaklığı 25°C, hava durumu parçalı bulutlu, orta şiddetli (15km/h) kuzey yönlü rüzgâr esintisi mevcuttur.

1085 kWp kurulu güce sahip GES sahasında yapılan etüt çalışmasında yetkililerden edinilen bilgiye göre kurulduğundan beri sistemde temizlik yapılmamış olup yol kenarında olması nedeniyle kirlenme kayıplarının fazla olacağı beklenmektedir. Yapılan teorik üretim ve gerçek üretim değeri karşılaştırma verileri incelenmiş olup değerler Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Santralin simülasyon ve gerçek verilerinin karşılaştırılması

Yıllar	Gerçek veriler (kWh)	Simülasyon Verileri (kWh)	Fark (kWh)	Fark (%)
2019	1.573.471,90	1.742.440,42	168.968,52	9,7
2020	1.586.167,98	1.727.854,47	141.686,49	8,2
2021	1.699.970,67	1.713.268,52	13.297,85	0,776
2022	1.560.506,37	1.698.069,62	137.563,25	8,1
2023	1.721.157,84	1.684.096,62	-37.061,22	-2,2
2024	1.350.120,10	1.669.510,67	319.390,57	19,13
2025	1.111.115,74	1.654.924,72	543.808,98	32,86

Tablo 1’de bulunan bilgiler doğrultusunda ilk yıllar gerçek ve teorik üretim verileri yakın olmasına rağmen sonraki yıllarda farkın arttığı görülmüştür. Bu farkların tespiti için detaylı olarak incelenen termal görüntülemelerde toplamda sahada 34 adet bulunan inverterden 9’unda sıcaklık değerinin fazla olduğu tespit edilmiştir.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

GES enerji etüt çalışmasında önce gözle kontrol ile saha keşfi yapılarak inverter yerleri panel temizlik durumları, panellerin birbirleriyle seri ve dizilerin inverterler ile bağlantıları incelenmiş, inverter AC gerilimleri taşıyan GES pano durumları kontrol edilmiştir. Tüm bu kontroller üzerine sahanın alınan üretim verileri ile PVSOL üzerinden meteoroloji yer gözlem istasyon verileri ile yapılan teorik üretim ile karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma verileri ile belirlenen farkların tespiti yapıp bu farkların kaynakları araştırılması için sahada termal inceleme yapılmıştır.

Termal incelemeler sonucu sıcaklığı nominal çalışma sıcaklığının üzerinde olan 9 adet inverter tespit edilmiştir. Sahada toplam bulunan inverter sayısının 34 adet olması sebebiyle yaklaşık ¼’ünde sıcaklığının çalışma aralığı dışında çıkması önemli bir kayıp sebebi olarak değerlendirilmiştir. Bu 9 inverterin sıcaklığının aşırı olmasının sebepleri irdelenmiş ve bu sebepler arasında santralin on yıl gibi uzun süredir çalışıyor olmasından kaynaklı dönüşüm verimliliğinin beklenenden daha fazla düşmüş olabileceği, inverter içerisinde biriken toz ve kirlerden kaynaklı sıcak havanın bertarafının zorlaşması gibi sebepler kaynaklı tespit edilmiştir. Üretim düşüşü bazında baktığımızda ise sahada bulunan 34 adet inverterden bazılarının on yıllık süreç içerisinde yukarıda belirtilenlerden farklı tamir gerektiren arızaya düşmüş olabileceği hatta bazı inverterlerin tamir olamayacak kadar arızalanmış ve değiştirilmesi gerekmiş olabileceği ve bu değişim sürecinde de hat enerjisiz kalmış olabileceği de göz önünde bulundurulmalıdır.

Bunların haricinde yakın zamanda yakınlarında yapılan yoğun inşaat faaliyetlerinden kaynaklı kum, kireç, çimento vb. yapı malzemelerinin rüzgarla santrale taşınıp panel yüzeyine yapışarak panelin yeterli güneş ışınım

şiddeti ve miktarı alamaması durumundan kaynaklı üretim düşüşleri yaşadığı tahmin edilmektedir. Ayrıca inverterlerden alınan AC güç kablolarının ADP'ye (ana dağıtım panosu) yer altından geldiğinden santrallerde sıkça karşılaşılan kablo dış kılıfının kemirgenler tarafından aşındırılması ile yaşanabilecek izolasyon problemleri, panel string dizilerindeki bağlantılardaki DC kablolarda ve enerjinin AC olarak taşınması sırasında oluşabilecek enerji taşıma kapasitesi düşüşleri öngörülmüştür.

FV panellerin yaşlanması, inverterlerin şebekede AC frekans/gerilim dalgalanmaları durumunda inverterlerin korumaya geçerek dönüşümü durdurması, trafo ve OG hücrelerde oluşabilecek arızalar, panellerdeki PID bozulmaları ile veriminin düşmesi, üretilen gerilim ve akımın dönüştürülmesi sırasında aynı zamanda akım ve gerilim frekanslarını şebeke ile aynı seviye olan 50 Hz seviyesine ayarlaması sırasında inverterin filtre devresinde meydana gelebilecek bir arıza durumu ve/veya sabah sistemin çalışmaya başlaması sırası ile akşamüzeri sistemin üretiminin azalması sırasında oluşacak ışınlım değişimlerinin düzgün sinüzoidal frekans oluşmasını etkileyerek IEEE 519 güç kalitesi standardında sınırları orta gerilim seviyesindeki gerilimlerde, gerilim için %5 ve akım için %3 toleransını aşması durumunda dağıtım firması tarafından uyarı ve tekrarlanması durumunda kesicilere açma yaparak üretilen elektriğin oluşturduğu harmoniklerin azaltılması için üretilen elektriğin sisteme verilmesini engelleme kararı alması gibi bir çok olası sebep mevcuttur.

Bütün bu sebepler göz önüne alındığında, teorik üretim miktarı ile gerçek üretim miktarı arasındaki %32,86'lık farkı azaltacak üretim ve iletim verimliliğini artıracak öneriler aşağıda 9 maddede verilmiştir.

1. Santralde tamir edilemeyecek durumda hasarlı bulunan cihazların (panel, inverter, TMS vb.) değiştirilmesi
2. Dönüşüm verimliliği inverter yaşlanmasına oranla dış etkenler nedeniyle aşırı düşmüş olan inverterlerin tamir/değişiminin yapılması
3. DC ve AC kablolarının tümünün izolasyon testlerinin yapılarak hasarlı kutupların/fazların değiştirilmesi
4. Santralin üretim yapmadığı bir gece vardiyası düzenleyip ekipler yönlendirerek inverter içerisine biriken toz ve kirliliğin temizliğinin yapılması
5. Termal drone görüntülemesi alarak mikro kırık, hotspot gibi arızalı olan paneller varsa değiştirilmesi
6. Kirlilik, kireç birikmesi gibi sebeplerden ötürü kirlenen panellerin doğru temizlik yollarıyla aşındırıcı olmayan solüsyonlar ve saf su kullanılarak yumuşak uçlu fırçalar ile temizliğinin yapılması
7. Panellerin datasheetinde görülen oranda mı yaşlandığı, alüminyum çerçeve ile akım sızıntısı olarak normalin üzerinde mi yaşlandığının tespitinin yapılması
8. Düşük gerilim alınan dizideki panellerin arıza ve nominal yaşlanma durumundan fazla yaşlanıp yaşlanmadığı kontrol edilerek panelin değiştirilmesi
9. Gerilim ve akım dalgalanmalarına önlemler alınmalı, harmonik etkileri temizleyecek otomatik kontrol yöntemiyle uzaktan devreye alınabilecek aktif harmonik filtrelerin bulundurulması.

KAYNAKLAR

- Altan, A. D., & Sağbaş, A. (2020). Türkiye'nin enerji verimliliği ve İklim değişikliği performansı: mevcut Durum ve gelecek projeksiyonu. *Verimlilik Dergisi*, (1), 7-26.
- ALTINTAŞ, H. İ. (2025). Güneş enerjisi santrallerinde verimliliğin artırılmasının araştırılması.
- Asma, B. (2022). Arazi Tipi Güneş Enerji Santrallerinin Verimlilik Analizi: Konya Örneği.
- Bakır, H. (2023). Çatı tipi güneş enerji sisteminde kızılötesi termal teşhis ile arıza tespiti ve önemi. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(1), 90-105.
- EMNİYET, E. (2026). PV modüllerde maksimum verimlilik için konum açısının bölgesel bazda belirlenmesi (Tez No. 998169) [Yüksek lisans tezi, SAMSUN ÜNİVERSİTESİ]. Ulusal Tez Merkezi.
- Enerji Tabii Kaynaklar Bakanlığı Enerji Yöneticisi Eğitimi Ders Sunuları “Elektrik Enerjisinde Verimlilik; Talep Tarafı Yönetimi Sunumu” 2020
- Günay, E., & Yildirim, S. (2024). Yenilenebilir enerji kapasitesi bakımından Türkiye'nin potansiyelinin değerlendirilmesi. *Journal of Economics and Research*, 5(2), 61-72.
- Güzembay, A. (2024). Güneş Paneli Üretim Hatalarının Enerji Verimliliğine Olan Etkilerinin Belirlenmesi (Master's thesis, Necmettin Erbakan University (Turkey)).
- International Energy Agency (IEA). (2025). World Energy Outlook 2025. IEA Publications
- Kölemenoglu, Ş., & Şeker, M. Güneş Enerjisi Santrallerinde Tasarım, Kurulum Hataları ve İşletme Aşamasında Yaşanan Arıza Durumlarının Değerlendirilmesi.
- Nedimoğlu, E., & Gümüş, B. (2019). Şebekeye Bağlı Güneş Enerjisi Santrallerinin Harmoniklerine Etki Eden Parametrelerin Araştırılması. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 10(3), 919-931.
- Özbektaş, S., Şenel, M. C., & Sungur, B. (2023). Dünyada ve Türkiye’de yenilenebilir enerji durumu ve kurulum maliyetleri. *Mühendis ve Makina*, 64(711), 317-351.
- Şahinli, M. (2026). Türkiye’de Ges projelerinde enerji yönetimi uygulamaları: Politika, teşvik sistemleri ve verimlilik etkisi.
- YÜCEL, Y. A. (2024). Fotovoltaik enerji sistemlerinin elektrik dağıtım şebekesine entegrasyonunun analiz edilmesi.

GÜNEŞ ENERJİ SANTRALLERİNDE VERİMLİLİĞİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Enerji Sistemleri Mühendisi, Ömer Faruk BAĞIRGAN¹ve Prof. Dr., Selmin ENER RÜŞEN²

¹Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Mühendislik Bilimleri, omerfarukbagirgan57@gmail.com, 0009-0001-2518-9239

²Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği, selmin.enerrusen@gmail.com, 0000-0003-3389-5739

Özet

Güneş enerji santrallerinde (GES) enerji üretim verimliliği; çevresel faktörler, üretim prosesleri, montaj ve işletme hataları gibi pek çok parametreden olumsuz etkilenmektedir. Sıcaklık, ıslanım, gölgelenme, toz ve kar birikimi en yaygın çevresel parametreleri oluştururken; yüksek lehim akımı, kapsülleme ve gofretleme hataları, farklı verimlilikteki hücrelerin seri bağlanması ile mikro çatlaklar ise üretim kaynaklı temel kusurlar arasında yer almaktadır. Ayrıca, montaj aşamasında ve devreye alma sonrasında da verimliliği etkileyen çeşitli sorunlar ortaya çıkabilmektedir. Bu çalışma kapsamında, GES'lerde enerji üretimine etki eden en yaygın parametreler ve bunların üretim üzerindeki etkileri incelenmiştir. Saha çalışmalarında; termal analizler, I-V eğrisi ölçümleri, izolasyon testleri, enerji iletimi sırasındaki kablo kayıpları ve ısıya dönüşen enerji kayıpları hesaplanarak toplam verimlilik düşüşü ortaya konmuştur. Çalışma sonucunda, kestirimci bakım yaklaşımı çerçevesinde düzenli takip, test ve bakım faaliyetlerinin yürütülmesinin panellerdeki arızaları önceden tespit etmedeki rolü ortaya konmuş ve sistem performansını artırmaya yönelik spesifik enerji verimliliği önlemleri belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Güneş Enerjisi, Enerji Verimliliği, Yenilenebilir Enerji Sistemleri.

PARAMETERS AFFECTING EFFICIENCY IN SOLAR POWER PLANTS

Abstract

Energy production efficiency in solar power plants (SPPs) is adversely affected by numerous parameters, such as environmental factors, manufacturing processes, as well as installation and operational errors. While temperature, irradiation, shading, soiling, and snow accumulation constitute the most common environmental parameters; high soldering current, encapsulation and wafering defects, series connection of cells with mismatched efficiencies, and microcracks represent the primary manufacturing-sourced defects. Additionally, various problems affecting efficiency can arise during the installation stage and post-commissioning operations. Within the scope of this study, the most prevalent parameters affecting energy production in SPPs and their impacts on generation were investigated. In field studies, the total efficiency decline was demonstrated by calculating thermal analyses, I-V curve measurements, insulation tests, cable losses during energy transmission, and energy losses dissipated as heat. Consequently, within the framework of a predictive maintenance approach, the role of conducting regular monitoring, testing, and maintenance activities in pre-detecting panel faults was established, and specific energy efficiency measures aimed at improving system performance were determined.

Keywords: Solar Energy, Energy Efficiency, Renewable Energy Systems.

1. GİRİŞ

Temiz ve yenilenebilir enerji kaynaklarından en yaygın olan güneş enerjisi sistemleridir. Güneş enerji sistemleri kurulmadan önce olası kurulum yerleri baz alınarak fizibilite raporları ve amortisman süreleri detaylandırılarak hesaplanmalıdır. Bu hesaplamalara ek olarak arazinin eğimi, bölgenin yağış durumu, kar kalkma süresi ve diğer çevresel etkenler de üretim verisini etkileyeceğinden çalışmalara başlamadan önce hem simülasyonlardan hesap yapılması hem de araziye fiziksel olarak inceleyerekten yapılacak tesviye ve çıkarılacak hafriyatın bertarafının nasıl yapılacağının belirlenmesi gereklidir (Güneş ve Hacıoğlu, 2024). Üretim miktarı hesabı PVSOL, PVsyst, PVGIS gibi simülasyon programlarıyla ve bu simülasyon programlarının yazılımında da kullanılan çeşitli formüller ile de hesaplanması mümkündür (Altan ve Sağbaş, 2020; Uzun ve Değirmen, 2018; Sağbaş ve Başbuğ, 2018; Dere, 2024; Doğan ve Yılankıran 2015).

1.1. Enerji Verimliliği

Enerji verimliliği, kaliteyi düşürmeden daha az enerjiyle aynı miktarda üretim yapmak veya aynı enerjiyle daha fazla ürün elde etmektir. Bu yaklaşım sayesinde enerji maliyetleri ve çevresel etkiler azalırken, enerji yönetimi kapsamında yapılan ölçüm, analiz, eğitim ve yatırım çalışmalarıyla tasarruf potansiyeli ve yatırım öncelikleri belirlenir (Sert, 2025; Sağbaş ve Başbuğ, 2018; Akhan, 2022, IEA, 2025).

Enerji yoğunluğu kavramı enerji verimliliğinin önemli bir göstergesidir ve gayrisafi yurtiçi hasıla başına tüketilen birincil enerji miktarını temsil eder. Ülkeler, sektörler ve işletmeler için enerjinin takip edilmesi ve karşılaştırılması için kullanılmaktadır. Enerji yoğunluğu değerinin artması enerjinin kullanımının verimsizleştiğinin göstergesidir. (Altan ve Sağbaş, 2020; Toygarlar, 2014)

Küresel ölçekte yaygın kabul gören ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi (EnYS); enerjinin sistematik bir idare modeliyle sevk edilmesini, sera gazı salınımlarının düşürülmesini ve enerjiden kaynaklanan maliyet kalemlerinin azaltılmasını sağlar. Temelleri ABD'nin ANSI/MSE 2000:2008 ile Avrupa Birliği'nin EN 16001:2009 gibi öncül standartlarına dayanan bu yapı; temel olarak verimlilik, kullanım ve tüketim verileri doğrultusunda somutlaştırılan ölçülebilir enerji performansının kesintisiz biçimde geliştirilmesine odaklanmaktadır. (Kıyılmaz vd., 2021)

Endüstriyel işletmelerde enerji yönetimi, rekabet gücünü artırmak ve kârlılığı yükseltmek için enerjinin verimli kullanılmasını hedefler. Verimlilik Artırıcı Projeler (VAP), enerji etütleri sonucunda belirlenen tasarruf fırsatlarının hayata geçirilmesi ve sistem kayıplarının azaltılması amacıyla uygulanan mühendislik çalışmalarıdır. Bu projeler sayesinde enerji maliyetleri ve emisyonlar azalırken, ekipman performansı iyileşir ve işletmelerin sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşması desteklenir (Yıldız, 2024; Akhan, 2022).

Endüstride enerji verimliliğini artırmak amacıyla bütüncül bir yaklaşımla yürütülen temel faaliyetler şu şekilde sıralanabilir:

- Enerji yöneticilerinin, tesisin bulunduğu ülkedeki yasal mevzuatlara ve regülasyonlara tam uyumlu biçimde görev yapması,
- Tüm süreçlerin ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi standartlarına entegre edilerek yürütülmesi,
- Saha ölçümlerine dayalı enerji etütleri ve teknik araştırma sonuçları ışığında gerçekleştirilen iyileştirme/modernizasyon yatırımları,
- Gönüllü anlaşmalar, ulusal veya uluslararası teşvik mekanizmaları kullanılarak hayata geçirilen verimlilik projeleri,
- Yetkilendirilmiş enerji verimliliği danışmanlık firmaları veya uzman mühendislik kadrolarıyla ortaklaşa yürütülen çalışmalar,
- İleri teknoloji içeren yeni donanım ve otomasyon yatırımları vasıtasıyla sağlanan enerji optimizasyonları,
- Pinch (darboğaz) analizi gibi proses entegrasyonu yöntemleri kullanılarak elde edilen termal enerji kazanımları (Yıldız, 2024).

Enerji etütleri, binalar ve sanayi tesislerinde enerji tüketimi, tasarruf potansiyeli, atık enerji miktarı ve sera gazı emisyonlarını belirlemek amacıyla veri toplama, ölçüm, analiz ve raporlama çalışmalarını kapsar. Ön etüt aşamasında enerji kayıpları ve verimsizlikler tespit edilerek tesisin enerji profili çıkarılır ve iyileştirme önerileri geliştirilir. Detaylı etüt aşamasında ise kritik ekipmanlar üzerinde hassas ölçümler ve teknik-ekonomik analizler yapılarak enerji tasarrufu ve geri kazanım fırsatları kesin olarak belirlenir (Kıyılmaz vd., 2021).

1.2. Yenilenebilir Enerji Sistemleri

Yenilenebilir enerji kaynakları, doğal yollarla kendini sürekli yenileyebilen ve sürdürülebilir enerji üretimi sağlayan kaynaklardır. Ülkelerin coğrafi özelliklerine bağlı olarak potansiyelleri değişmekle birlikte, teknolojik gelişmeler sayesinde kullanım alanları giderek genişlemektedir. Çevreye verdiği zararların düşük olması ve ekonomik olarak uygulanabilir çözümler sunması, yenilenebilir enerji yatırımlarını önemli ve cazip hale getirmektedir (Mete, 2022). Yenilenebilir enerji kaynakları, düşük yakıt maliyetleri ve çevre dostu özellikleri sayesinde ısıtma, ulaşım ve elektrik üretimi gibi birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Karbon emisyonlarını azaltma hedefi doğrultusunda hem sanayi kuruluşları hem de büyük ölçekli işletmeler yenilenebilir enerji yatırımlarına yönelmektedir. Türkiye'nin sahip olduğu yenilenebilir enerji potansiyelini en iyi şekilde değerlendirebilmesi; uygun yasal düzenlemeler, yerli teknolojilerin geliştirilmesi ve enerji bilincini artıracak yatırımların desteklenmesine bağlıdır (Uslu vd., 2024)

1.3. Güneş Enerji Sistemleri

Küresel enerji talebinin sürekli artması ve fosil yakıtların çevresel etkileri, yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgiyi giderek artırmaktadır. Bu kaynaklar arasında güneş enerjisi, fotovoltaik teknolojiler sayesinde doğrudan elektrik üretilmesi nedeniyle en hızlı gelişen ve yaygınlaşan enerji kaynaklarından biri hâline gelmiştir. Sürdürülebilir bir enerji altyapısı için güneş enerjisinin verimli bir şekilde üretilmesi, depolanması ve tüketim sistemlerine entegre edilmesi büyük önem taşımaktadır (Adalı ve Kılıç, 2022; Meral, 2022). Tabloda ülkelerin 2022 yılındaki güneş enerji kurulu güç miktarları verilmiştir.

Tablo 1. Ülkelerin 2022 yılındaki GES kurulu güçleri (URL-1, 2022) *(TEİAŞ, 2025)

Ülke	Kurulu	Güç
Çin	393.032	
ABD	113.015	
Japonya	78.833	
Almanya	66.554	
Hindistan	63.146	
.		
.		
.		
Türkiye (2025)*	27.914	

2. PANEL VERİMLİLİĞİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Çatı GES ve arazi GES'lerde verimliliği etkileyen birçok faktör vardır. Bu faktörlerden sahalarda en sık karşılaşılan durumlar tozluluk, canlı hayvan atıkları ve/veya hayvan leşleri, gölgelenmeler, aşırı ısınma, proje sürecinde yapılan hatalar, sıcak nokta (hotspot), bypass diyot, bağlantı hataları, busbar hatalarıdır (Tunçez, 2022; Bakır, 2022; Kölemenoglu, 2024).

2.1 Performans Oranı (PO)

Performans oranı ifadesi uluslararası olarak kabul gören bir FV santral performans göstergesidir. FV santralin performansının hesaplanması sistemden alınan gücün sisteme sağlanan referans enerjiyle oranını belirtir. Yani PO sistemden üretilebilecek güç ile gölgelenme, inverter arızaları, kablolama hataları, modül sıcaklıkları gibi etmenlerden ötürü üretilen gücün oranlanmasıdır. Sistem kayıpları ne kadar düşükse o kadar yüksek PO değerine sahiptir. PO toplam sistem kurulu güçten bağımsızdır. Sıcaklık kayıplarını sistemden çıkarıp diğer

kayıplar ile hesaplanan PO değerine ise sıcaklık düzeltmeli PO denir. Günümüzde kurulan santrallerin PO hedefleri %80-85 civarındadır. Performans oranının hesaplanması aşağıdaki formül ile yapılır.

$$PO (\%) = \frac{YA}{YR} \times 100 = \frac{EM}{\frac{PSTC}{QSTC} \int QAdt}$$

Denklemden verilen "YA" FV modülünün standart test koşullarında (STC) saat cinsinden çalıştığı süredir ve "YR" saat cinsinden referans zamanıdır. "PSTC", STC kapsamında FV sistemin nominal veya maksimum gücüdür. "QSTC", STC kapsamındaki güneş ışıınının değeridir. "EM", AC formunda aylık üretilen enerjiyi ve "QA" düzlemde anlık olarak ölçülen ışıma miktarını (W/m^2) ifade eder (Şevik vd., 2024).

Performans oranı, bir güneş enerji santralının çalışma verimliliğini ve sistemde meydana gelen kayıp veya arızaların üretim üzerindeki etkilerini gösteren temel performans göstergelerinden biridir. Bu oran, güneş ışıınının mevcut olduğu saatlerde gerçekleşen enerji üretiminin teorik üretim değeriyle karşılaştırılması esasına dayanmakta olup, sıcaklık artışına bağlı olarak yaz aylarında azalırken kış aylarında daha yüksek seviyelerde seyretmektedir. Harran Üniversitesi tarafından öz tüketim amacıyla kurulan 5,31 MWp kapasiteli güneş enerji santralının 2021-2023 yılları arasındaki performans oranları çevresel etkenler dikkate alınarak analiz edilmiş ve değerlendirilmiştir (Yaşarsoy, 2024). Performans oranı FV sistemlerde verimliliği ifade ettiğinden ışıının miktarıyla doğrudan ilişki içerisindedir. Harran Üniversitesi GES'i için 2021 yılında ortalama PO %90; 22'de %87; 23'de %88 olarak hesaplanmıştır. Bu hesaplama 2021 yılının diğer yıllara nazaran daha verimli olduğunu göstermektedir. Yıllık ortalama ışıının değerleri 2021 yılında diğer yıllara nazaran en yüksek $579W/m^2$ olarak kaydedilmiştir.

Yaz mevsiminde ışıının değerleri daha yüksek ölçülmektedir, yaz mevsiminde ışıının artmasına rağmen PO değerindeki düşüş görülmektedir. Bu, sıcaklığın modül üzerine olumsuz etkisini gözler önüne sermektedir. Panel sıcaklığının yaz aylarında $60^{\circ}C$ 'leri bulmasıyla belirli aralığa kadar PO'da düşüş eğilimi saptanmıştır. Sıcaklık artışıyla değişen üretim değerleri panellerin sıcaklık farklarına karşı ne kadar hassas olduğunu ve verimliliğe etkisini gözler önüne sermektedir.

Enerji üretim miktarları yıl boyunca mevsimsel olarak değiştiği ancak PO'nun daha stabil bir yol izlediği görülmektedir. Ölçümü yapılan enerji miktarları bahar ve yaz döneminde optimum seviyelere ulaşabilirken kış mevsimine doğru düşüş gözlemlenmiştir. Buna rağmen PO'lar ölçümlerin kaydedildiği dönemlerdeki yıl içerisinde %78-98 aralığında kalarak daha stabil bir yol izlediği görülmüştür. Bu, mevsimsel değişikliklerin enerji üretimini etkilemesine rağmen sistemin verimli bir şekilde çalışabildiğinin göstergesidir.

Rüzgâr hızının aylık ortalama hızlarının etkisi de bir nevi panel sıcaklık korelasyonunda etkilidir. Ay içerisinde ölçülen rüzgâr hızları ne kadar ise panel üzerinden sıcaklığı o kadar fazla almıştır ve panelin soğumasını sağlamıştır. Bu sayede PO değerleri daha kararlı kalmasında etkili olmuştur. Kapasite faktörü bir sistemin yıl boyunca 8760 saat süresince çalışması durumunda üreteceği güç ile gerçek ürettiği gücün oranı şeklinde kısaca tanımlayabiliriz. Bu tanımdan da anlaşılabacağı üzere yaz aylarında yüksek KKF değerlerine ve nispeten daha yüksek PO değerine ulaşılmıştır. KKF değerinin düşüş eğilimine rağmen PO değerlerinin %80 değerlerinin üzerinde seyrettiği görülmektedir. Bu, santralin mevsim etkenlerinden ötürü performans düşüşü olduğu hakkında bilgi vermektedir (Yaşarsoy, 2024).

3. GÜNEŞ ENERJİ SİSTEMİ İLE İLGİLİ KAYIPLAR

Fotovoltaik (FV) modüller, güneş ışınımını doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren yarı iletken teknolojilere sahip olup, verimlilik açısından sürekli gelişim gösteren bir alandır. FV sistemlerinin performansı; panel eğimi, gölgelenme, tozlanma, kablolama, ışınım şiddeti ve sıcaklık gibi birçok faktörden etkilenmekle birlikte, ışınım miktarı ve sıcaklık en belirleyici parametreler olarak öne çıkmaktadır. Güneş ışınımındaki azalma enerji üretimini doğrudan düşürürken, aşırı yüksek veya düşük sıcaklık koşulları da modül verimliliğini olumsuz yönde etkileyerek sistem performansının azalmasına neden olmaktadır (Kara vd., 2024).

Yansımadan Kaynaklanan Kayıplar: Fotovoltaik modüllere ulaşan güneş ışınımının tamamı hücreler tarafından emilemediğinden, bir kısmı yansıyarak enerji kaybına neden olmaktadır; bu kayıplar modül kalitesi, yüzey kaplaması ve yerleşim açısına bağlı olarak değişmektedir.

Gölgelenmeden Kaynaklı Kayıplar: Doğal veya yapay engellerden kaynaklanan gölgelenmeler, modüllere ulaşan ışınım miktarını azaltarak enerji üretiminde önemli kayıplara yol açmakta ve özellikle kısmi gölgelenme durumlarında sistem performansını ciddi ölçüde düşürebilmektedir.

Toz ve Kar Kaynaklı Kayıplar: Modül yüzeylerinde biriken toz ve kar tabakaları, hücrelere ulaşan güneş ışınımını azaltarak üretim kayıplarına neden olmakta; bu kayıpların düzeyi çevresel koşullar, bakım sıklığı ve panel eğim açısına bağlı olarak değişmektedir.

Düşük Seviye Işınım Kaynaklı Kayıplar: Gerçek çalışma koşullarında ışınım seviyelerinin standart test koşullarından düşük olması, PV modüllerin nominal güç değerlerinin altında çalışmasına ve enerji üretiminin azalmasına neden olmaktadır.

Sıcaklık Kaynaklı Kayıplar: Fotovoltaik modüllerde sıcaklık artışı, yarı iletken malzemelerin elektriksel performansını olumsuz etkileyerek güç çıkışının düşmesine ve özellikle yaz aylarında belirgin verim kayıplarının oluşmasına sebep olmaktadır.

Uyumsuzluk Kaynaklı Kayıplar: Modüllerin üretim toleransları, farklı yaşlanma seviyeleri, çevresel etkiler ve gölgelenme gibi faktörlerden kaynaklanan uyumsuzluklar, dizi performansını düşürerek evirici girişinde elde edilen toplam gücün azalmasına yol açmaktadır.

4. FV MODÜL KAYIPLARI

Fotovoltaik (FV) modüller, güneş enerjisini doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren sistemlerin temel bileşenleri olup, çalışma performansları çeşitli çevresel, elektriksel ve yapısal etkenlerden önemli ölçüde etkilenmektedir. İşletme sürecinde meydana gelen yansıma, gölgelenme, sıcaklık artışı, kirlenme, uyumsuzluk ve malzeme kaynaklı kayıplar, modüllerin enerji dönüşüm verimliliğini azaltarak sistemin toplam enerji üretiminde düşüşlere neden olmaktadır. Bu nedenle FV modül kayıplarının belirlenmesi, analiz edilmesi ve uygun iyileştirme yöntemlerinin uygulanması, güneş enerji santrallerinin performansının artırılması ve uzun dönemli ekonomik sürdürülebilirliğinin sağlanması açısından büyük önem taşımaktadır.

Gofret veya Hücre Hataları Kaynaklı Kayıplar: Fotovoltaik modüllerde hücre verimindeki sınırlı azalma doğal yaşlanma sürecinin bir sonucu olarak kabul edilmekle birlikte, gofret çatlakları, iletken hasarları, hücre korozyonu ve potansiyel kaynaklı bozunmalar gibi üretim veya işletme sırasında ortaya çıkan kusurlar modül performansının düşmesine ve enerji kayıplarına neden olabilmektedir.

Kapsülleme Kaynaklı Kayıplar: PV modüllerde kullanılan kapsülleyici malzemeler, hücreleri nem, sıcaklık değişimleri, UV ışıınımı ve mekanik etkilerden koruyarak modülün dayanıklılığını artırmakta; ancak kapsülleme malzemesinin zamanla bozulması, modül performansında düşüşe ve ciddi yapısal arızalara yol açabilmektedir.

Sıcak Nokta (Hotspot) Kaynaklı Kayıplar: Sıcak nokta oluşumu, gölgelenmiş veya arızalı hücrelerin ters kutuplanması sonucunda enerjiyi ısıya dönüştürmesiyle meydana gelmekte ve oluşan aşırı sıcaklıklar hücre yapısında, lehim bağlantılarında ve kapsülleme katmanlarında kalıcı hasarlara neden olarak modül verimini önemli ölçüde azaltabilmektedir (Kölemenoglu, 2024). Modül içerisinde diyotlardan oluştuğundan seri olarak bağlanan hücrelerden birinin arızalanması sonucu akım geçirme yönü tersine dönüp hücre yük konumuna geçerek paneli ısıtmaya başlar. Bu durum panelin hem ısıdan ötürü hem de bozulan hücrelerden ötürü üretim kayıplarına neden olur. Noktasal ısınmaların sık karşılaşılan nedenleri canlı hayvanların neden olduğu kirlilikler, kırılan hücreler, gölgelenme, mikro çatlaklardır (Bakır, 2023).

İletken Şerit (Busbar) ve Bağlantı Hataları Kaynaklı Kayıplar: Fotovoltaik modüllerde akım iletimini sağlayan busbar ve bağlantı elemanlarında meydana gelen lehim bozulmaları, termal gerilimler ve malzeme uyumsuzlukları devre direncini artırarak enerji üretiminde kayıplara neden olmaktadır. Özellikle yüksek

sıcaklık değişimlerinin görüldüğü iklim koşullarında bu etkiler daha belirgin hâle gelmekte ve modüllerin performansını ve kullanım ömrünü olumsuz yönde etkilemektedir.

Modüllerin Ömrü Kaynaklı Kayıplar: Fotovoltaik modüller uzun ömürlü olacak şekilde tasarlanmasına rağmen, sıcaklık değişimleri, nem, UV radyasyonu ve diğer çevresel etkiler zamanla performans düşüşlerine ve çeşitli arızalara yol açabilmektedir. Üreticiler tarafından sunulan 20-25 yıllık garanti süreleri modüllerin belirli performans kriterlerini sağlayacağını ifade etse de, bu durum modüllerin işletme süresi boyunca arıza yapmayacağı anlamına gelmemekte ve uzun dönemli performans değerlendirmelerinin önemini ortaya koymaktadır (Kölemenoglu, 2024).

- **Sürdürülebilirlik:** Tedarikçi firmanın 15 yıl sonra hala piyasada olup olmayacağı büyük bir belirsizliktir.
- **Finansal Teminat:** Olası arızalarda projenin korunması için üreticinin bloke edilmiş bir fon veya finansal güvence sunup sunmadığı incelenmelidir.
- **Sertifikasyon Sınırı:** Dayanıklılık öngörülerinde sadece standart IEC testleriyle yetinilmesi riskli bir yaklaşımdır.
- **Deneyim ve Güven:** Henüz beş yıldır üretim yapan bir firmanın verdiği 25 yıllık taahhüdün arkasında kimin duracağı sorgulanmalıdır.
- **Yatırımcı Perspektifi:** Uzun garanti sürelerinden ziyade, bu süreyi taahhüt eden sağlayıcının kurumsal geçmişi ve finansal sağlığı değerlendirilmelidir.

5. FV ARIZALAR

Genellikle fotovoltaik dizilerde yaşanan arızalar zamansallık özelliğine göre: başlangıç, kalıcı ve kesintili olacak şekilde üç farklı şekilde ele alınabilir (Güneş & Hacıoğlu,2024).

FV Dizi Bozulması: Fotovoltaik modüllerde hücreler ile cam tabakası arasında bulunan kapsülleme malzemesinin zamanla bozunması, ışık geçirgenliğinin azalmasına ve katmanlar arasında ayrışma (delaminasyon) oluşmasına neden olmaktadır. Bu durum, hücrelere ulaşan ışıyım miktarını azaltarak enerji üretiminde kayıplara yol açmakta, ayrıca nem girişini kolaylaştırarak modül ömrünü kısaltmakta ve bazı durumlarda güç çıkışında %50'ye varan kayıplara sebep olabilmektedir.

Bypass Diyot Arızası: Bypass diyotlarının kısa devre yapması veya uzun süreli gölgelenme nedeniyle sürekli iletim durumunda kalması, ilgili hücrelerin devre dışı kalmasına ve enerji üretiminin azalmasına neden olmaktadır. Ayrıca aşırı gerilimler, kurulum hataları ve çevresel etkiler de diyot arızalarını tetikleyebilmekte olup, bu tür arızalar IV eğrisi ve elektrolüminesans (EL) testleriyle tespit edilebilmektedir.

Bağlantı Hatası: Fotovoltaik sistemlerde yanlış kablolama, inverter arızaları veya toplama panosu koruma elemanlarındaki sorunlar nedeniyle oluşan bağlantı hataları, enerji üretiminin azalmasına ve ileri seviyelerde yangın riski gibi ciddi güvenlik problemlerine yol açabilmektedir. Yapılan saha çalışmalarında, bağlantı hatalarının tespit edilip giderilmesi sonucunda santral performansında iyileşmeler sağlandığı ve enerji üretiminde artış elde edildiği görülmüştür. (Bakır, 2023).

6. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu derleme çalışmasında, güneş enerji santrallerinin performansını ve enerji üretim verimliliğini etkileyen başlıca parametreler literatür kapsamında incelenmiş, sistem kayıplarına neden olan çevresel, teknik ve işletme kaynaklı etkenler detaylı olarak değerlendirilmiştir. Fotovoltaik modüllerin üretim aşamasından başlayarak saha kurulumuna ve işletme sürecine kadar geçen yaşam döngüsü boyunca karşılaşılabilecek yansıma, gölgelenme, sıcaklık artışı, tozlanma, kar örtüsü, uyumsuzluk, bağlantı hataları, sıcak nokta oluşumu ve modül yaşlanması gibi faktörlerin enerji üretimi üzerindeki etkileri ele alınmıştır.

Literatürde yer alan çalışmalar incelendiğinde, sistem performansını etkileyen en önemli parametrelerin güneş ışıınımı ve sıcaklık olduğu görülmektedir. Özellikle yaz aylarında güneşlenme süresinin ve ışıınım seviyesinin yüksek olmasının her zaman maksimum verim anlamına gelmediği, modül sıcaklığının standart test koşullarının üzerine çıkmasıyla birlikte enerji üretiminde önemli düşüşlerin meydana geldiği belirlenmiştir. Bu nedenle fotovoltaik sistemlerde en yüksek performansın çoğu zaman yaz döneminde değil, sıcaklıkların daha düşük seyrettiği ve gökyüzünün açık olduğu ilkbahar ve sonbahar aylarında elde edildiği görülmektedir.

Ayrıca, panel, inverter, kablolama, koruma elemanları ve topraklama sistemi gibi bileşenlerden kaynaklanan arızaların da santral verimliliğini önemli ölçüde etkilediği değerlendirilmiştir. Bu kayıpların minimize edilmesi için düzenli bakım faaliyetlerinin yürütülmesi, üretim verilerinin sürekli izlenmesi, arıza kayıtlarının analiz edilmesi ve termal görüntüleme, elektrolüminesans, izolasyon ve topraklama testleri gibi periyodik kontrollerin gerçekleştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bununla birlikte, mevcut literatürde verimlilik kayıplarının nedenleri kapsamlı şekilde ele alınmasına rağmen, bu kayıpların sahada tespit edilmesi ve önlenmesine yönelik uygulamaların sınırlı kaldığı görülmektedir. Gelecekte yapılacak çalışmaların, enerji kayıplarının kaynaklarını sayısal olarak belirleyen ve Verimlilik Artırıcı Proje (VAP) yaklaşımıyla çözüm önerileri geliştiren araştırmalara odaklanması, güneş enerji santrallerinin performansının artırılmasına ve literatüre önemli katkılar sunulmasına olanak sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Akhan, H. (2022). Sanayide enerji yönetimi: Pompa ve fan sistemlerinde verimlilik artırıcı uygulamalar. Trakya Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 23(1), 11-23.
- Altan, A. D., & Sağbaş, A. (2020). Türkiye'nin enerji verimliliği ve İklim değişikliği performansı: mevcut Durum ve gelecek projeksiyonu. Verimlilik Dergisi, (1), 7-26.
- Bakır, H. (2023). Çatı tipi güneş enerji sisteminde kızılötesi termal teşhis ile arıza tespiti ve önemi. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 6(1), 90-105.
- Dere, D. (2024). Şebekeye Bağlı Güneş Enerjisi Sistemlerinin PVsyst ve Simulink'te İncelenmesi. Duzce University Journal of Science and Technology, 12(3), 1233-1249.
- Doğan, H., & Yılankırkan, N. (2015). Türkiye'nin enerji verimliliği potansiyeli ve projeksiyonu. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji, 3(1), 375-384.
- Güneş, S., & Hacıoğlu, R. (2024). Enerji gereksinimlerine dayalı fotovoltaik güneş enerji santrali analizi ve tasarımı. Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi, 14(2), 97-110.
- International Energy Agency (IEA). (2025). World Energy Outlook 2025. IEA Publications
- Kara, R., Ekici, M., & Yıldırım, G. (2024). Fotovoltaik hücrelerin panel açılarına göre enerji verimliliği. International Journal of Engineering Research and Development, 16(2), 573-584.
- Kılıç, M. Y., & Adalı, S. (2022). Elektrik İhtiyacının Karşılmasında Hibrit Yenilenebilir Enerji Sistemi-Süpermarket Örneği. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 5(1), 224-235.
- Kıyılmaz, M. B., Keçebaş, A., & Ertürk, M. (2021). Sanayide Enerji Yönetimi Sistemi için Bir Gıda Tesisinin Enerji Verimliliğinin İyileştirilmesi. International Journal of Pure and Applied Sciences, 7(1), 51-62.
- KÖLEMENOĞLU, Ş., & ŞEKER, M. GÜNEŞ ENERJİSİ SANTRALLERİNDE TASARIM, KURULUM HATALARI VE İŞLETME AŞAMASINDA YAŞANAN ARIZA DURUMLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ.
- Meral, A. (2022). Yenilenebilir enerji sistemlerinde CBS kullanımı; Bingöl ili GES (güneş enerji sistemleri) alanlarının uygunluk analizi. Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi, 18(2), 444-460.
- METE, İ. (2022). Yenilebilir enerji sistemleri (Tez No. 743904) [Yüksek lisans tezi, ANTALYA BİLİM ÜNİVERSİTESİ]. Ulusal Tez Merkezi.
- Sağbaş, A., & Başbuğ, B. (2018). Sürdürülebilir kalkınma ekseninde enerji verimliliği uygulamaları: Türkiye değerlendirmesi. European Journal of Engineering and Applied Sciences, 1(2), 43-50.
- SERT, M. (2025). Kimya fabrikasında enerji verimliliği ve enerji yönetim sistemi uygulamalarının etkileri.

Şevik, S. E. Y., Karapınar, S., Sever, S., Biçer, A., Çakmak, E. M., Karabey, B., & Şahin, A. D. GÜNEŞ ENERJİSİ SANTRALLERİ İÇİN EN UYGUN ALANIN BELİRLENMESİ, PERFORMANS VE EKONOMİK ANALİZİ: BAĞIRGANLI MAHALLESİ ÖRNEĞİ. Atmosfer ve İklim Dergisi, 1(2), 59-77.

TEİAŞ, 2025, Kurulu Güç Raporu <https://www.teias.gov.tr/turkiye-elektrik-uretim-iletim-istatistikleri> Erişim tarihi: 19.10.2026

Toygarlar, H. A. (2014). Endüstriyel tesiste enerji verimliliği üzerine bir çalışma (Master's thesis, Dokuz Eylül Üniversitesi (Turkey)).

Uslu, A. S., Özdemir, Y., Yıldırım, M., & Kavak, H. (2024). Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Hizmet Sektöründe Kullanımı: Literatür Çalışması. Journal of Statistics and Applied Sciences, (10), 133-145.

Uzun, A., & Değirmen, M. (2018). Endüstriyel işletmelerde enerji verimliliği ve enerji yönetimi. Uluslararası Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 4(2), 83-97.

YAŞARSOY, M. (2024). HARRAN ÜNİVERSİTESİ GÜNEŞ ENERJİSİ SANTRALİNİN PERFORMANS ANALİZİ (Doctoral dissertation).

Yıldız, C. (2024). Sanayide enerji verimliliğinde son gelişmeler: Türkiye örneği. Gazi University Journal of Science Part C: Design and Technology, 1-1.

URL-1.Ülkelere Göre Güneş Enerjisi <https://www.enerjiatlasi.com/ulkelere-gore-gunes-enerjisi.html> Erişim tarihi: 06.10.2026

ORTAK KULLANILAN BİR MERANIN VEJETASYON YAPISI, OTLATMA KAPASİTESİ VE SÜRDÜRÜLEBİLİR YÖNETİM STRATEJİLERİ: KARABÜK GÖZLÜ KÖYÜ ÖRNEĞİ

Prof.Dr. Ferat UZUN¹/ Dr. Gülcan KAYMAK BAYRAM²

^{1,2}Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Çayır Mera ve Yem Bitkileri

¹fuzun@omu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-7389-5835

²gulcan.kaymak@omu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-0915-0529

Özet

Bu çalışma, Karabük ili Eskipazar ilçesi Gözlü köyünde ortak hayvancılık faaliyetleri için tahsis edilen 34.4 hektarlık bir mera alanının vejetasyon dinamiklerini belirlemek ve alanda uygulanacak ıslah ile amenajman projelerine bilimsel temel oluşturmak amacıyla 2025 yılında yürütülmüştür. Meranın bitki örtüsü özellikleri, bitkilerin toprak üstü organlarını ve yaprak alanlarını esas alan modifiye edilmiş tekerlekli lup yöntemiyle iki farklı kesimde etüt edilmiştir. Araştırma sonucunda, mera yüzeyinin tamamının otsu bitki örtüsüyle kaplı olduğu ve alanın erozyona karşı dirençli, "sağlıklı" bir yapı sergilediği saptanmıştır. Mera durum puanı hesaplamalarına göre; 104/9 ve 120/1 numaralı parseller %51.98 ile "orta", 103/26 ve 110/2 numaralı parseller ise %56.33 ile "iyi" mera durumu sınıfında yer almıştır. Vejetasyonun botanik kompozisyonunda baklagiller %30.50, buğdaygiller %29.50 oranında bulunurken; ardıç, karaçam ve kuşburnu gibi istilacı odunsu türlerin oluşturduğu çalı-ağaç katının kaplılık oranı %32.50 olarak belirlenmiştir. Vejetasyonda en yüksek oranda saptanan kaliteli azalıcı yem bitkileri *Onobrychis armena* (%7.25), *Chrysopogon gryllus* (%4.91) ve *Dactylis glomerata* (%3.75) olmuştur. Buna karşın çoğaltıcı bitkilerin yaklaşık yarısını, sığırların fizyolojik otlama yapısı nedeniyle yararlanamadığı *Festuca ovina* (%7.87) gibi kısa boylu türlerin oluşturduğu görülmüştür. Gözlü köyünün mevcut hayvan varlığı 158 hayvan birimi (HB) iken, ekolojik kısıtlar ve mera verimliliği dikkate alındığında alanın taşıma kapasitesinin yalnızca 8.5 HB'ne yeterli olduğu saptanmıştır. Bu bulgular, mevcut hayvan popülasyonunun kaba yem ihtiyacının sadece meraya dayalı olarak karşılanmasının mümkün olmadığını ortaya koymaktadır. Sonuç olarak, meranın sürdürülebilirliği için çalı temizliği, münavebeli otlatma, fosforlu gübreleme ve sıvat gibi amenajman tedbirlerinin hızla devreye sokulması; eş zamanlı olarak tarım arazilerinde yem bitkileri yetiştiriciliğine yönelik ekonomik ve bilimsel desteklerin artırılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Otlatma Kapasitesi, Mera Durumu, Botanik Kompozisyon, İstilacı Bitkiler, Mera Amenajmanı.

VEGETATION STRUCTURE, GRAZING CAPACITY, AND SUSTAINABLE MANAGEMENT STRATEGIES OF A COMMUNAL RANGELAND: THE CASE OF KARABÜK GÖZLÜ VILLAGE

Abstract

This study was conducted in 2025 on a 34.4-hectare communal rangeland allocated for livestock production in Gözlü village, Eskipazar district, Karabük Province, to evaluate vegetation dynamics and establish baseline data for prospective rehabilitation and management projects. Rangeland vegetation attributes were surveyed across two distinct sections based on floristic similarities using the modified wheeled loop method, which factors in total shoot-foliage cover. The findings indicated that the entire ground surface was effectively stabilized by continuous vegetation, demonstrating high resilience to soil erosion and a "healthy" ecological status. Rangeland condition assessments revealed that while the first section (parcels 104/9 and 120/1) scored 51.98%, falling into the "moderate" class, the second section (parcels 103/26 and 110/2) scored 56.33%, classifying it in the "good" status. The botanical composition comprised 30.50% legumes and 29.50% grasses, whereas the canopy cover of invasive woody species (dominated by juniper, black pine, and rosehip) occupied 32.50% of the total area. High-quality decreaser species were characterized by *Onobrychis armena* (7.25%), *Chrysopogon gryllus* (4.91%), and *Dactylis glomerata* (3.75%). Conversely, nearly half of the increaser plants consisted of short-stature species such as *Festuca ovina* (7.87%), which limit cattle grazing efficiency due to their low-growth habit. Although the current livestock inventory of the village stands at 158 livestock units (LU), carrying capacity calculations based on regional precipitation patterns and canopy density demonstrated that the existing rangeland can only sustain approximately 8.5 LU for a standard grazing period. These results clearly show that relying solely on this rangeland to meet the roughage demands of the village herd is unfeasible. Consequently, to ensure rangeland sustainability, immediate management interventions—including woody plant control, rotational grazing, phosphorus fertilization, and the installation of watering troughs—must be integrated with extensive scientific and economic subsidies for cultivating high-yield forage crops on available arable lands.

Keywords: Carrying Capacity, Invasive Plants, Rangeland Condition, Rangeland Management, Vegetation Survey

1. GİRİŞ

Ülkemiz meralarından en yüksek düzeyde faydalanılması ve bu faydalanmanın sürdürülebilirliği, bu alanların bitki örtüsü ve ekolojik özelliklerinin bilinmesine, bu bilgilere dayanılarak da meraların verim ve otlatma kapasitelerinin doğru biçimde saptanmasına bağlıdır. Otlatma yönetimine ilişkin uygulamaların hayvan sayısı ve bitki örtüsünün yem üretim kapasitesiyle uyumlu hâle getirilebilmesi için bu bir zorunluluktur.

Bu çerçevede, Karabük ili, Eskipazar ilçesi, Gözlü köyünün ortak kullanımına tahsis edilmiş, toplam 34.4 ha alandan oluşan mera parsellerinde yürütülen bu çalışmanın temel amacı; mera alanının bitki örtüsü özelliklerini, botanik kompozisyonunu, mera durumu ve sağlık sınıfını belirlemek, mevcut hayvan profili ile meranın otlatma kapasitesini karşılaştırmak ve elde edilen bulgular ışığında meranın verimliliğini artırmaya yönelik olarak yapılacak ıslah ve amenajman projesi için gerekli temel verileri ortaya koymaktır.

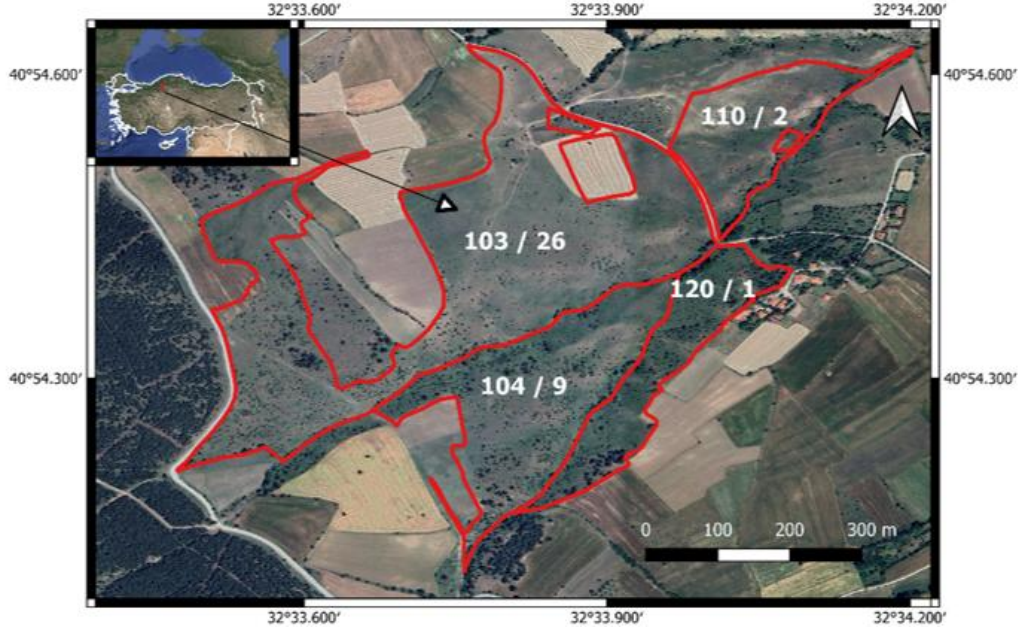
Ortalama 1025 m rakıma sahip olan, topografyası engebeli olmakla birlikte düz alanların yanı sıra %20'lere kadar varan eğimli kesimleri de bulunan çalışma alanı, Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre yarı kurak, az nemli iklim sınıfında yer almakta olup (Bölük, 2016) yıllık ortalama sıcaklık 13.8 °C ve toplam yağış miktarı 487.5 mm'dir. Yaz döneminde sıcaklığın en yüksek, yağışın ise en düşük düzeye inmesi, bölge meralarında belirgin bir kuraklık baskısı oluşturmaktadır; serin iklim yem bitkilerinin yılın belli dönemlerinde gelişimini durdurarak kaba yem üretimini sınırlandırmaktadır. Gözlü köyünde kültür sığır ırklarından 175, koyun ırklarından 520 ve keçi ırklarından 7 adet olmak üzere toplam 158 hayvan birimi hayvan varlığı bulunmaktadır (Anon., 2025).

Çalışma alanı, yarı kurak ve az nemli iklim özelliği ile bölgede yaygın olan engebeli topoğrafya ve belirgin çalı-ağaç istilasası birlikte değerlendirildiğinde, bu alandan elde edilecek veriler ve bu verilerden hareketle yapılacak olan amenajman ve ıslah planlamaları, benzer ekolojik koşullara sahip meraların sürdürülebilir yönetimi için temsili bir örnek oluşturacaktır. Meranın taşıma kapasitesi ile köyün mevcut hayvan varlığı arasındaki ilişkinin somut verilerle ortaya konulması, meraya dayalı hayvancılığın sürdürülebilirliğine ilişkin çıkarımlar sunması bakımından hem yerel hem de ulusal düzeyde katkı sağlaması beklenmektedir.

2. MATERYAL VE METOT

Araştırma; Karabük ili, Eskipazar ilçesi, Gözlü köyüne tahsisli, toplam 34.4 ha alandan oluşan 103/26, 110/2, 104/9 ve 120/1 numaralı mera parsellerinde yürütülmüştür (Şekil 1 ve 2). Ortalama 1025 m rakıma sahip çalışma sahasının topografyası engebeli olup, düz alanlar yanında % 20'lere kadar varan eğimli alanlar da mevcuttur.

Parsellerin belli bölümlerinde çalı ve ağaç yoğunluğu belirginlik göstermektedir. Vejetasyon etütleri, parseller arasındaki floristik benzerlikler dikkate alınarak 103/26 ile 110/2 ve 104/9 ile 120/1 numaralı parseller iki ayrı kesim olarak birlikte etüt edilmişlerdir.



Şekil 1. Gözlü köyü mera parsellerinin görünümü

Çalışmada bitkilerin teşhis edilmesi ve botanik kompozisyonundaki oranlarının belirlenmesi, bitkilerin büyük çoğunluğunun çiçeklenme evresine ulaştığı 10.Haziran.2025 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın yapıldığı tarih itibarıyla merada henüz hayvan otlatılmaya başlanılmamıştır. Ölçümler, modifiye edilmiş tekerlekli lup (halka) aletiyle bitkilerin bütün toprak üstü organlarının dikkate alındığı esasa göre Aydın ve Uzun (2002) ile Koç ve Çakal (2004)'ın da ifade ettiği şekilde yapılmıştır (Şekil 1 ve 2). Buna göre, bitki türlerinin vejetasyondaki dağılımı ve alanın fiziki şekli dikkate alınarak eğim yönüne paralel olacak şekilde her kesim için dört farklı hatta 400 okuma yapılmıştır. Bitkilerin teşhis edilmesinde, Davis (1970) ve Serin (2008)'den faydalanılmıştır.



Şekil 2. Gözlü köyü mera parsellerinden görünüm



Şekil 3. Lup yöntemi ile vejetasyon etüdü çalışması

Etüt çalışmasında vejetasyondaki bitkiler, otsu, çalı-ağaç türleri, taşlık ve çıplak alan oranları ayrı ayrı not alınmıştır. Daha sonra otsu bitkiler; azalıcı, çoğalıcı ve istilacılar olmak üzere sınıflandırılmışlardır. Alanın “Mera Durumu”, azalıcıların tamamı ve çoğalıcıların ise % 20’si dikkate alınarak ve (Koç ve ark., 2003) ile Holechek ve ark. (2010)’nın ifade ettiği ve Mera Yönetmeliğinin, 2. Bölüm (Uygulama normları), 6/c maddesindeki kriterlere göre yapılmıştır (Anonim, 1998, Tablo 1). Bitki örtüsünün yine yaprak alanı esasına göre toprağı örtme oranları ve buna göre mera sağlığı sınıflamasında kullanılacak olan sınır değerler Koç ve ark. (2003)’nın ifade ettiği şekliyle yine Tablo 1’de verilmiştir.

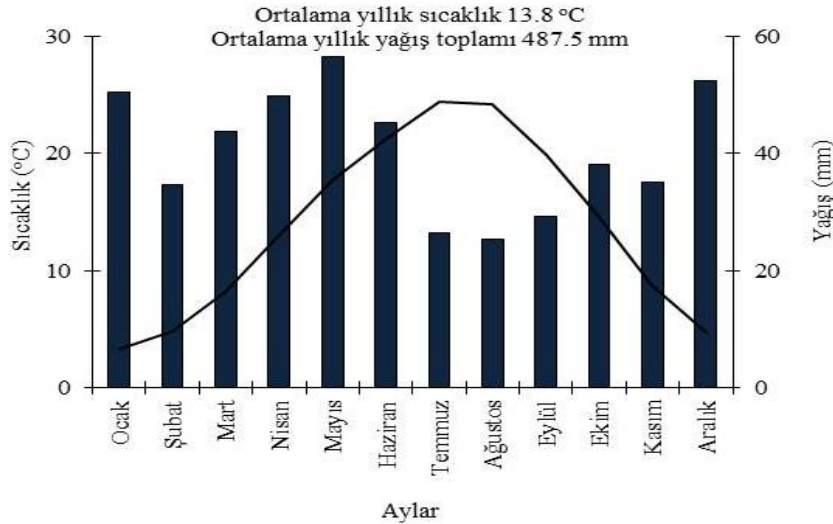
Her bir bitki türüne ait sayısal veriler, vejetasyonda yer alan toplam bitki sayısına oranlanarak türlerin botanik kompozisyondaki yüzdeleri hesaplanmıştır.

Tablo 1. Vejetasyonda yer alan azalıcı ve çoğaltıcı bitki türlerinin oranlarına göre mera durumu sınıfını gösterir sınıflama değerleri

Azalıcı + Çoğaltıcı bitki türlerinin oranı (%)	Mera durumu	Bitki örtüsünün toprağı kaplama oranı (%)	Mera sağlığı
76-100	Çok İyi	..>70	Sağlıklı
51-75	İyi	56-70	Riskli
26-50	Orta	..<55	Sorunlu
0-25	Zayıf		

Gözlü köyünde büyükbaş hayvan varlığı kültür sığır ırklarından 175 adet, küçükbaş hayvan varlığı koyun ırklarından 520 adet keçi ırklarından ise 7 adet bulunmaktadır (Anon., 2025).

Karabük ilinin iklim verileri incelendiğinde, yıllık ortalama sıcaklığın 13.8 °C ve toplam yağış miktarının ise 487.5 mm olduğu görülmektedir (Şekil 4). Gözlü köyü Thornwaite iklim sınıflandırmasına göre yarı kurak az nemli iklim sınıfında yer almaktadır (Bölük ve ark., 2023).



Şekil 4. Karabük ilinde gerçekleşen uzun yıllar ortalamalarına ilişkin (1965-2025) sıcaklık (—) ve yağış (■) diyagramı

İklim diyagramı verilerine göre, en yüksek sıcaklık değerlerine Temmuz ve Ağustos aylarında ulaşılırken, aynı dönemde yağış miktarlarının yılın en düşük seviyelerine gerilediği görülmektedir (Şekil 4). Bu durum, özellikle yaz periyodunda bölge meralarında belirgin bir kuraklık baskısı oluşturmakta ve serin iklim yem bitkilerinin gelişimini durdurarak kaba yem üretimini sınırlayan temel faktör olarak ortaya çıkmaktadır. Yağışın yıl içerisindeki dağılımı analiz edildiğinde, maksimum yağışların Mayıs ve Aralık aylarında yoğunlaştığı

görülmektedir. Sıcaklık verileri ile birlikte değerlendirildiğinde özellikle ilkbahar aylarında düşen yağışların mera verimliliği üzerinde doğrudan belirleyici olduğu anlaşılmaktadır. Aralık ve Ocak ayında düşen yağışlar ise sıcaklıkların bitki gelişimi için düşük kalması nedeniyle bitki gelişimi açısından yetersiz olmakta, sadece toprak rezervini artırıcı fayda sağlayabilmektedir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Mera Alanının Bitki ile Kaplılık Oranları

Mera bitki örtüsü içerisinde yer alan otsu ve çalı-ağaç türlerinin oranları Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Mera alanının bitki ile kaplılık durumu (%)

Parsel No	Otsu bitki ile kaplılık (%)	Çalı-ağaç ile kaplılık (%)	Taşlık/Boş alan (%)
104/9-120/1	100	30	0
103/26-110/2	100	35	0

Mera alanının yüzeyinin tamamı otsu bitki türleri ile kaplı olduğu, büyük çoğunluğunu ardıç, karaçam, kuşburnu, alıç ve söğüt türlerinin oluşturduğu çalı-ağaç katının ise mera kesimlerine göre % 30 ve % 35 kadar bir yüzey örttüğü, taş ve boş toprak yüzeyinin olmadığı görülmüştür. Bu verilere göre mera alanı “sağlıklı” bir bitki örtüsü ile kaplı olup, toprak varlığının her türlü erozyona karşı dirençli bir yapıya sahip olduğu söylenebilir.

3.2. Mevcut Bitki Örtüsünü Oluşturan Otsu Türler ve Mera Durumu Sınıfı

Mera durumunu gösterir Tablo 3 aşağıdadır.

104/9 ve 120/1 numaralı parsellerde azalıcı türlerin oranı % 26.66, çoğaltıcı türlerin oranı %25.32 ve istilacı türlerin oranı %48.02 dir. Bu iki parselin mera durumu sınıfı “orta”dır ($\% 26.66 + \% 20.00 = \% 46.66$; Tablo 1). 103/26 ve 110/2 numaralı parsellerde azalıcı türlerin oranı % 35.91, çoğaltıcı türlerin oranı % 20.42 ve istilacı türlerin oranı % 43.67’dir. Bu iki parselin mera durumu sınıfı 55.91 “iyi”dir ($\% 35.91 + \% 20.00 = \% 55.91$; Tablo 1).

Tablo 3. 104/9 ve 120/1 numaralı parsellerin azalıcı ve çoğalıcı bitki türlerinin adları ve bu türlerin botanik kompozisyonundaki oranları

Türler	Oran (%)	Türler	Oran (%)
Azalıcılar			
<i>Dactylis glomerata</i>	5.33	<i>Sanguisorba minor</i>	1.33
<i>Chrysopogon gryllus</i>	4.89	<i>Lotus corniculatus</i>	0.89
<i>Poa pratensis</i>	3.56	<i>Onobrychis cana</i>	0.89
<i>Medicago sativa</i>	2.67	<i>Trifolium pratense</i>	0.89
<i>Koeleria cristata</i>	1.78	<i>Medicago falcata</i>	0.44
		<i>Trifolium</i>	0.44
<i>Onobrychis armena</i>	1.78	<i>fragiferum</i>	0.44
<i>Lolium perenne</i>	1.33	<i>Trifolium repens</i>	0.44
Toplam			26.66
Çoğalıcılar			
		<i>Plantago</i>	
<i>Dorycnium graecum</i>	8.44	<i>lanceolata</i>	1.33
<i>Festuca ovina</i>	8.00	<i>Teucrium polium</i>	1.33
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	3.11	<i>Plantago major</i>	0.89
<i>Cynodon dactylon</i>	1.78	<i>Coronilla varia</i>	0.44
Toplam / Total			25.32
Genel toplam / Grand total			51.98

Tablo 4. 104/9 ve 120/1 numaralı parsellerin istilacı bitki türlerinin adları ve bu türlerin botanik kompozisyonundaki oranları

Türler	Oran (%)	Türler	Oran (%)
İstilacılar			
<i>Medicago lupulina</i>	4.76	<i>Polygala supina</i>	1.59
<i>Astragalus lydius</i>	3.67	<i>Taraxacum officinale</i>	1.59
<i>Ranunculus bulbosus</i>	3.67	<i>Aegilops columnaris</i>	0.79
<i>Globularia orientalis</i>	3.17	<i>Astragalus odoratus</i>	0.79
<i>Teucrium chamaedrys</i>	3.17	<i>Aurinia rupestris</i>	0.79
		<i>Brachypodium</i>	
<i>Blysmus compressus</i>	3.17	<i>distachyon</i>	0.79
<i>Alyssum huetii</i>	2.39	<i>Centaurea cyanus</i>	0.79
<i>Potentilla recta</i>	2.19	<i>Eryngium campestre</i>	0.74
<i>Taraxacum aleppicum</i>	2.19	<i>Minuartia juniperina</i>	0.74
<i>Achillea biserrata</i>	1.69	<i>Pedicularis comosa</i>	0.69
<i>Astragalus lineatus</i>	1.69	<i>Thymus longicaulis</i>	0.69
<i>Bellis perennis</i>	1.69	<i>Trifolium subterraneum</i>	0.65
<i>Euphorbia palustris</i>	1.69	<i>Veronica chamaedrys</i>	0.65
<i>Galium album</i>	1.59		
Toplam			48.02

Tablo 5. 103/26 ve 110/2 numaralı parsellerin azalıcı ve çoğalıcı bitki türlerinin botanik kompozisyonundaki oranları

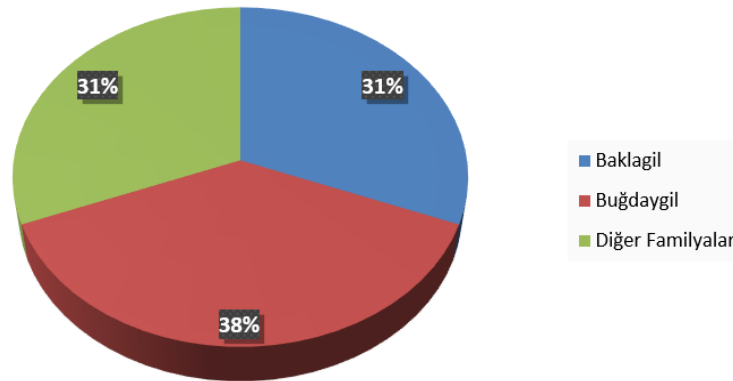
Türler	Oran (%)	Türler	Oran (%)
Azalıcılar			
<i>Onobrychis armena</i>	12.68	<i>Dactylis glomerata</i>	2.11
<i>Sanguisorba minor</i>	5.63	<i>Koeleria cristata</i>	1.41
<i>Chrysopogon gryllus</i>	4.93	<i>Lolium perenne</i>	0.70
<i>Onobrychis cana</i>	4.23	<i>Lotus corniculatus</i>	0.70
<i>Medicago sativa</i>	2.82	<i>Poa pratensis</i>	0.70
Toplam		35.91	
Çoğalıcılar			
<i>Festuca ovina</i>	7.75	<i>Teucrium polium</i>	2.11
		<i>Plantago</i>	
<i>Dorycnium graecum</i>	5.63	<i>lanceolata</i>	1.41
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	2.82	<i>Cynodon dactylon</i>	0.70
Toplam		20.42	
Genel toplam		56.33	

Tablo 6. 103/26 ve 110/2 numaralı parsellerin istilacı bitki türlerinin botanik kompozisyonundaki oranları

Türler	Oran (%)	Türler	Oran (%)
İstilacılar			
<i>Globularia orientalis</i>	7.05	<i>Bellis perennis</i>	0.90
<i>Helianthemum nummularium</i>	2.82	<i>Centaurea depressa</i>	0.90
<i>Hypericum pseudolaeye</i>	2.82	<i>Centaurea iberica</i>	0.90
<i>Teucrium chamaedrys</i>	2.11	<i>Convolvulus calvertii</i>	0.90
<i>Astragalus lydius</i>	2.11	<i>Crepis armena</i>	0.90
<i>Brachypodium distachyon</i>	2.11	<i>Euphorbia palustris</i>	0.70
<i>Eryngium campestre</i>	1.41	<i>Galium album</i>	0.70
		<i>Geranium asphodeloides</i>	0.70
<i>Astragalus globosus</i>	1.41	<i>Linum strictum</i>	0.70
<i>Linum tenuifolium</i>	1.41	<i>Medicago minima</i>	0.70
<i>Plantago lagopus</i>	1.41	<i>Minuartia hirsuta</i>	0.70
<i>Polygala supina</i>	1.41	<i>Myosotis arvensis</i>	0.70
<i>Potentilla recta</i>	0.90	<i>Onosma bornmuelleri</i>	0.70
<i>Achillea biserrata</i>	0.90	<i>Taraxacum officinale</i>	0.70
<i>Adonis aestivalis</i>	0.90	<i>Thymus longicaulis</i>	0.70
<i>Aegilops columnaris</i>	0.90	<i>Salvia brachyantha</i>	0.70
<i>Anthemis tinctoria</i>	0.90		
<i>Aurinia rupestris</i>	0.90		
Toplam		43.67	

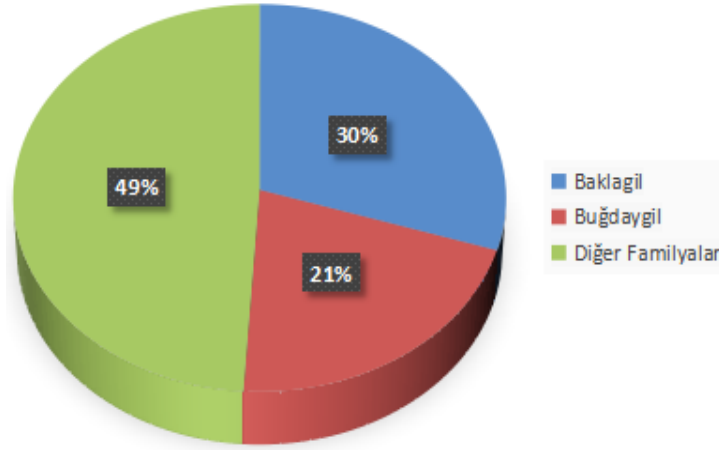
3.3. Mera Vejetasyonunu Oluşturan Bitki Türlerinin Familyalarına Göre Dağılımı

104/9 ve 120/1 numaralı parsellerin baklagil familyasına ait bitkiler %31, buğdaygil familyasına ait bitkiler %38 ve diğer familyalara ait bitkilerin oranı ise %31 dir (Şekil 5).



Şekil 5. 104/9 ve 120/1 numaralı parsellerin bitki türlerinin familyalara göre dağılımı

103/26 ve 110/2 numaralı parsellerin baklagil, buğdaygil ve diğer familyalara ait bitki türleri ise sırasıyla %30, %21 ve %49'dur (Şekil 5).



Şekil 6. 103/26 ve 110/2 numaralı parsellerin bitki türlerinin familyalara göre dağılımı

Mera vejetasyonunda yer alan baklagil familyasına ait bitki türlerinin oranları Sanderson ve ark. (2013) ile Phelan ve ark. (2015)'na göre ideale yakındır. Ancak buğdaygiller familyasına ait oranlar istenilen oranların altındadır.

3.4. Üretilen Kaba Yemin Meraya Dayalı Hayvancılık Sisteminde İhtiyacı Karşılayıp Karşılamadığı

Her iki mera kesiminin bitki örtüsünün sıklığı bakımından “sağlıklı”, mera kesimlerinin mera durumu sınıflarının ise “orta” ve “iyi”, meranın aldığı yıllık yağış miktarının da 487.5 mm olduğu dikkate alındığında, her iki mera kesiminin otlatma gücü değerleri sırasıyla 1.1 ve 1.6'dır. Karadeniz Bölgesi için otlatma periyodu yıllık 6 ay olarak kabul edilmektedir. Buna göre “sağlıklı” ve “orta” mera durumlu merada 1 hayvan birimi (HB) için gerekli alan $6/1.1 = 4.5$ ha, “iyi” durumdaki mera için ise $6/1.6 = 3.75$ ha'dır (Altın ve ark., 2011). Bu rakamlara göre Gözlü köyüne tahsisli olan 34.4 ha'lık mera alanı, meraya dayalı olarak yapılacak hayvancılık sisteminde yaklaşık 8.5 HB'ne ancak yetmektedir (Mera alanı / Bir hayvan için ihtiyaç duyulan mera alanı).

Bu sonuca göre 175 adet büyükbaş ve 527 adet küçükbaş hayvan varlığına sahip olan Gözlü köyünün meraya dayalı hayvancılık yapabilmesi mümkün görünmemektedir. Mera yanında ilave kaba yem kaynaklarına ihtiyaç duyulduğu açıktır.

3.5. Mera Parsellerinde Yapılabilecek Islah ve Amenajman Çalışmaları

3.5.1. Yabancı Bitki Mücadelesi: Mera parsellerinde öncelikle otsu vejetasyonu baskılayan çalı ve ağaç formundaki türlerin temizlenmesi gerekmektedir. Aksi taktirde doğal süksesyon neticesinde meraların niteliğini kaybederek ormana dönüşmesi kaçınılmazdır. Ardiç, karaçam, kuşburnu ve alıç gibi türler başta mekanik mücadele olmak üzere uygun bir yöntemle parsellerden uzaklaştırılmalıdır. Buna karşılık söğüt gibi hayvanlar

tarafından daha lezzetli bulunan ve yenilebilen dikensiz ağaçların (Anon., 2021), gölgelik alan oluşturma, kaşınma ihtiyacını karşılama ve gerektiğinde yem kaynağı sağlama amacıyla korunmaları faydalı olacaktır. Köyde 7 adet olarak bildirilen keçi sayısının artırılması bu hayvanlar tarafından yüksek derecede lezzetli bulunan kuşburnu ve orta derecede lezzetli bulunan alıç gibi bitkilerin baskılanması ve çoğalmalarının önlenmesine katkıda bulunacaktır (Holst and Simmonds, 2000). Ancak meradaki ardıç ve karaçamların kontrolünde keçilerin etkin olamadıkları bilinmektedir (Beskow, 2001). Bu nedenle bazı yabancı otların kontrolünde çobanlardan da faydalanılabilir. Bu noktada çobanların nacak ve girebi gibi yabancı otları ve istilacı çalıları keserek kontrol edebilecekleri aletleri bulundurmaları ve hayvan otlatırken mera ıslahı kapsamında kullanımlarının teşviki faydalı olabilecektir. Ancak ardıç ve karaçam gibi meralar için istilacı karakterde olan ağaçların kesimi için Orman Müdürlüğü'nden resmi izin alınması gerekmektedir (Elvan, 2013).

3.5.2. Temizlik Biçimi: Her otlatma sezonunda hayvanlar tarafından otlanılmayan bitkiler temizlik biçimiyle çoğunluğunun ileri çiçeklenme döneminde en azından tamburlu biçme makinesi ve benzeri bir alet ile biçimi, vejetasyondaki istilacı bitkilerin varlıklarını artırmalarına engel olabilecektir (Uzun ve ark., 2010). Aksi taktirde otlanma baskısına maruz kalan kaliteli yem bitkileri, otlanılmayan istilacı bitki türleri ile rekabette dezavantajlı bir duruma düşecek ve her geçen yıl vejetasyonun kalitesi azalacaktır.

3.5.3. Sosyal Faaliyetler ile Köy Sakinlerinin Onore Edilmeleri: Köyde hayvancılık yapan insanımızın motivasyonlarının artırılması, meralarda yapılacak amenajman ve ıslah faaliyetlerine katılımlarının teşviki bakımından çobanlar ile yakın diyalogun devamı çok önemlidir. Zaman zaman masraflarını mera fonundan karşılamak üzere organizasyonlar yapılarak örneğin bir yemekte çayır mera ve yem bitkileri müdürü ve diğer mera ile ilgili bürokratların çoban ve aileleriyle birlikte yürütülen mera ıslah çalışmalarının değerlendirildiği, fikir teatisinde bulunduğu yemek organizasyonları şeklinde zaman geçirmeleri, ıslah ve amenajman çalışmalarının başarısını artırmanın yanı sıra, bu insanların motivasyonlarını artıracak, sosyal statülerine artı değer katabilecektir. Bu nedenle tarımsal üretimin sürdürülebilirliğinin sağlanması adına sosyal açıdan desteklenmesi de önem taşımaktadır (Şen ve Kaleli, 2002).

3.5.4. Gübreleme: Azotlu gübrelemenin buğdaygillerin büyümesini teşvik ederken baklagillerin gelişimini baskıladığı (Lee ve Lee, 2000), buna karşın meralarda baklagil bitkilerinin büyümesinin fosforlu gübrelerle artırılacağı Snyman, (2002) tarafından bildirilmiştir. Kalmbacher ve Martin (1996) ile Aydın ve Uzun (2005) ise kombine N ve P uygulamalarının buğdaygilleri teşvik ederken, baklagillerde aynı oranda etkiye bulunmadığını, azotun buğdaygilleri teşvik edici etkisinin fosforun baklagilleri teşvik edici etkisinden çok daha fazla olduğunu ifade etmişlerdir. Heckman (2018), vejetasyonda % 25'in üzerinde baklagil olması durumunda

azotlu gübre ihtiyacının biyolojik azot fiksasyonu yoluyla karşılanabileceğini ifade etmiştir. Koenig (2002) ile Brummer ve ark. (2011) ise meralarda otlanılan otlar ile birlikte topraktaki besin maddelerinde azalma olsa da hayvanların gübre ve idrarlarıyla bunların % 85-90 kadarının meraya geri döndüğünü belirtmişlerdir. Tüm bu bilgiler dikkate alınarak Gözlü köyü merasında azotlu gübrelemeye gerek olmadığı ancak vejetasyondaki baklagillerin oranlarının % 40'a yükselecek kadar fosforlu gübreleme yapılmasının faydalı olacağı söylenebilir (Sanderson ve ark., 2013). Meraya kafes konularak meranın ot verimini ve topraktaki mevcut besin maddelerini belirleyerek atılacak gübre miktarının en doğru şekilde belirlenmesi sağlanabilir (Kaiser, 2023). Tüm bunlardan sonra doğru miktar ve formda bir şekilde gübrelenen meradaki besin elementlerinin miktarının kolay kolay değişmeyeceği gerçeğinden hareketle 3 yıl kadar sonra tekrar toprak analizi yapılarak gübre ihtiyacının yeniden belirlenmesi yeterli olacaktır (Koenig, 2002)..

3.5.5. Otlatmayı Düzenleyici Yapı ve Tesisler: Mera parselinde hayvanların su ihtiyacının karşılanması için sıvata ihtiyaç bulunmaktadır. Suya erişim için en uzun mesafe 250 m olacak şekilde mera parsellerinin uygun yerlerine sıvat konulması faydalı olacaktır (Gerrish ve ark. 2019). Otlatmayı düzenleyici yapı ve tesislerin yerlerinin belirlenmesinde mutlaka meradan yararlanan üreticilerle görüşülmeli, onların tavsiyeleri dikkate alınarak gölgelik ve sıvat sayısı ile bu yapıların yerleri planlanmalıdır. Mera parsellerinin tamamında bulunan ağaçların özellikle mera envali sayılmayan ağaçlardan örneğin söğütlerin sökülmeyle gölgelik olarak ve kaşınma kazığı olarak kullanım için bırakılmasında yarar görülmektedir. Ağaç altları bilindiği üzere sıcak günlerde evaporasyon yapmaları sebebiyle daha serin bir ortam oluşturdukları için hayvanlar tarafından yapay gölgeliklere tercih edilmektedir (Frost ve ark., 1991; Scholtz ve ark., 2021). Ağaçlar hem de meranın değişik yerlerinde bırakıldıklarında hayvanların hep aynı gölgelikte toplanmaları sebebiyle bu alanların aşırı otlanma ve çığnenme gibi olumsuzluklara maruz kalma zararı minimuma inecektir.

3.5.6. Otlatmanın Planlanması: Otlatma yapılırken Tarım Bakanlığı tarafından ilan edilen otlatma tarihlerine uyulması, meranın kapasitesine uygun miktarda hayvan ile otlatılması, mera parselinin münavebeli otlatma yapacak şekilde planlanmasında yarar görülmektedir. Mera parsellerinin bölümlere ayrılması ve bir parselde ot boyları ortalama 5-6 cm kalana kadar otlatılması ve bu yüksekliğe düştüğünde diğer parselde geçilmesi alandan optimum faydalanma anlamında yararlı olacaktır (Reynolds, 2020). Mera parsellerinin münavebeli otlatma için bölümlere ayrılması ve etraflarının çevrilmesi seçici otlamanın önlenmesi ve tüm bitkiler üzerine otlatma baskısının daha homojen dağılımı için faydalıdır ve bu işlem mera sürdürülebilirliğine pozitif katkı sağlayacaktır (Uzun ve Acar, 2025).

KAYNAKLAR

- Altın M, Gökkuş A, Koç A. 2011. Çayır ve Mera Yönetimi. 1. Cilt (Genel İlkeler). Baskı: Onur Grafik. Topkapı, İstanbul.
- Anonim. 2021. Grazing management and foraging behaviour. Scottish Forestry. <https://www.forestry.gov.scot/woodland-grazing-toolbox/grazing-management/foraging/palatability-and-resilience-of-native-trees> (Erişim: 08.08.2026).
- Anonim. 2025. Hayvan ara. TC. Tarım ve Orman Bakanlığı. 2025. <https://hbsapp.tarbil.gov.tr/Modüles/TURKVET/Pages/Animal/CM/BSearchAnimal.aspx> (Erişim: 08.11.2025).
- Aydın F, Uzun F. 2002. Çayır-Mera Amenajmanı ve Islahı. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ders Kitabı No:9. Samsun.
- Aydın İ, Uzun F. 2005. Nitrogen and phosphorus fertilization of rangelands affects yield, forage quality and the botanical composition. European Journal of Agronomy, 23(1): 8-14.
- Beskow WB. 2001. Integration of goats into sheep and cattle grazing systems as a permanent weed control tool. PhD Thesis, Massey University, Institute of Natural Resources, 206 p, New Zealand.
- Bölük E. 2016. Thornthwaite İklim Sınıflandırmasına Göre Türkiye İklimi. Ankara, Araştırma Dairesi Başkanlığı Klimatoloji Şube Müdürlüğü. https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim_siniflandirmalari/koppen.pdf. (Erişim: 02.04.2025).
- Brummer JE, Davis JG, Booher MR. 2011. Fertilizing Cool Season Grass and Grass/Legume Mixtures. Colorado State University Extension. Crop Series/Soil. Fact Sheet No: 0522. https://scholar.google.com/scholar?hl=tr&as_sdt=0%2C5&q=Brummer%2C+J.E.%2C+J.G.+Davis%2C+and+M.R.+Booher%2C+Fertilizing+Cool+Season+Grasss+and+Grass%2FLegume+Mixtures.+Colorado+State+University+Extension.++&btnG= (Erişim: 08.09. 2026).
- Davis PH. 1970. Flora of Turkey and East Aegean Islands. Cilt: 3: 518-531, University Press, UK: Edinburgh.
- Elvan O. 2013. Orman sınırları dışında, kent içi alanlarda ağaç ve ağaççıkların kesilmesinin hukuki olarak incelenmesi. Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University, 63(2): 71-83.
- Frost WE, McDougald NK, Demment MW. 1991. Blue oak canopy effect on seasonal forage production and quality. University of California Cooperative Ext. <https://oaks.cnr.berkeley.edu/blue-oaks-forage-production-and-quality/> (Erişim: 28.09.2026).

- Gerrish JR, Peterson PR, Morrow RE. 2019. Distance cattle travel to water affects pasture utilization rate. Missouri University Extension Service. https://www.uvm.edu/d10-files/documents/2024-10/Gerrish_distance_to_water.pdf (Eriřim: 08.09.2026).
- Heckman J. 2018. Soil fertility recommendations for producing grass hay. Cooperative Extension Fact Sheet. FS1295. New Jersey Agricultural Experiment Station, 2018. <https://njaes.rutgers.edu/fs1295/#:~:text=The%20most%20commonly%20grown%20species,ton%20of%20expected%20hay%20yield> (Eriřim: 01.10.2026).
- Holechek JL, Pieper RD, Herbel CH. 2010. Range Management: Principles and Practices (6th Edition). Prentice Hall, One Lake Street, Upper Saddle River, 444 p, Amsterdam.
- Holst PJ, Simmonds HE. 2000. Palatability of weeds to goats in Australia, Proceedings of the 7th International Conference on Goats, 111-113, 15-21 May, France.
- Kaiser DE. 2023. Fertilizing hay and pasture grasses. University of Minnesota Extension. <https://extension.umn.edu/crop-specific-needs/grasses-hay-pasture-fertilizer> (Eriřim: 08.08.2026).
- Kalmbacher R, Martin F. 1996. Shifts in botanical composition of flatwoods range following fertilization. Journal of Range Management, 49: 530-534.
- Koç A, Çakal Ş. 2004. Comparison of some rangeland canopy coverage methods. International Soil Congress Natural Resource Management for Sustainable Development, 41-45, 7-10 June, Erzurum.
- Koç A, Gökkuş A, Altın M. 2003. Mera durumu tespitinde dünyada yaygın olarak kullanılan yöntemlerin mukayesesi ve Türkiye için bir öneri. Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi, 36-42, 13-17 Ekim, Diyarbakır.
- Koenig R, Nelson M, Barnhill J. 2002. Fertilizer management for grass and grass-legume mixtures. Utah University Extension, 2002. AG-FG-003. https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1008&context=extension_histall (Eriřim: 01.10.2026).
- Lee HS, Lee ID. 2000. Effect of N fertilizer levels on the dry matter yield, quality and botanical composition in 8-species mixtures. Korean Journal of Animal Science, 42:727-734.
- Phelan P, Moloney AP, McGeough EJ, Humphreys J, Bertilsson J, O'riordan EG, O'Kiely P. 2015. Forage legumes for grazing and conserving in ruminant production systems. Critical Reviews in Plant Sciences, 34(1-3): 281-326.
- Reynolds M. 2020. Never-Fail Rules for Grazing. Grazing Management. NRCS.

- Sanderson MA, Brink G, Stout R, Ruth L. 2013. Grass–legume proportions in forage seed mixtures and effects on herbage yield and weed abundance. *Agronomy Journal*, 105(5): 1289-1297.
- Scholtz R, Fuhlendorf SD, Uden DR, Allred BW, Jones MO, Naugle DE, Twidwell D. 2021. Challenges of brush management treatment effectiveness in southern Great Plains, United States. *Rangeland Ecology & Management*, 77: 57-65.
- Serin Y. 2008. Türkiye'nin Çayır ve Mera Bitkileri. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü Yayınları, 486 s, Ankara.
- Snyman HA. 2002. Short-term response of rangeland botanical composition and productivity to fertilization (N and P) in a semi-arid climate of South Africa. *Journal of Arid Environments*, 50(1): 167-183.
- Şen A, Kaleli N. 2002. Bilgi toplumu işletmelerinde sosyal sorumluluk. 1. Ulusal Bilgi, Ekonomi ve Yönetim Kongresi, İzmit.
- Uzun F, Garipoğlu A, Algan D. 2010. Meralarımızda görülen sarı peygamber çiçeği (*Centaurea solstitialis* L.)'nin bitkisel özellikleri ve kontrolü. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 25(3): 213-222.
- Uzun F, Acar B. 2025. Nemli Mezotermal İklim Kuşağındaki Meraların İstilacı Bitki Türleri Tarafından İstilas: Dırazlar Merası Örneği. *International Journal of Life Sciences and Biotechnology*, 9(2): 124-133.

DEV KRAL OTU (PAKCHONG 1)'NUN NEMLİ ILIMAN İKLİM KUŞAĞINDAKİ ADAPTASYON YETENEĞİ, VERİMİ VE BESİN DEĞERİ

Yusuf ULAŞ¹ / Naz AKGÜN² / Ferat UZUN³

¹Çayleyik Köyü, Tekkeköy, Samsun, Türkiye, ulas19049@gmail.com, ORCID: 0009-0009-8004-8613

^{2,3}Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Samsun, Türkiye

²horunaz.erdogan@omu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-8138-7910

³fuzun@omu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-7389-5835

Özet

Bu araştırma, tropik kökenli bir C4 bitkisi olan Pakchong 1 dev kral otu çeşidinin (*Pennisetum purpureum* × *Pennisetum americanum*) nemli ılıman iklim ve killi toprak koşullarındaki adaptasyon kabiliyetini, verimini ve besin değerini belirlemek amacıyla 2024–2025 vejetasyon dönemlerinde Samsun (Tekkeköy) ili çiftçi şartlarında yürütülmüştür. Deneme, sulanabilir bir alanda tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak tesis edilmiştir. Çalışmanın ilk yılında 58, 34 ve 57 günlük aralıklarla üç biçim yapılmış; biçim sırasına göre sırasıyla 7.150, 8.650 ve 10.210 kg da⁻¹ yaş ot verimi elde edilmiştir. İlk yılın toplam yaş ve kuru ot verimleri sırasıyla 26.010 ve 4.109 kg da⁻¹ olarak hesaplanmıştır. İkinci yılda (2025), Nisan ayındaki ekstrem düşük sıcaklık baskısı nedeniyle ilkbahar sürümü gecikmiş olsa da bitki yeniden sürmüş; gerçekleştirilen iki biçimde sırasıyla 12.240 ve 15.325 kg da⁻¹ yaş ot verimi sağlamıştır. İkinci yılın toplam yaş ve kuru ot verimleri ise sırasıyla 27.565 ve 4.250 kg da⁻¹ olarak saptanmıştır. Yem kalitesine yönelik laboratuvar analizlerinde, ilk yıl biçimlerine göre ham protein (HP) oranları %8.32, %7.60 ve %6.46; ADF değerleri %40.80, %41.52 ve %45.71; NDF değerleri ise %68.10, %70.75 ve %75.42 olarak ölçülmüştür. Vejetasyon dönemi ilerledikçe artan lif içeriği (ADF ve NDF), nispi yem değerinin (NYD) gerilemesine neden olmuş ve ot kalitesi "fakir" ile "ıskarta" sınıflarında yer almıştır. Elde edilen bulgular, Pakchong 1 çeşidinin Karadeniz iklim kuşağında yüksek bir biyokütle üretim potansiyeline ve hasat sonrası hızlı yeniden sürme yeteneğine sahip olduğunu göstermektedir. Ancak, bitkinin kaba yem kalitesindeki lifli yapının yüksek, protein oranının ise görece sınırlı olması nedeniyle, hayvan beslemede tek başına kullanılmasından ziyade rasyon dengelenerek kullanılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Hayvan besleme, kaba yem, maralfalfa, nispi yem değeri, sindirilebilir kuru madde

ADAPTATION ABILITY, YIELD, AND NUTRITIVE VALUE OF GIANT KING GRASS (PAKCHONG 1) IN A HUMID TEMPERATE CLIMATE ZONE

Özet

This research was conducted under farmer conditions in Tekkeköy, Samsun, during the 2024–2025 growing seasons to determine the adaptation ability, yield, and nutritive value of Pakchong 1, giant king grass cultivar (*Pennisetum purpureum* × *Pennisetum americanum*) of tropical origin, under humid temperate and clayey soil conditions. The experiment was established in a randomized complete block design with three replications in an irrigable field. In the first year of the study, three harvests were performed at 58, 34, and 57 day intervals, yielding 7.150, 8.650 and 10.210 kg da⁻¹ of fresh forage in order of harvest sequence. Total fresh forage and hay yields for the first year were calculated as 26.010 and 4.109 kg da⁻¹, respectively. In the second year (2025), although spring sprouting was delayed due to the extreme low temperature stress in April, the plants regrew and provided fresh forage yields of 12.240 and 15.325 kg da⁻¹ in the two subsequent harvests. Total fresh forage and hay yields of the second year were determined as 27.565 and 4.250 kg da⁻¹, respectively. In laboratory analyses for forage quality, crude protein (CP) ratios across the first-year harvests were measured as 8.32%, 7.60%, and 6.46%; ADF values as 40.80%, 41.52%, and 45.71%; and NDF values as 68.10%, 70.75%, and 75.42%, respectively. As the growing period advanced, the increasing fiber content (ADF and NDF) led to a decline in the relative feed value (RFV), and the forage quality was classified into the "poor" and "reject" categories. The obtained findings indicate that the Pakchong 1 cultivar exhibits a high biomass production potential and a rapid post-harvest regrowth capability in the Black Sea climate zone. However, due to the high fibrous structure and relatively limited protein content in the roughage quality of the plant, it was concluded that it should be utilized by balancing the rations rather than being used as a standalone source in animal nutrition."

Keywords: Animal nutrition, roughage, hybrid napier grass, relative feed value, digestible dry matter

1. GİRİŞ

Hayvancılık işletmelerinde sürdürülebilir ve ekonomik üretimin temel unsurlarından biri, yıl boyunca yeterli miktarda ve kaliteli kaba yemin ucuza temin edilebilmesidir. Bu noktada yüksek biyokütle üretme kapasitesine sahip, yıl içerisinde birden fazla kez biçilebilen, biçimden sonra hızla yeniden sürebilen ve uzun yıllar üretkenliğini devam ettirebilen çok yıllık yem bitkileri öne çıkmaktadır. Bu bitkilerin her yıl ekim, dikim ve tarla hazırlığına ihtiyaç duymamaları hem işgücü ve hem de üretim ekonomisi bakımından önemli bir avantaj sağlamaktadır. Bu noktada dev kral otu (*Pennisetum purpureum* Schumach x *Pennisetum americanum* L.), hızlı gelişim, güçlü kardeşlenme kapasitesi ve biçim sonrasında hızla yeniden sürebilme kabiliyetiyle, özellikle sıcak ve nemli bölgelerde yüksek biyokütle üretimi potansiyeline sahip önemli bir kaba yem bitkisi olarak değerlendirilmektedir.

Ülkemizde dev kral otu veya maralfalfa olarak bilinen bitki, bir buğdaygil olmasına karşın görece yüksek protein içeriğine sahip olduğu ifade edilmektedir. Çok yıllık bir bitki olan dev kral otunun ekonomik ömrü 20-30 yılı bulabilmektedir (Criscioni ve ark., 2016). Pyter ve ark. (2007), Illinois'in orta bölgelerindeki dev kral otu bitkilerine herhangi bir gübre verilmeksizin, üç metrenin üzerinde ve çok sayıda kardeşe sahip olan 18 yıllık bitkilerin yaşamlarını devam ettirdiklerini belirtmişlerdir.

Dev kral otu; mısır, şeker sorgumu ve sudan otu gibi bitkilerle aynı familya içinde bulunduğundan bu bitkilerin yetiştirildiği her iklimde yetiştirilebilmektedir (Fradj ve ark., 2020). Mısıra göre su ve besin maddesi eksikliğini daha fazla tolere edebilmekte olup hastalık ve zararlılara karşı daha avantajlıdır. Bu da sulama imkânlarının kısıtlı olduğu kurak arazilerin verimli şekilde kullanılmasına imkân vermektedir. Hayvanlar tarafından sevilerek tüketilen dev kral otu, sindirilme oranı yüksek, magnezyum, kalsiyum, kobalt, selenyum, potasyum gibi mineraller bakımından zengin bir yem bitkisidir. Çok yıllık olması, mısır veya sorgum gibi yıllık bitkilere harcanan tohumluk, işçilik ve diğer toprak işleme giderlerinden önemli bir tasarruf sağlamaktadır (El Bassam, 1998).

Diğer yandan bitki tohumla üretilmediği için kök ve sürgünlerinden çoğaltıma ihtiyaç duyması, gerek ekim ve gerekse tedariğini zorlaştırabilmektedir (Greef and Deuter, 1993).

Pakchong 1'in Türkiye'deki üretim potansiyeli açısından sıcaklık önemli bir konudur. C4 metabolizmasına sahip tropik kökenli bir bitki olması ve yılın her döneminde arazide olması nedeniyle özellikle düşük sıcaklıklara karşı hassastır. Kış ve erken ilkbahar dönemlerindeki düşük sıcaklıklar bitkinin adaptasyon kabiliyetini ve dolayısıyla büyümeyi sınırlandırabilmektedir. Bu durum, farklı iklim karakteristiklerine sahip olan ülkemizin her bölgesinde bitkinin adaptasyonunun araştırılmasını gerekli kılmaktadır.

Tekkek y il esi, Thornthwaite iklim sınıflandırmasına g re; nemli, ikinci dereceden mezotermal, yazın orta derecede su noksanı olan bir iklime sahiptir (B l k, 2016). Yağışın yıl i erisindeki dağılımı  ok yıllık yem bitkileri i in diğ er bir ok b lgelerimize oranla daha elverişlidir. Ancak dev kral otu nun bu lokasyondaki performansına ilişkin tarla araştırmaları  ift i denemeleriyle sınırlıdır. Bu konuda akademik bir  alıřma literat r ne rastlanılmamıştır.

Bu  alıřmanın amacı, Samsun ili, Tekkek y il esi ekolojik kořullarında Pakchong 1 adlı dev kral otunun iki yıllık tarla performansını deęerlendirmektir. Bu kapsamda bitkinin biyok tle verimi, bi im sonrası yeniden s rme kapasitesi, ikinci yıl kış sonrası geliřimi ve bazı yem kalite  zellikleri araştırmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

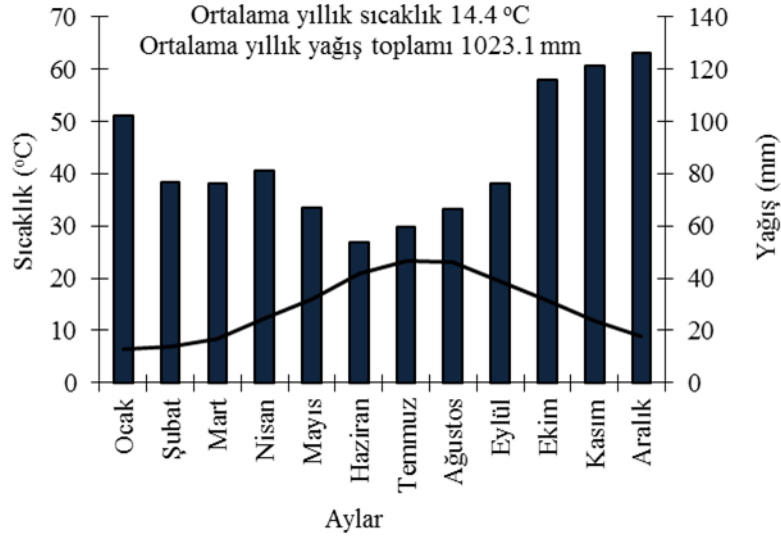
Denemede  alıřılan Pakchong 1, *Pennisetum purpureum* Schumach ile *Pennisetum americanum* L.'nin melezidir. Tayland'da ıslah edilen  ok yıllık buğdaygil yem bitkisidir.

Denemede alanı, 1 da alanda dikim yapılmıř tarlada, tesad f blokları deneme desenine g re 3 tekrar olacak řekilde parsellenmiřtir. Verim deęerleri $1.40 \text{ m} \times 3.5 \text{ m} = 4.9 \text{ m}^2$ 'den oluřan parsellerin 15 cm anız kalacak řekilde bi ilip yař ağırlıklarının tartılması ve daha sonra bu verimlerin dekarı verime  evrilmesiyle elde edilmiřtir. Her 3 bi im zamanında, her tekrar i in aynı parsellerin verimleri dikkate alınmıřtır. Her parselden her bi im i in alınan yaklaşık 1 kg'lık  rnekler kese k ğıtlarında kurutma dolabında 80  C'da sabit ağırlıęa gelene kadar kurutulmuř ve hasat edilen bitki materyalinin hasat zamanlarındaki kuru ot oranları belirlenmiřtir (Uzun, 2010). Bu deęerler kullanılarak her parselin ve akabinde bir dekarlık alanın yeřil ve kuru ot verimleri hesaplanmıřtır

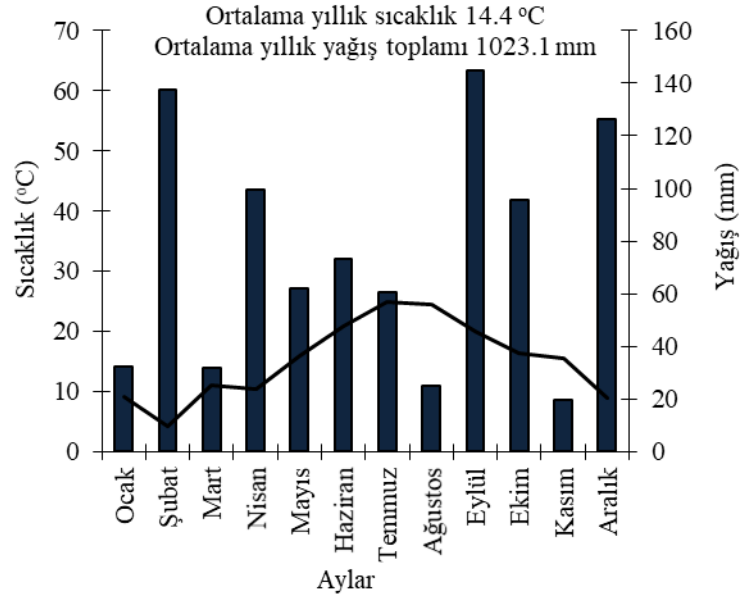
2.1.  alıřma Alanının İkl m  zellikleri

 alıřma, Samsun ili, Tekkek y il esi,  ayleyik k y nde y r t lm řt r.

Orta Karadeniz B lgesi'nde bulunan Tekkek y'de uzun yıllara ait yıllık sıcaklık ortalaması 14.4  C olup, en y ksek ortalamalara Temmuz (23.3  C), en d ř k ise Ocak (6.4  C) ayında ger ekleřmektedir. Tekkek y'de yıllık yağış ortalaması 1023.1 mm civarındadır.  alıřmanın y r t ld ę  2024 ve 2025 yıllarına ait deęerler ise řekil 1 ve 2'de verilmiřtir (MGM, 2025).



Şekil 1. Deneme alanının 2024 yılına ait sıcaklık (—) ve yağış (■) değerleri



Şekil 2. Deneme alanının 2025 yılına ait sıcaklık (—) ve yağış (■) değerleri

Uzun yıllar ortalaması olarak Tekkeköy'de yağışın aylara ve mevsimlere göre dağılımına bakıldığında Karadeniz ikliminin özellikleriyle uyumlu olarak yılın her ayında bir miktar yağışın düştüğünü; ancak en fazla yağışın Kasım ve Aralık aylarında yani sonbahar ve kış mevsiminde, en az yağışın ise Haziran, Temmuz aylarında yani yaz mevsiminde düştüğü görülmektedir. Araştırma sahasında denizin etkisiyle kış aylarındaki sıcaklık ortalamalarının 0 °C'nin altına düşmemesi kış yağışlarının ilçenin kuzey ve orta kesimlerinde genellikle yağmur şeklinde olmasına neden olmuştur. Yükseltiye bağlı olarak kar yağışları daha çok Tekkeköy'ün güney

kesimlerindeki dağlık sahada etkili olmaktadır. Sahada kar yağışlı günlerin toplam ortalaması 8.7 gündür. Kar yağışlı günlere ise Türkiye genelinde olduğu gibi en fazla Ocak ve Şubat aylarında rastlanmaktadır Tekkeköy ve çevresinde bulunduğu iklim bölgesinin özelliklerine bağlı olarak bulutluluk oranı yüksektir. Yıl içerisinde havanın açık olduğu günlerin sayısı kapalı olduğu günlerden daha azdır. Özellikle sonbahar ve kış aylarında sahada bulutluluk oranı en yüksek seviyeye ulaşmaktadır. Bağıl ya da nispi nem oranları Karadeniz Bölgesi'nin genelinde olduğu gibi Tekkeköy ve çevresinde de yıl boyunca yüksek olup çok büyük değişiklikler göstermemektedir. Nispi nemin yıllık ortalaması %73; en yüksek olduğu ay ise yağışların artış göstermeye başladığı Ekim ayıdır. Yağışın en az olduğu Haziran ve Temmuz aylarında nispi nem değerleri de en düşük seviyededir.

Tekkeköy'ün bu iklim özellikleri göz önüne alındığında ilçede Türkiye'de etkili olan makro iklim tiplerinden "Karadeniz etkili nemli-ılıman" iklim tipi hüküm sürdüğü söylenilebilir (Nişancı, 2002; MGM, 2025).

2025 yılı Nisan ayının 9'unda ve 11'in de gerçekleşen sırasıyla 4.8 ve 4.6 °C sıcaklık ortalamaları uzun yıllar ortalamasının oldukça altındadır (MGM, 2025).

2.2. Çalışma Alanının Toprak Özellikleri

Çalışma alanının OMÜ, Ziraat Fakültesi'nde yapılan toprak analiz sonuçları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Deneme alanının bazı toprak özellikleri

Özellik adı	Değer
pH	7.65
EC	120.35 μ S
Toprak bünyesi	cm ⁻¹
Kil	Killi
Silt	% 48.5
Kum	% 29.5
Organik madde	% 22
P ₂ O ₅	% 2.72
K ₂ O	11 kg da ⁻¹
	20 kg da ⁻¹

2.3. Çalışmanın İlk Yılında Tarla Hazırlığı, Gübreleme, Çeliklerin Dikimi, Sulama ve Biçim

Önceki yılda yemlik yulaf ekilmiş olan deneme alanına, 01.05.2024 tarihinde dekara 3 ton yanmış hayvan gübresi dökülerek pulluk ile 15-20 cm derinlikte sürülerek toprağa karıştırılmıştır. 04.05.2024 tarihinde ise toprak kuru olduğundan yağmurlama sulama ile toprak tarla kapasitesine gelecek şekilde sulama yapılarak alan dev kral otu çeliklerinin dikimi için hazır hale getirilmiştir.

Dev kral otunun 110 günlük bitki gövdelerinden elde edilmiş 2 boğumlu çelikler, 05.05.2024 tarihinde pulluk ile açılan karıklara 70 cm sıra arası ve x 70 cm sıra üzeri olacak şekilde, 45 derece açı ile dikilmiştir. Dikim sonrasında karıklar yine pulluk ile kapatılmış ve sonrasında yağmurlama ile çeliklere can suyu verilmiştir. Dikim yapılan çeliklerin 1 boğumu toprak altında diğer boğum ise toprak üzerinde kalmıştır (Liman et al., 2022; Ntege ve ark., 2023). Filizlenmeye başlayan çelikler için 17.05.2024 tarihinde tekrar toprak tarla kapasitesine ulaşacak şekilde yağmurlama, bitkilerin 70 cm boya ulaştığı 01.06.2024 tarihinde ise salma sulama yapılmıştır (Şekil 2). Sulama zamanını belirlemede bitki gözlem yöntemi kullanılmıştır. Örneğin bitkilerin rengindeki değişiklikler, yaprakların kıvrılması ve nihayetinde bitkinin turgoritesini gözlemlemeye dayanmaktadır. Bu nedenle, birkaç yaprak kıvrıldığında ancak yaprakların çoğunluğu hala yeşil ve nispeten diri olduğunda sulamaya karar verilmiştir (Zhang ve diğerleri, 2011).



Şekil 3. Dikim için hazırlanmış 2 boğumlu bitki çelikleri, bitkilerin tarladaki görünümü ve biçilen parsellerin tartımı



Şekil 4. İlk ve son biçimden sonraki bitki kardeşlerinin örnek görünümü

1. Biçim: Çeliklerin dikiminden 58 gün sonra bitkiler ortalama 2.5 m boya ulaşınca 01.07.2024 tarihinde 15 cm kadar anız kalacak şekilde ilk biçim yapılmıştır. Barrios ve ark. (2019), dev kral otu için verim ve kalite değerleri birlikte değerlendirildiğinde en uygun hasat zamanının dikimden sonra 60. gün olduğunu ifade etmişlerdir. Biçim esnasında her bir bitkinin 5-8 arasında değişen kardeş oluşturdukları tespit edilmiştir. Deneme parselleri haricindeki alan, silaj makinesi ile hasat edilmiştir. Silaj makinesi ile küçük parçalara ayrılan bitkiler su içeriğinin yüksek oluşu nedeniyle, içerisine arpa kırması, saman ve tuz ilave edilerek silajı yapılmıştır (Şekil 5).

Biçim sonrasında 10.07.2024 tarihinde 55-60 cm ve 16.07.2024 tarihinde ise 1.25-1.35 cm arasında boylanınca alan bu kez salma sulama yöntemiyle tarla kapasitesine gelecek şekilde yeniden sulanmıştır.

2. Biçim: İlk biçimden 34 gün sonra bitkiler 2.5 m kadar boylanınca 4.8.2024 tarihinde yeniden 15 cm anız kalacak şekilde hasat edilmiştir. Bu tarihte bitkiler 20-30 arasında kardeş oluşturdukları belirlenmiştir. Hasattan bir gün sonra (5.8.2024) tarla salma sulama yöntemiyle sulanmıştır.

Yabancı ot Mücadelesi: 6.08.2024 tarihinde benzinli sırt motoru ile yabancı ot mücadelesi yapılmıştır.

11.8.2024 tarihinde tarlaya sıra üzerine gelecek şekilde dekara 20 kg azotlu gübre (CAN, % 26) ile gübrelenmiş, hemen ardından ve 18.8.2024 tarihinde alan yeniden sulanmıştır. Bu tarihten sonra yağmurlar başladığından bitkiler sulamaya ihtiyaç duymamıştır.

3. Biçim: İkinci biçimden 57 gün sonra 30.10.2024 tarihinde bitkiler yaklaşık 3.0 m boylanınca diğer biçimlerde olduğu gibi 15 cm anız kalacak şekilde sezonun son biçimi yapılmıştır.



Şekil 5. Hayvanların yeşil dev kral otu bitkilerini hasıl olarak tüketmesi ve tuz, saman ve arpa kırması katılarak yapılan dev kral otu silajı

Çalışma süresince her hafta, domuz ve kahverengi kokarca zararlanması olup olmadığı gözlemlenmiştir.

2.4. Çalışmanın İkinci Yılında Verilen Gübre ve Hasat Tarihleri

Alana 2 yıl beklemiş, yanmış büyükbaş hayvan gübresinden sonbaharda 500 kg kadar sıra üzerlerine gelecek şekilde kürek ile verilmiştir. İlkbahar da 27.Mayıs.2025 tarihinde bitkiler 25 cm boyda iken dekara 16 kg saf madde hesabıyla CAN formunda azotlu gübre verilmiştir. Gübreleme sonrasında alan sulanmıştır.

2025 yılı Nisan ayında gerçekleşen mevsim normalleri altındaki sıcaklık nedeniyle bitkilerin beklenen tarihte sürümü gerçekleşmemiştir. Bu nedenle tarla çiftçi tarafından bozulması düşünülmüş ancak ilerleyen tarihte bitkilerin yeniden uyandığı ve sürdüğü görülmüş ve başka ürün ekiminden vazgeçilmiştir.

1. Biçim: 08.08.2025 tarihinde bitkiler ortalama 2.7 m boylanınca sezonun ilk hasadı gerçekleştirilmiştir.
2. Biçim: 12.11.2025 tarihinde ise bitkiler ortalama 2.4 m olunca yeniden hasat edilmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Denemeden elde edilen yeşil ve kuru ot verimleri ile hasat neticesinde alınan bitki numunelerinin laboratuvar analiz sonuçları Tablo 2 ve 3'te verilmiştir. 2024 ve 2025 yıllarına ait analizlerde dev kral otunun protein oranları % 6.46 ile % 8.32 arasında değişmiştir. Geren ve ark. (2011) 2008 ve 2009 yıllarında İzmir'de yürüttükleri saksı çalışmasında ilk yıl 3.3 m ve 2009 yılında ise 4.8 m boyunda iken hasat ettikleri dev kral otunun protein oranlarının sırasıyla % 5.71 ile % 5.53 gibi daha düşük oranlarda belirlemişlerdir. Bu farklılık hasat zamanlarının daha ileriki evrede yapılmış olmasına bağlanılabilir. Her ne kadar buğdaygiller familyasının protein içeriğine göre yapılan sınıflandırmada “iyice” ve “çok iyi” sınıfta (Linn ve Martin, 1999; Tablo 3) yer alan dev kral otu hayvanların protein ihtiyaçlarını karşılamaktan uzaktır.

Tablo 2. Pakchong 1 adlı dev kral otu çeşidinin 2024 yılına ait verim ve bazı besin değerleri

Verim ve kalite özellikleri	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Toplam/Ortalama
Yaş ot verimi, kg da ⁻¹	7150	8650	10210	26010±1530.10
Otun nem içeriği, %	16.23	16.95	14.65	15.94±1.18
Kuru ot verimi, kg da ⁻¹	1160.5	1466.2	1482.6	4109.3±181.42
HP, %	8.32	7.60	6.46	7.53±0.96
Ca, %	0.72	0.65	0.45	0.61±0.14
Mg, %	0.32	0.27	0.15	0.25±0.09
K, %	2.95	3.02	3.17	3.05±0.11
P, %	0.42	0.41	0.38	0.40±0.02
ADF	40.80	41.52	45.71	42.68±2.65
NDF	68.10	70.75	75.42	71.42±3.71
SKM, %	57.12	56.56	53.29	55.66±2.07
KMT, %	1.76	1.70	1.59	1.68±0.09
NYD	78.02	74.36	65.73	72.70±6.31
ME	7.71	7.61	7.06	7.46±0.35

HP, ham protein; Ca, kalsiyum; Mg, magnezyum; K, potasyum; P, fosfor; ADF, asit çözücünde çözünmeyen lif; NDF, nötr çözücünde çözünmeyen lif; SKM, sindirilebilir kuru madde; KMT, kuru madde tüketimi; NYD, nispi yem değeri; ME, metabolik enerji

Tablo 3. Pakchong 1 bitkisinin 2024 yılında ürettiği kaba yeminin besin içeriğine göre kalite değerleri

Kalite sınıflandırma özelliği	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat
NYD değerine göre	Fakir	Iskarta	Iskarta
HP değerine göre	Çok iyi	İyi	İyice
ADF değerine göre	İyice	İyice	Iskarta
NDF değerine göre	Iskarta	Iskarta	Iskarta
SKM değerine göre	İyice	İyice	Fakir
KMT değerine göre	Iskarta	Iskarta	Iskarta

Kısaltmalar Tablo 2 ile aynıdır.

NRC (2001) ile Rohweder ve ark. (1978)'i, yüksek süt verimine sahip ineklerin en az % 20 ham protein, % 30'dan daha düşük ADF ve % 40'dan daha düşük NDF içeriğine sahip yemlerle beslenmeleri gerektiğini ifade etmektedir. Bu bakımdan sadece dev kral otu bitkisi ile hayvan beslemek yerine rasyonlara katılarak kullanılması suretiyle kullanılması daha uygun olacaktır. Çünkü her iki deneme yılında ve her hasat dönemindeki otların hem protein, hem ADF ve hem de NDF içeriği açısından tavsiye edilen kalite seviyesinin altındadır (Tablo 2 ve 3). Genel olarak hem ADF hem de NDF oranı bakımından buğdaygillerin ifade edilen besinsel yetersizliği Susmel ve ark., (1990), Paulson ve ark. (2008) tarafından da teyit edilmektedir. Buğdaygillerde hücre duvarlarında bulunan lifli yapıların daha fazla olması ADF ve NDF oranlarının daha

yüksek olması sonucunu ortaya çıkarmaktadır (Frame, 1992). Linn and Martin (1999)’e göre dev kral otunun 2025 yılında üretmiş olduğu kaba yemin, bazı besin özelliklerine göre yapılan kalite sınıflaması Tablo 3’te verilmiştir. Denemenin 2. yılındaki kalite sınıflaması da ilk yıl ile aynı sonuçları vermiştir. Bu sınıflamaya göre de protein oranı hariç bitkinin kalite değerlerinin genel olarak düşük olduğu görülmektedir. Samsun ilinde yapılan bir çalışmada Rx-893 ve Karadeniz Yıldızı adlı mısır çeşitlerinin nispi yem, sindirilebilir kuru madde ve kuru madde tüketimi gibi değerlerinin bu çalışma değerlerine göre daha yüksek ancak ot verimlerinin daha düşük olduğu görülmüştür (Uzun ve ark., 2017). Diğer başka çalışmalarda da dev kral otunun mısıra göre daha düşük besin değerlerine sahip olduğu görülmüştür (Kruse ve ark. 2008; Örs ve ark., 2015).

Tablo 4. Pakchong 1 çeşidinin 2025 yılına ait verim ve bazı besinsel değerleri

Verim ve kalite özellikleri	1. Hasat	2. Hasat	Toplam/Ortalama
Yaş ot verimi, kg da ⁻¹	12240.33	15325.00	27565.33±2181.19
Otun nem içeriği, %	15.44	15.40	15.42±0.03
Kuru ot verimi, kg da ⁻¹	1889.86	2360.05	4250.00±332.44
HP, %	8.12	7.78	7.95±0.38
Ca, %	0.72	0.65	0.69±0.05
Mg, %	0.32	0.27	0.30±0.04
K, %	2.95	3.02	2.98±0.05
P, %	0.42	0.41	0.42±0.01
ADF	40.80	41.52	41.16±0.51
NDF	68.10	70.75	69.43±1.87
SKM, %	0.99	0.95	0.97±0.03
KMT, %	57.12	56.56	56.84±0.40
NYD	1.76	1.70	1.73±0.04
ME	78.02	74.36	76.19±2.59
Yaş ot verimi, kg da ⁻¹	7.71	7.61	7.66±0.07

Kısaltmalar Tablo 2 ile aynıdır.

Yapılan tarla gözlemlerinde domuz ve kahverengi kokarca gibi canlıların hiçbir zararı görülmemiştir. Geren ve ark (2011)’da İzmir’de yürüttükleri çalışmada bitkide hiçbir zararlı görülmediğinden herhangi bir ilaçlamaya gerek görmediklerini ifade etmişlerdir.

İhtiyaç halinde biçilip hasılının hayvana verilebilmesini müteakip hızla yeniden sürebilmesi, hayvanlar tarafından hasıl ve silajının sevilerek tüketilmesi ve çok yıllık olması gibi olumlu özellikleri nedeniyle bitkinin Tekkeköy iklimine benzer bölgelerde tanındıkça daha çok tarımının yaygınlaşabileceği söylenilebilir. Her ne kadar mısır hasılı ve silajı kadar kaliteli olmasa ve hasattaki su içeriğinin yüksek olması gibi dezavantajlı yönlerine rağmen rasyonlara uygun miktarlarda katılarak değerlendirilebilme imkânı vardır. Kaba yem kaynağı eksikliğin halen buğday samanından tamamlanmaya çalışıldığı ülkemizde değerlendirilebilecek alternatif bir kaba yem bitkisidir.

TEŞEKKÜR

Çalışma süresince çalışma sahasına bizzat gelerek çalışma şevkimizi artıran Dr. Recep KIRBAŞ, Zir.Yük.Müh. Hicran ÇIKIŞ KANCA ve Tekkeköy Tarım İlçe Müdürü Zir.Müh. Murat ERDOĞAN'a, Laboratuvar analizleri için Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü'ne teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Anonymous. 2023. Thornthwaite yağış etkinlik indeksi (1991-2020). T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. Meteoroloji Genel Müdürlüğü. İklim ve İklim Değişikliği Şube Müdürlüğü. <https://www.mgm.gov.tr/iklim/iklim-siniflandirmalari.aspx>
- Barrios CM, Ocampo FV, Martínez ER, Resquín AL, López EM, Díaz ER, Sánchez M. 2019. Dynamics of cutting intervals in elephant grass. *Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology*, 6(7): 10432-10436.
- Bölük E. 2016. Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre Türkiye iklimi. Ankara, Araştırma Dairesi Başkanlığı Klimatoloji Şube Müdürlüğü. https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim_siniflandirmalari/koppen.pdf. (Erişim: 02.04.2025). doi.org/10.2307/210739
- Criscioni P, Marti JV, Pérez-Baena I, Palomares JL, Larsen T, Fernández C. 2016. Replacement of alfalfa hay (*Medicago sativa*) with giant king grass hay (*Pennisetum* sp.) in diets of lactating dairy goats. *Animal Feed Science and Technology*, 219: 1-12. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2016.05.020
- El Bassam N. 1998. Energy plant species, their use and impact on environment and development, James & James Ltd. UK, 321 p.
- Fradj NB, Rozakis S, Borzçeka M, Matyka M. 2020. *Miscanthus* in the European bio-economy: A network analysis. *Industrial Crops and Products*, 148: 112281
- Frame J. 1992. Improved Grassland Management. ISBN 0852362463. Farming Press Books. Ipswich, UK.
- Geren H, Kavut YT, Avcıoğlu R. 2011. Akdeniz iklim koşullarında fil otu (*Miscanthus x Giganteus*)'nun verim ve verim özellikleri ile silolanabilirliği üzerinde bir ön araştırma. *Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 48(3): 203-209
- Greef JM, Deuter M. 1993. Syntaxonomy of *Miscanthus x Giganteus*. *Angewandte Botanik*, 67: 87-90.
- Şahin K, Bağcı HR. 2018. Tekkeköy'ün Fiziki Coğrafya Özellikleri. Kitap: Tekkeköy Tarihi Dünden Bugüne Antik Dönem. Publisher: Erol Ofset. 24 s.
- Kruse S, Herrmann A, Kornher A, Taube F. 2008. Evaluation of genotype and environmental variation in fibre content of silage maize using a model-assisted approach. *European Journal of Agronomy*, 28(3): 210-223.

- Liman L, Wijaya AK, Erwanto E, Muhtarudin M, Adhianto K. 2022. Productivity and quality of Pakchong-1 hybrid grass (*Pennisetum purpureum* × *Pennisetum americanum*) at different harvesting ages and fertilizer levels. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 25: 426-432.
- Linn JG, Martin NP. 1999. Forage quality tests and interpretation. University of Minnesota Extension Service. Publ. FO-02637. Minnesota University, St. Paul. Chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgleclefindmkaj/https://conservancy.umn.edu/server/api/core/bitstreams/8ac6e7dc-4bb0-4d5f-881f-8ff20d04a5e3/content
- Nişancı A. 2002. Tekkeköy'ün Fiziki Coğrafya Özellikleri. Türkiye İkliminin Temel Öğeleri, Klimatoloji Çalıştayı. 11-13 Nisan, Bildiriler, Ege Üniv. Ed. Fak. Yay. No:121, Sayfa. 1-8, İzmir. https://www.researchgate.net/publication/329708216_Tekkekoy'un_Fiziki_Cografya_Ozellikleri (Erişim: 19.Temmuz.2026).
- Ntege I, Kiggundu N, Wanyama J. Nakawuka P. 2023. Napier yield response under different irrigation strategies in a tropical setting. *Agricultural Water Management*, 287: 108403.
- Örs S, Şahin U, Kızıloğlu FM. 2015. Yield, quality and irrigation water use of drip-irrigated silage maize with different irrigation techniques. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 52(3): 595-607.
- Paulson J, Jung H, Raeth-Knight M, Linn J. 2008. Grass vs. Legume Forages for Dairy Cattle. Proceedings Minnesota Nutritional Conference, pp: 119-133.
- Pyter R, Voigt T, Heaton E, Dohleman F, Long S. 2007. Giant miscanthus: biomass crop for Illinois, Issues in new crops and new uses, J. Janick and A. Whipkey (eds.). ASHS Press, Alexandria, VA.
- Rohweder DA, Barnes RF, Jorgensen N. 1978. Proposed hay grading standards based on laboratory analyses for evaluating quality. *Journal of Animal Science*, 47: 747-759.
- Susmel P, Stefanon B, Mills CR, Spangher M. 1990. Rumen degradability of organic matter, nitrogen and fibre fractions in forages. *Animal Production*, 51: 515-526.
- Uzun F. 2010. Kuru Madde Analizi. IV. Analizler. Tarla Bitkilerinde Laboratuvar Analizleri (Uygulama Ders Notu 1). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, 25-27, Samsun.
- Uzun F, Garipoğlu AV, Ocak N. 2017. Water use efficiency, yield, and nutritive value of maize and sorghum cultivars irrigated in a shallow soil. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 32(3): 358-366.
- Zhang L, Clarke ML, Steven MD, Jaggard KW. 2011. Spatial patterns of wilting in sugar beet as an indicator for precision irrigation. *Precision Agriculture*, 12(2): 296-316. doi.org/10.1007/s11119-010-9177-2.

NEKROFAJ BÖCEKLERİN KARASAL EKOSİSTEMLERDEKİ İŞLEVSEL ROLLERİ

Dr, Mahmut İSLAMOĞLU¹

¹Adıyaman Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki oruma Bölümü

mislamglug@adiyaman.edu.tr, ORCID:

Özet

Nekrofaj böcekler, ölü hayvan dokularıyla beslenen; karasal ekosistemlerde organik maddelerin ayrışmasında ve besin döngülerinin sürdürülebilirliğinde kritik rol oynayan canlılardır. Nekrofajizm taksonomik bir sınıflandırmadan ziyade bir beslenme tipini ifade eder. Bu doğrultuda, farklı böcek takımlarına ve familyalarına ait türler nekrofaj özellik gösterebilmektedir. Özellikle Diptera ve Coleoptera takımlarında çok sayıda nekrofaj tür bulunmakta; Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae, Silphidae ve Dermestidae gibi familyalar bu bakımdan öne çıkmaktadır.

Bir hayvanın ölümü, ekosistem açısından bir son değil; aksine yeni bir biyolojik sürecin başlangıcıdır. Ölü hayvan dokuları; karbon, azot, fosfor ve çeşitli mineraller bakımından oldukça zengin bir kaynak oluşturur. Nekrofaj böcekler bu organik kaynağı tüketerek ayrışma sürecini hızlandırır ve ölü biyokütlenin ekosistem içerisinde yeniden dolaşıma girmesini sağlar. Ayrıca bu canlılar; pek çok predatör ve parazitoit tür için besin kaynağı oluşturarak besin ağlarındaki enerji aktarımına da katkıda bulunur.

Nekrofaj böceklerin önemi yalnızca ekolojik işlevleriyle sınırlı değildir; bu canlılar adli entomolojide de temel bir araştırma materyalidir. Böceklerin yaşam döngüleri, tür kompozisyonları ve leş üzerindeki süksesyon (kolonizasyon) sıraları, ölüm zamanının (postmortem interval) belirlenmesinde kullanılmaktadır. Ancak sıcaklık, nem, mevsim, habitat ve coğrafi koşullar böcek gelişimini doğrudan etkilediğinden, elde edilen verilerin çevresel faktörler dikkate alınarak değerlendirilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada; nekrofaj böcek kavramı, başlıca nekrofaj böcek grupları, bu türlerin ekosistemdeki işlevleri, besin döngülerine katkıları ve adli entomolojideki teorik ile pratik önemi ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

Anahtar kelimeler: Necrophagous insects, Decomposition, Diptera, Coleoptera, Forensic entomology, Nutrient cycle, Ecosystem

FUNCTIONAL ROLES OF NECROPHAGOUS INSECTS IN TERRESTRIAL ECOSYSTEMS

Abstract

Necrophagous insects are organisms that feed on dead animal tissue and play a critical role in the decomposition of organic matter and the sustainability of nutrient cycles in terrestrial ecosystems. Rather than a taxonomic classification, necrophagy represents a feeding strategy. Accordingly, species belonging to various insect orders and families may exhibit necrophagous characteristics. A significant number of necrophagous species are found particularly in the orders Diptera and Coleoptera, with families such as Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae, Silphidae, and Dermestidae coming to the fore in this respect.

The death of an animal is not an end from an ecological perspective; on the contrary, it marks the beginning of a new biological process. Dead animal tissues constitute a rich resource in terms of carbon, nitrogen, phosphorus, and various minerals. By consuming this organic source, necrophagous insects accelerate the decomposition process and enable the recirculation of dead biomass within the ecosystem. Furthermore, these organisms serve as a food source for numerous predator and parasitoid species, thereby contributing to energy transfer within food webs.

The significance of necrophagous insects is not limited to their ecological functions; these organisms also serve as essential research material in forensic entomology. The life cycles of insects, their species composition, and their succession (colonization) patterns on carcasses are utilized to determine the postmortem interval (PMI). However, since temperature, humidity, season, habitat, and geographic conditions directly influence insect development, data obtained must be interpreted taking environmental factors into consideration.

In this study, the concept of necrophagous insects, major necrophagous insect groups, their ecological functions, their contributions to nutrient cycles, and their theoretical and practical importance in forensic entomology are addressed in detail.

Keywords: Necrophagous insects, Decomposition, Diptera, Coleoptera, Forensic entomology, Nutrient cycle, Ecosystem

1. GİRİŞ

Ekosistemlerde madde ve enerji döngülerinin devamlılığı, yalnızca canlıların ürettiği organik maddelere değil, ölü organizmaların ayrıştırılarak içerdiği besin maddelerinin yeniden ekosisteme kazandırılmasına da bağlıdır. Bir organizmanın ölümü, ekolojik açıdan sürecin sonu değildir. Ölümle birlikte ölü dokuların parçalanması ve içerdiği besin maddelerinin yeniden doğaya kazandırılması süreci başlar. Kadavra dokuları protein, yağ ve mineral bakımından zengin olduğundan mikroorganizmalar, omurgasızlar ve diğer leşle beslenen canlılar için önemli bir besin ve enerji kaynağı oluşturur (Benbow ve ark., 2015).

Ölü dokuların ayrışmasında önemli rol oynayan canlı gruplarından biri böceklerdir. Ölü hayvan dokularını doğrudan besin olarak kullanan böcekler genel olarak **nekrofaj böcekler** olarak adlandırılır. Ancak kadavra üzerinde bulunan bütün böcekler nekrofaj değildir. Kadavra çevresinde farklı beslenme özelliklerine sahip birçok böcek türü bir arada bulunabilir. Bunların bir kısmı doğrudan ölü dokularla beslenirken, bazıları bu böcekleri veya larvalarını avlar. Bazı türler ise diğer böceklerin gelişim evrelerinde parazit olarak yaşar. Bunun yanında kadvrayı yalnızca barınmak veya korunmak amacıyla kullanan türler de bulunabilir. Bu nedenle kadavra üzerindeki böcek topluluğu, farklı görev ve beslenme biçimlerine sahip türlerden oluşan karmaşık bir ekolojik yapı olarak değerlendirilmelidir (Smith, 1986; Catts ve Goff, 1992).

Nekrofaj böcekler özellikle Diptera (Sinekler) ve Coleoptera (Kırankatlılar) takımlarında yaygın olarak görülmektedir. Diptera takımında bulunan Calliphoridae (leş sinekleri) ve Sarcophagidae (et sinekleri) familyaları, genellikle ayrışmanın erken dönemlerinde kadvraya ulaşan önemli gruplardır. Coleoptera takımında yer alan Silphidae ve Dermestidae familyaları ise daha çok ayrışmanın ilerleyen dönemlerinde görülmekte ve kadvrada kalan farklı dokulardan yararlanmaktadır. Bununla birlikte, böcek türlerinin kadvrada görülme zamanı ve sayısı sabit değildir. Sıcaklık, nem, mevsim, habitat ve coğrafi koşullar gibi çevresel faktörler bu durumu önemli ölçüde etkileyebilmektedir (Payne, 1965; Campobasso ve ark., 2001).

Nekrofaj böceklerin tür çeşitliliğinin ve ekolojik rollerinin araştırılması, yalnızca ölü organizmaların ayrışma sürecinin anlaşılması açısından önemli değildir. Bu canlılar aynı zamanda **adli entomoloji** açısından da büyük önem taşımaktadır. Böceklerin yumurta, larva, pupa ve ergin dönemleri; kadvraya ulaşma ve kolonize olma zamanları ile farklı türlerin ayrışmanın belirli dönemlerinde ortaya çıkması, ölümden sonra geçen sürenin tahmin edilmesine yardımcı olabilmektedir (Amendt ve ark., 2011; Schoenly ve Reid., 1987).

Nekrofaj böcekler, doğadaki ölü organik maddelerin ayrışmasına ve besin maddelerinin yeniden ekosisteme kazandırılmasına katkı sağlayan önemli canlılardır. Bunun yanında besin ağlarının devamlılığında ve enerji transferinde rol almakta, adli entomoloji alanında ise ölüm sonrası sürecin değerlendirilmesine yönelik bilimsel

veriler sunmaktadır. Bu özellikleri nedeniyle nekrofaj böceklerin hem ekolojik hem de adli bilimler açısından önemli biyolojik göstergeler olduğu söylenebilir (Amendt ve ark., 2011).

2. NEKROFAJ BÖCEKLER

“Nekrofaj” terimi, köken olarak Yunanca *nekros* (ölü) ve *phagein* (tüketmek, beslenmek) kelimelerinden türetilmiştir. Nekrofaji, belirli bir böcek grubuna ait taksonomik bir özellik değildir. Farklı böcek takımlarında, evrimsel süreç içerisinde bağımsız olarak gelişmiş bir beslenme ve yaşam biçimidir. Bu nedenle nekrofaj böcekler, farklı taksonomik gruplarda bulunan ve ortak olarak ölü hayvan dokularından yararlanan türlerden oluşmaktadır (Smith, 1986).

Diptera (Sinekler) takımı, özellikle ayrışmanın erken dönemlerinde kadavraya ulaşan önemli böcek gruplarından biridir. Bu türler, kadavranın ayrışması sırasında açığa çıkan uçucu kimyasal maddeleri algılayarak uygun besin ve üreme kaynağını bulabilir. Calliphoridae familyasına ait türler genellikle uygun kadavra dokularına yumurta bırakarak çoğalırken, Sarcophagidae familyasının bazı türleri doğrudan canlı larva bırakmaktadır. Yumurtadan çıkan veya doğrudan bırakılan larvalar, gelişimleri sırasında ölü dokularla yoğun biçimde beslenir. Larvaların salgıladığı enzimler ve beslenme sırasında gerçekleştirdikleri mekanik hareketler, dokuların parçalanmasını ve ayrışmasını hızlandırır (Dekeirsschieter ve ark., 2009).

Coleoptera (Kırankatlılar) takımı ise kadavranın farklı ayrışma aşamalarında rol alan çok sayıda türü bünyesinde barındırmaktadır. Silphidae familyasına ait türler, özellikle aktif ayrışma döneminde hem ölü dokularla beslenebilmekte hem de kadavra üzerinde bulunan diğer böcekleri avlayabilmektedir. Dermestidae familyasına ait türler ise daha ileri ve kuru ayrışma dönemlerinde görülmekte; kuruyan deri, bağ dokusu ve keratin bakımından zengin hayvansal materyallerden yararlanabilmektedir (Benbow ve ark., 2015).

Bunun yanında Histeridae ve Staphylinidae gibi bazı familyalar doğrudan ölü dokularla beslenmek yerine, kadavra üzerinde bulunan sinek larvaları ve diğer küçük omurgasızları avlamaktadır. Bu türler, kadavra üzerindeki besin ağı içerisinde önemli predatörler olarak görev yapmakta ve nekrofaj organizmaların popülasyonları üzerinde baskı oluşturmaktadır. Böylece kadavra çevresinde farklı beslenme stratejilerine sahip türlerin bir arada bulunduğu, türler arası etkileşimlerin ayrışma sürecine eşlik ettiği karmaşık bir ekolojik topluluk meydana gelmektedir (Payne, 1965).

3. LEŞ AYRIŞMASI VE NEKROFAJ BÖCEKLERİN ROLÜ

Somatik ölümün ardından dokularda otoliz, çürüme ve kuruma gibi fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik değişimler meydana gelir. Kadavranın ayrışması, genel olarak taze evre, şişme evresi, aktif ayrışma, ileri ayrışma ve kuru kalıntı evresi şeklinde ilerleyen bir süreçtir (Payne, 1965). Her ayrışma evresinde çevreye

yayılan kimyasal bileşikler ve kadavranın fiziksel özellikleri değiştiğinden, farklı böcek türleri de sürecin farklı aşamalarında kadvraya ulaşmaktadır (Campobasso ve ark., 2001).

Özellikle Diptera (Sinekler) erginleri, ölümden kısa süre sonra kadvradan yayılan koku bileşiklerini algılayarak ortama ulaşabilmektedir. Uygun bölgeleri belirleyen dişi bireyler, kadvraya yumurta bırakmakta veya bazı türlerde doğrudan larva bırakılmaktadır. Yumurtadan çıkan larvalar yoğun şekilde beslenerek dokuların parçalanmasına katkıda bulunur. Çok sayıda larvanın aynı bölgede toplu olarak beslenmesi, “larval kitle etkisi” olarak tanımlanan yoğun bir biyolojik aktivite oluşturur (Charabidze ve ark., 2011). Bu faaliyet, dokuların mekanik olarak parçalanmasını ve ayrışma sürecinin hızlanmasını sağlar (Pechal ve ark., 2014).

Kadavranın ayrışmasında böcekler ile nekrobiyom, yani kadvra üzerinde ve çevresinde bulunan bakteriyel ve fungal topluluklar arasında karşılıklı bir etkileşim bulunmaktadır. Mikroorganizmalar, salgıladıkları enzimler aracılığıyla dokuların parçalanmasına katkı sağlarken, nekrofaj böceklerin beslenme faaliyetleri dokuların fiziksel bütünlüğünü bozarak mikroorganizmaların dokulara ulaşmasını kolaylaştırır (Barton ve ark., 2019). Böylece böcekler ve mikroorganizmalar ayrışma sürecinde birbirini destekleyen faaliyetler yürütür.

Ayrışma sırasında kadvra dokularında bulunan karbon, azot ve diğer besin maddelerinin bir bölümü nekrofaj böceklerin biyokütlesine aktarılır. Böceklerin dışkıları ve ölümleri sonucunda ise bu maddeler yeniden çevreye bırakılır. Böylece kadvrada bulunan organik maddeler yalnızca ayrışarak ortadan kalkmamakta, aynı zamanda böcekler ve diğer organizmalar aracılığıyla ekosistemin farklı bileşenlerine aktarılmaktadır (Campobasso ve ark., 2001).

4. BESİN DÖNGÜLERİNDEKİ ÖNEMİ

Nekrofaj böceklerin ekosistemlerdeki önemli işlevlerinden biri, kadvrada yoğun olarak bulunan karbon (C), azot (N), fosfor (P) ve diğer makro ve mikro elementlerin yeniden ekosisteme kazandırılmasına katkıda bulunmalarıdır. Ölü hayvanlar, ekosistem içerisinde kısa süreli ancak besin maddeleri bakımından zengin kaynaklar oluşturur. Bu nedenle kadvralar, çevresindeki canlılar için geçici fakat önemli besin alanları olarak değerlendirilebilir (Benbow ve ark., 2015).

Nekrofaj böcekler, kadvra dokularını tüketerek burada bulunan besin maddelerinin bir bölümünü kendi biyokütlelerine aktarır. Böylece kadvrada bulunan enerji ve besin maddeleri böceklerin büyüme ve gelişme süreçlerine katılır (Charabidze ve ark., 2011). Nekrofaj böcekler daha sonra kuşlar, küçük memeliler, sürüngenler, amfibiler, örümcekler ve diğer yırtıcı canlılar tarafından tüketilerek kadvra kaynaklı enerji ve besin maddelerinin besin ağı içerisinde farklı canlı gruplarına aktarılmasını sağlar (Barton ve ark., 2013).

Özellikle büyük memelilerin ölümü sonucunda ortaya çıkan yüksek miktardaki organik madde, bulunduğu bölgede toprak ve bitki toplulukları üzerinde belirgin etkiler oluşturabilir. Kadavradan çevreye yayılan besin maddeleri, toprak mikroorganizmalarının faaliyetlerini ve bitki gelişimini etkileyebilir. Nekrofaj böceklerin kadavra dokularını hızlı bir şekilde tüketmesi ve parçalanmasına katkıda bulunması, bu yoğun organik kaynağın daha kısa sürede ekosistemin diğer bileşenlerine aktarılmasını sağlar (DeVault ve ark., 2003).

5. BESİN AĞI VE EKOLOJİK İLİŞKİLER

Kadavra üzerinde oluşan mikro-ekosistem, yalnızca ölü dokuların ayrışmasında görev alan canlılardan oluşmaz. Aynı zamanda farklı beslenme biçimlerine ve trofik düzeylere sahip çok sayıda organizmanın bir arada bulunduğu karmaşık bir besin ağı oluşturur (Campobasso ve ark., 2001).

Bu topluluğun ilk trofik düzeyinde, doğrudan kadavra dokularıyla beslenen nekrofaj böcekler yer almaktadır. Özellikle sinek larvaları ve bazı kınkanatlı türleri, ölü dokuları tüketerek kadavrada bulunan organik maddeden yararlanır. İkinci trofik düzeyde ise bu nekrofaj böceklerle, özellikle larvalarla beslenen predatör böcekler bulunmaktadır. Bazı Coleoptera ve Diptera türleri, kadavra üzerindeki larva ve diğer küçük organizmaları avlayarak bu besin ağının ikinci basamağını oluşturur (Catts ve Goff, 1992; Barton ve ark., 2013).

Daha üst trofik düzeylerde ise özellikle Hymenoptera (Zar kanatlılar) takımına ait bazı parazitoit türler yer alır. Bu canlılar, Diptera türlerinin yumurta, larva veya pupa dönemlerini konak olarak kullanarak gelişimlerini sürdürür. Böylece kadavra üzerinde doğrudan ölü dokudan beslenen türlerden, bu türleri tüketen veya onlarla ilişkili yaşayan daha üst düzey organizmalara doğru karmaşık bir enerji aktarımı gerçekleşir (Benbow ve ark., 2015)

Bu açıdan nekrofaj böcekler yalnızca ölü organik maddelerin parçalanmasına katkıda bulunan canlılar değildir. Aynı zamanda kadavrada bulunan enerjinin ve besin maddelerinin farklı organizma grupları arasında aktarılmasını sağlayan önemli bir ekolojik bağlantı görevi üstlenirler. Bu nedenle nekrofaj böceklerin kadavra ekosistemindeki rolü, hem ayrışma süreci hem de besin ağının devamlılığı açısından birlikte değerlendirilmelidir (DeVault ve ark., 2003)..

6. TOPRAK EKOSİSTEMİNE ETKİLERİ

Kadavranın ayrışması sırasında açığa çıkan sıvılar ve organik bileşikler, kadavranın hemen altında ve çevresindeki toprakta besin maddelerinin yoğunlaştığı özel bir alanın oluşmasına neden olur. Bu alan, literatürde “**Kadavra Ayrışma Adası**” olarak adlandırılmaktadır. Kadavradan toprağa geçen organik maddeler ve besin elementleri, bu bölgedeki mikrobiyal faaliyetleri ve toprak özelliklerini önemli ölçüde etkileyebilmektedir (Benbow ve ark., 2015; Barton ve ark., 2019).

Nekrofaj böceklerin beslenme ve hareket faaliyetleri, kadavra dokularının parçalanmasına katkıda bulunarak ayrışma ürünlerinin toprağa ulaşmasını kolaylaştırır. Kadavradan açığa çıkan sıvılar ve özellikle azot bakımından zengin bileşikler toprağa sızarak burada bulunan mikroorganizmalar için önemli bir besin kaynağı oluşturur (Charabidze ve ark., 2011). Bunun yanında böceklerin deri değiştirme sırasında bıraktıkları gömlek kalıntıları (exuviae), dışkıları ve yaşamlarını tamamladıktan sonra toprağa karışan ölü böcek biyokütlesi de organik madde ve çeşitli besin elementlerinin toprağa aktarılmasına katkı sağlar (Pechal ve ark., 2014).

Bu süreç sonucunda nekrofaj böcekler, kadavra ile toprak ekosistemi arasında önemli bir biyolojik bağlantı oluşturur (Pechal ve ark., 2014). Kadavradan kaynaklanan organik maddelerin toprağa aktarılması, mikroorganizmaların çoğalmasını ve bazı toprak enzimlerinin faaliyetlerini artırabilir. Bunun sonucunda kadavra çevresindeki toprakta besin elementlerinin geçici olarak zenginleşmesi ve bu durumun bitki gelişimini etkilemesi mümkün olabilir (Payne, 1965).

Dolayısıyla nekrofaj böceklerin ekolojik rolü yalnızca kadvranın parçalanmasıyla sınırlı değildir. Bu canlıların faaliyetleri, kadvrada bulunan organik maddelerin toprağa aktarılmasına ve dolayısıyla **kadvra-toprak-mikroorganizma-bitki** arasındaki madde döngüsünün oluşmasına katkıda bulunmaktadır (Barton ve ark., 2013).

7. ADLI ENTOMOLOJIDE NEKROFAJ BÖCEKLER

Nekrofaj böceklerin en önemli uygulama alanlarından biri Adli Entomoloji (Forensic Entomology) disiplini. Adli entomoloji, böceklerin biyolojisi, gelişimi ve ekolojik özelliklerinden elde edilen bilgilerin adli olayların aydınlatılmasında kullanılmasını ifade eder. Özellikle ölüm olaylarının incelenmesinde kadavra üzerinde bulunan böcek türleri ve bu türlerin gelişim özellikleri önemli bilgiler sağlayabilmektedir (Amendt ve ark., 2011).

Kadvraya ilk ulaşan Diptera türlerinin yumurta, larva, prepupa ve pupa gibi gelişim evreleri ile farklı böcek türlerinin kadvrayı belirli bir sırayla kolonize etmesi, Ölüm Sonrası Geçen Sürenin (PMI – Postmortem Interval) tahmin edilmesinde kullanılmaktadır. Böceklerin gelişim hızları büyük ölçüde çevre sıcaklığına bağlıdır (Payne, 1965). Bu nedenle belirli bir türün gelişim evresi ile olay yerindeki sıcaklık verileri birlikte değerlendirilerek ölüm sonrası süre hakkında tahminde bulunulabilir. Bu amaçla Birikimli Isı Derece-Saat (ADH) ve Birikimli Isı Derece-Gün (ADD) gibi modeller kullanılmaktadır (Tomberlin ve ark., 2011; Amendt ve ark., 2011).

Bununla birlikte, böceklerin gelişim hızı ve kadvraya ulaşma zamanı yalnızca sıcaklığa bağlı değildir. Nispi nem, mevsim, gün uzunluğu, yükselti, habitat özellikleri, mikroklima koşulları ve cesedin bulunduğu ortam da

böceklerin davranışlarını ve gelişimini etkileyebilir. Örneğin açık alanda bulunan bir kadavra ile gömülü, su altında veya kapalı bir ortamda bulunan kadavranın böcekler tarafından kolonize edilme süreci birbirinden farklı olabilir (Tomberlin ve ark., 2011).

Bu nedenle adli entomolojik değerlendirmelerde yalnızca kadavra üzerinde bulunan böcek türlerinin belirlenmesi yeterli değildir. Böceklerin gelişim evreleri, olay yerinin sıcaklık ve nem koşulları, kadavranın bulunduğu ortam ve böceklerin kadavrayı kolonize etme sırası birlikte değerlendirilmelidir. Böylece entomolojik veriler, çevresel ve adli diğer bulgularla birleştirilerek daha güvenilir bir PMI tahmini yapılmasına katkı sağlayabilir (Payne, 1965).

8. EKOLOJİK VE BİLİMSEL ÖNEMİ

Nekrofaj böcekler, ekosistemlerdeki madde döngüsü ve ayrışma süreçlerine katkılarının yanı sıra biyoçeşitliliğin korunması ve çevresel değişimlerin izlenmesi açısından da önemli canlılardır (Barton ve ark., 2013; Benbow ve ark., 2015). Kadavra kaynaklarının azalması veya habitatların bozulması, yalnızca doğrudan bu kaynaklardan yararlanan nekrofaj böcekleri değil, aynı zamanda bu böceklerle beslenen predatör ve parazitoit türleri de etkileyebilir. Bu durum, kadavra kaynaklı besin ağında farklı canlı gruplarını etkileyen bir besin ve enerji azalmasına yol açabilir (DeVault ve ark., 2003)..

Nekrofaj böcek topluluklarının tür çeşitliliği, birey sayısı ve türlerin dağılımı, habitat koşullarındaki değişimlerin belirlenmesinde kullanılabilir. Sıcaklık, nem, bitki örtüsü ve habitat yapısındaki değişimler bazı nekrofaj türlerinin yayılışını ve bolluğunu etkileyebildiğinden, bu canlılar çevresel değişimlerin izlenmesinde biyoindikatör olarak değerlendirilebilir. Bu kapsamda nekrofaj topluluklarının farklı habitatlarda ve mevsimlerde düzenli olarak izlenmesi, ekosistemlerde meydana gelen değişimlerin daha iyi anlaşılmasına katkı sağlayabilir (Sperling ve ark., 1994).

Nekrofaj böceklerin araştırılmasında karşılaşılan önemli sorunlardan biri, özellikle birbirine morfolojik olarak çok benzeyen kardeş türlerin ve erken gelişim dönemindeki larvaların doğru şekilde tanımlanmasıdır. Bu sorunun çözümünde son yıllarda DNA barkodlama gibi moleküler yöntemlerden yararlanılmaktadır. Özellikle mitokondriyal COI (Cytochrome c oxidase subunit I) geni üzerinden yapılan analizler, morfolojik olarak birbirinden ayırt edilmesi güç olan türlerin tanımlanmasına yardımcı olabilmektedir. Moleküler yöntemlerin klasik morfolojik teşhis yöntemleriyle birlikte kullanılması, nekrofaj böceklerin tür çeşitliliğinin daha doğru belirlenmesini sağlamaktadır (Zaidi ve ark., 2023).

Türkiye, farklı iklim ve coğrafi özelliklere sahip bölgeleri bünyesinde barındırması nedeniyle nekrofaj böceklerin araştırılması açısından önemli bir araştırma alanıdır. Akdeniz, Ege, Marmara, Karadeniz, İç

Anadolu, Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgeleri arasındaki iklim ve habitat farklılıkları, nekrofaj böcek topluluklarının tür çeşitliliği ve mevsimsel aktivitelerinde farklılıklar oluşturabilir (Payne, 1965). Bu nedenle Türkiye genelinde farklı bölgeleri kapsayan tür çeşitliliği, mevsimsel aktivite, kadavra kolonizasyonu ve sıcaklığa bağlı gelişim verilerinin sistematik biçimde toplanması önem taşımaktadır. Bu tür bölgesel veri tabanlarının oluşturulması, hem nekrofaj böceklerin ekolojik rollerinin daha iyi anlaşılmasına hem de adli entomoloji çalışmalarında kullanılabilir daha güvenilir bölgesel verilerin elde edilmesine katkı sağlayacaktır (Barton ve ark., 2013; Benbow ve ark., 2015).

9. SONUÇ

Nekrofaj böcekler, karasal ekosistemlerde ölü hayvan biyokütlesinin ayrışmasına ve içerdiği besin maddelerinin yeniden ekosisteme kazandırılmasına önemli katkılar sağlayan canlılardır. Özellikle Diptera ve Coleoptera takımlarında yaygın olarak bulunan bu türler, kadvraların ayrışma sürecini hızlandırmanın yanı sıra farklı canlı grupları arasındaki besin ve enerji aktarımında da önemli bir rol üstlenmektedir. Bu yönüyle nekrofaj böcekler, ekosistemlerde yalnızca ölü organik maddelerin tüketilmesini sağlayan organizmalar olarak değil, madde ve enerji akışının devamlılığına katkıda bulunan aktif ekolojik unsurlar olarak değerlendirilmelidir.

Nekrofaj böceklerin önemi ekolojik işlevleriyle sınırlı değildir. Bu canlıların gelişim özellikleri, kadvrayı kolonize etme zamanları ve ayrışma sürecindeki dağılımları, adli entomolojide ölüm sonrası geçen sürenin değerlendirilmesine yönelik önemli veriler sunmaktadır. Bununla birlikte elde edilen verilerin doğru yorumlanabilmesi için sıcaklık, nem, habitat, mevsim ve coğrafi koşullar gibi çevresel değişkenlerin dikkate alınması gerekmektedir. Bu nedenle özellikle adli uygulamalarda bölgesel verilerin oluşturulması ve güvenilir gelişim modellerinin geliştirilmesi önem taşımaktadır.

Nekrofaj böceklerin incelenmesi; ekoloji, entomoloji, mikrobiyoloji, moleküler biyoloji, toprak bilimi ve adli bilimler gibi farklı disiplinlerin birlikte değerlendirilmesini gerektiren çok yönlü bir araştırma alanıdır. Gelecekte yapılacak bölgesel ve uzun süreli çalışmalar, nekrofaj böceklerin tür çeşitliliğinin, mevsimsel değişimlerinin ve ekosistem içerisindeki işlevlerinin daha iyi anlaşılmasına katkı sağlayacaktır. Özellikle Türkiye'nin farklı iklim ve habitat özelliklerini kapsayan kapsamlı veri tabanlarının oluşturulması, hem ekolojik araştırmalar hem de adli entomoloji uygulamaları açısından önemli bir bilimsel altyapı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Benbow, M. E., Tomberlin, J. K., & Tarone, A. M. (Eds.). (2015). *Carrion ecology, evolution, and their applications*. CRC Press.
- Smith, K. G. V. (1986). *A Manual of Forensic Entomology*. British Museum (Natural History) & Cornell University Press.
- Catts, E. P., & Goff, M. L. (1992). *Forensic entomology in criminal investigations*. Annual Review of Entomology, 37(1), 253-272.
- Payne, J. A. (1965). A summer carrion study of the baby pig *Sus scrofa* Linnaeus. *Ecology*, 46(5), 592-602.
- Campobasso, C. P., Di Vella, G., & Introna, F. (2001). Factors affecting decomposition and insect succession. *Forensic Science International*, 120(1-2), 32-50.
- Amendt, J., Richards, C. S., Campobasso, C. P., Zehner, R., & Hall, M. J. (2011). Forensic entomology: applications and limitations. *Forensic Science, Medicine and Pathology*, 7(4), 379-392.
- Schoenly, K., & Reid, W. (1987). *Dynamics of heterotrophic succession in carrion arthropod assemblages: discrete stages or a continuum?* Theoretical Population Biology, 31(2), 198-223.
- Benbow, M. E., Tomberlin, J. K., & Tarone, A. M. (Eds.). (2015). *Carrion ecology, evolution, and their applications*. CRC Press.
- Payne, J. A. (1965). A summer carrion study of the baby pig *Sus scrofa* Linnaeus. *Ecology*, 46(5), 592-602.
- Campobasso, C. P., Di Vella, G., & Introna, F. (2001). Factors affecting decomposition and insect succession. *Forensic Science International*, 120(1-2), 32-50.
- Charabidze, D., Bourel, B., & Gosset, D. (2011). Larval masses behavior: A review of physiological, ecological and forensic aspects. *Journal of Insect Physiology*, 57(6), 735-741.
- Pechal, J. L., Crippen, T. L., Benbow, M. E., Tarone, A. M., Dowd, S., & Tomberlin, J. K. (2014). The temporal dynamics of the bacteria community associated with necrophagous larvae on carrion. *Microbial Ecology*, 67(1), 282-292.
- Barton, P. S., McIntyre, S., Evans, M. J., Bumstead, Z. T., Manning, A. D., & Wallman, J. F. (2019). Substantial nutrient input from carrion to agricultural soils through insect-mediated pathways. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 285, 106627.
- DeVault, T. L., Rhodes Jr, O. E., & Shivik, J. A. (2003). Scavenging by vertebrates: Behavioral, ecological, and evolutionary perspectives. *Oikos*, 102(2), 225-234.

- Amendt, J., Campobasso, C. P., Gaudry, E., Reiter, C., LeBlanc, H. N., & Hall, M. J. (2007). Best practice in forensic entomology—standards and guidelines. *International Journal of Legal Medicine*, 121(2), 90-104.
- Tomberlin, J. K., Benbow, M. E., Tarone, A. M., & Mohr, R. M. (2011). Basic research in forensic entomology. *Annual Review of Entomology*, 56, 401-421.
- Sperling, F. A., Anderson, G. S., & Hickey, D. A. (1994). A DNA-based approach for the identification of insect species involved in postmortem intervals. *Journal of Forensic Sciences*, 39(2), 418-427.
- Zaidi, F., Chen, X. X., & Liang, L. (2023). DNA barcoding and its application in forensic entomology: A systematic review. *Forensic Science International: Genetics*, 64, 102845.

TÜRKİYE’DE YAYGIN NEKROFAJ BÖCEKLER VE ADLİ ENTOMOLOJİDEKİ KULLANIMLARI

Dr, Mahmut İSLAMOĞLU¹

¹Adıyaman Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki oruma Bölümü

mislamglug@adiyaman.edu.tr, ORCID: 0000-0003-2835-4735

Özet

Nekrofaj böcekler, ölü hayvan dokularını besin kaynağı olarak kullanan ve karasal ekosistemlerde organik maddelerin ayrışmasına katkıda bulunan önemli organizmalardır. Bu canlılar, ölü dokulardaki karbon, azot ve diğer besin elementlerinin yeniden ekosisteme kazandırılmasını sağlarken, aynı zamanda besin ağlarındaki enerji aktarımının devamlılığına da katkıda bulunurlar. Nekrofajlık davranışı, başta Diptera (sinekler) ve Coleoptera (kırankatlılar) olmak üzere farklı takım ve familyalarda görülmektedir.

Türkiye; farklı iklim özellikleri, coğrafi yapısı ve habitat çeşitliliği sayesinde nekrofaj böcek araştırmaları açısından yüksek bir potansiyele sahiptir. Ülkemizde yürütülen kadavra ve adli entomoloji çalışmalarında; özellikle Calliphoridae ve Sarcophagidae familyalarına ait türlerin, ayrışmanın erken dönemlerinde kadavraya ilk ulaşan önemli gruplar olduğu öne çıkmaktadır. Türkiye'nin farklı bölgelerinde yapılan araştırmalarda *Lucilia sericata*, *Chrysomya albiceps*, *Calliphora vicina* ve *Calliphora vomitoria* gibi Calliphoridae türleri sıklıkla kaydedilmektedir. Bunun yanı sıra Sarcophagidae familyasına ait *Sarcophaga* türleri ile Coleoptera takımından Silphidae ve Dermestidae familyaları da kadavra ayrışmasının ilerleyen dönemlerinde kritik roller üstlenmektedir. Örneğin, Ankara'da insan cesetleriyle ilişkili adli entomolojik olguların incelendiği bir çalışmada elde edilen 516 böcek örneğinin büyük çoğunluğunun Calliphoridae ve Sarcophagidae familyalarına ait olması, Diptera takımının adli nekrofaj toplulukları içindeki baskın konumunu doğrulamaktadır.

Bu çalışmada, Türkiye'de kadavra ve adli entomoloji araştırmalarında öne çıkan nekrofaj böcek grupları; coğrafi yayılışları, ekolojik işlevleri, mevsimsel aktiviteleri ve adli bilimlerdeki önemleri açısından bütüncül bir yaklaşımla değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Nekrofaj böcekler, Diptera, Coleoptera, Calliphoridae, Sarcophagidae, kadavra ekolojisi, adli entomoloji

COMMON NECROPHAGOUS INSECTS IN TÜRKIYE AND THEIR USES IN FORENSIC ENTOMOLOGY

Abstract

Necrophagous insects are key organisms that utilize dead animal tissue as a food source and contribute to the decomposition of organic matter in terrestrial ecosystems. While these organisms facilitate the reintroduction of carbon, nitrogen, and other essential nutrients present in dead tissues back into the ecosystem, they also contribute to the continuity of energy transfer within food webs. Necrophagous behavior is observed across various orders and families, primarily within Diptera (true flies) and Coleoptera (beetles).

Thanks to its diverse climatic features, geographical structure, and habitat richness, Türkiye holds significant potential for research on necrophagous insects. In carcass and forensic entomology studies conducted in our country, species belonging to the families Calliphoridae and Sarcophagidae, in particular, stand out as primary groups that arrive at the carcass during the early stages of decomposition. In investigations carried out across different regions of Türkiye, Calliphoridae species such as *Lucilia sericata*, *Chrysomya albiceps*, *Calliphora vicina*, and *Calliphora vomitoria* are frequently recorded. In addition, *Sarcophaga* species belonging to the family Sarcophagidae, along with the families Silphidae and Dermestidae from the order Coleoptera, play critical roles during the later stages of carcass decomposition. For instance, a study examining forensic entomological cases associated with human remains in Ankara revealed that the vast majority of the 516 collected insect specimens belonged to the families Calliphoridae and Sarcophagidae, confirming the dominant position of the order Diptera within forensic necrophagous communities.

In this study, the prominent necrophagous insect groups in carcass and forensic entomology research in Türkiye have been evaluated through a holistic approach in terms of their geographical distribution, ecological functions, seasonal activities, and significance in forensic sciences.

Keywords: Necrophagous insects, Diptera, Coleoptera, Calliphoridae, Sarcophagidae, carcass ecology, forensic entomology

1. GİRİŞ

Nekrofaj böcekler, ölü hayvan dokularını doğrudan besin ve gelişme kaynağı olarak kullanan ve kadavra ayrışmasında önemli rol üstlenen organizmalardır. Özellikle Diptera ve Coleoptera takımlarına bağlı türler, ölümden kısa süre sonra kadvraya ulaşarak ayrışmanın farklı aşamalarında faaliyet gösterir. Bu süreçte kadavra dokularındaki organik maddelerin parçalanmasına, karbon ve azot gibi elementlerin yeniden ekosisteme kazandırılmasına ve kadavra kaynaklı enerjinin besin ağında farklı trofik seviyelere aktarılmasına katkıda bulunurlar.

Kadavra üzerinde bulunan tüm böceklerin nekrofaj olmadığı özellikle belirtilmelidir. Bazı türler doğrudan ölü dokularla beslenirken, bazıları nekrofaj türlerin larva ve pupalarını avlayan predatörler, bazıları ise parazitoitler olarak yaşamlarını sürdürmektedir. Bu nedenle kadavra, kısa sürede çok sayıda farklı organizmanın kolonize ettiği geçici bir ekosistem niteliğindedir.

Türkiye, farklı iklim kuşaklarına ve habitatlara sahip olması nedeniyle zengin bir nekrofaj böcek faunasına sahiptir. Bununla birlikte türlerin bulunma ve baskınlık düzeyleri bölge, mevsim, sıcaklık, nem, habitat ve kadvranın bulunduğu ortam gibi faktörlere göre değişmektedir. Bu nedenle Türkiye'deki nekrofaj böceklerin değerlendirilmesinde türlerin yalnızca varlığı değil, biyolojileri, yayılışları, mevsimsel aktiviteleri ve kadavra süksesyonundaki konumları birlikte ele alınmalıdır.

2.1. Calliphoridae (Leş Sinekleri)

Calliphoridae familyası Türkiye'deki nekrofaj Diptera içerisinde en fazla araştırılan gruplardan biridir (Açıkgöz, 2018; Tüzün ve Yüksel, 2010). Erginlerin kadavra kokusuna kısa sürede ulaşabilmesi ve larvaların ölü dokularla yoğun biçimde beslenmesi nedeniyle özellikle ayrışmanın taze ve şişme dönemlerinde (*fresh and bloated stages*) anahtar rol oynarlar (Goff, 2009; Byrd & Tomberlin, 2019).

2.1.1. *Lucilia sericata* (Meigen, 1826)

Lucilia sericata, Türkiye'de kadavra ve adli entomoloji çalışmalarında en sık karşılaşılan nekrofaj sineklerden biridir (Şabanoğlu & Göktürk, 2014). Erginleri metalik yeşil renkte olup, dişi bireyler uygun bir kadavra veya çürüyen organik materyal bulduğunda yumurtalarını bu dokular üzerine bırakmaktadır (Rivers & Dahlem, 2014). Yumurtadan çıkan larvalar ölü dokularla beslenerek gelişir ve uygun sıcaklık koşullarında gelişimlerini hızlı biçimde tamamlayabilir.

Türkiye'de Ankara, Samsun ve Kayseri gibi farklı biyocoğrafik bölgelerde kaydedilmiş olması, türün geniş bir ekolojik toleransa ve kozmopolit bir yayılışa sahip olduğunu göstermektedir (Tüzün ve Yüksel, 2010; Yabanlı ve ark., 2012). Özellikle sıcak dönemlerde (yaz ve erken sonbahar) populasyon yoğunluğu artabilmektedir. *L.*

sericata'nın larval gelişim hızının çevre sıcaklığıyla doğrudan ilişkili olması nedeniyle, ölüm sonrası geçen sürenin tahmininde en önemli adli entomolojik biyoindikatörlerden biridir (Amendt ve ark., 2011; Grassberger ve Reiter, 2001).

2.1.2. *Chrysomya albiceps* (Wiedemann, 1819)

Chrysomya albiceps, Türkiye'de özellikle sıcak mevsimlerde dikkat çeken termofilik bir Calliphoridae türüdür (Açıkgöz, 2018). Erginler kadavraya kısa sürede ulaşarak yumurtalarını kadavra üzerine bırakabilir. Larvaları ilk evrelerde nekrofaj olmakla birlikte, 2. ve 3. larval dönemlerde ikincil predatör davranış göstererek diğer Diptera larvalarını (özellikle *L. sericata* larvalarını) avlayabilmektedir (Faria ve ark., 1999; Grassberger ve ark., 2003).

Türkiye'nin özellikle sıcak iklim özelliklerine sahip bölgelerinde ve yaz aylarında daha belirgin şekilde görülmektedir. Samsun, Ankara ve Kayseri'deki saha araştırmalarında kaydedilmiştir (Tüzün & Yüksel, 2010). Türün hem nekrofaj hem de fakultatif predatör davranış gösterebilmesi, kadavra üzerindeki diğer sinek türlerinin populasyon dinamiklerini ve ayrışma hızını önemli ölçüde etkilemektedir (Faria ve ark., 1999). Adli entomolojide *C. albiceps*, gelişim süresinin sıcaklığa bağımlılığı ve kadavra süksesyondaki baskın konumu nedeniyle PMI değerlendirmelerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Grassberger ve ark., 2003).

2.1.3. *Calliphora vicina* (Robineau-Desvoidy, 1830)

Calliphora vicina, Türkiye'de geniş yayılım gösteren, soğuğa dayanıklı (psikrofilik) önemli bir nekrofaj türüdür (Tüzün & Yüksel, 2010). Düşük sıcaklıklarda dahi uçuş ve kolonizasyon aktivitesini sürdürebilmesi, bu türü diğer Calliphoridae üyelerinden ayıran temel fizyolojik özelliktir (Ames ve Turner, 2003).

Türkiye'deki araştırmalarda özellikle sonbahar, kış ve erken ilkbahar dönemlerinde kaydedilmiştir. Kayseri ve Samsun'da gerçekleştirilen çalışmalarda serin mevsimlerde kadavra üzerinde tespit edilmesi, türün mevsimsel dağılım kalıbını göstermektedir (Yabanlı ve ark., 2012). *C. vicina*, larval gelişiminin sıcaklıkla hassas matematiksel ilişkisi nedeniyle adli entomolojide PMI tahminlerinde kritik öneme sahiptir; özellikle serin dönemlerde bulunan kadvralarda anahtar tür olarak değerlendirilir (Donovan ve ark., 2006).

2.1.4. *Calliphora vomitoria* (Linnaeus, 1758)

Calliphora vomitoria iri yapılı, metalik mavi renkte bir leş sineğidir. Erginleri kadavra ve diğer çürüten organik maddelere yönelir; larvaları ise ölü dokularla beslenerek gelişir (Byrd ve Tomberlin, 2019).

Türkiye'de özellikle Ankara ve Samsun gibi iç ve kuzey bölgelerde kaydedilmiştir (Tüzün ve Yüksel, 2010). *C. vicina* ile birlikte özellikle gölgelik, ormanlık veya serin dönemlerde kadavra kolonizasyonunda rol oynar

(Gennard, 2012). Türün gelişim hızının sıcaklıkla olan doğrusal ilişkisi, adli vakalarda thermal gelişim verilerinin PMI tahmininde kullanılmasına olanak sağlamaktadır (Amendt ve ark., 2011).

2.2. SARCOPHAGIDAE (ET SINEKLERİ)

Sarcophagidae familyası Türkiye'de tür çeşitliliği bakımından zengin nekrofaj gruplardan biridir (Açıkgöz, 2018). Familyanın önemli biyolojik özelliklerinden biri, dişi bireylerin yumurtlamak yerine 1. evre larvalarını doğrudan canlı olarak kadavraya bırakmasıdır (Rivers ve Dahlem, 2014). Bu özellik, kadavra bulunduğu yumurtlama ve kuluçka süresini atlayarak larval gelişimin anında başlamasını sağlar (Byrd ve Castner, 2001).

2.2.1. *Sarcophaga argyrostoma* (Robineau-Desvoidy, 1830)

Sarcophaga argyrostoma, Türkiye'deki nekrofaj faunada sıkça kaydedilen Sarcophagidae türlerinden biridir (Tüzün ve Yüksel, 2010). Larvaları ölü hayvan dokuları üzerinde gelişir ve kadavranın aktif ayrışma döneminde doku kaybında önemli rol oynar (Povolný ve Verves, 1997). Samsun'da yapılan çalışmalarda özellikle yaz döneminde kaydedilmiş olması, türün sıcak dönemlerdeki yüksek aktivitesini doğrulamaktadır (Yabanlı ve ark., 2012).

2.2.2. *Sarcophaga similis* (Meade, 1876)

Sarcophaga similis Türkiye'de nekrofaj faunada belirlenen türler arasındadır. Dişiler canlı larva bırakır ve larvalar kadavra dokuları üzerinde beslenerek gelişir (Povolný & Verves, 1997). Samsun'daki araştırmalarda özellikle ağustos ayında kaydedilmiştir. Sarcophagidae türlerinin morfolojik olarak birbirine aşırı benzemesi nedeniyle adli olgularda kesin tür teşhisinin erkek genital morfolojisi veya mitokondriyal COI DNA barkodlama yöntemleriyle yapılması gerekmektedir (Meiklejohn ve ark., 2011; Zaidi ve ark., 2023).

2.2.3. *Sarcophaga haemorrhoidalis* (Fallén, 1817) [Syn: *Sarcophaga africa*]

Sarcophaga haemorrhoidalis, dünya genelinde synanthropic olarak bilinen, kadavra ve çürüyen organik maddelerle sıkça ilişkilendirilen bir türdür (Byrd ve Castner, 2001). Larval gelişimi kadavra dokularında gerçekleşir ve yüksek sıcaklık koşullarında hızlı gelişim gösterebilir. Türkiye'deki adli vakalarda Sarcophagidae larvalarının tür düzeyinde teşhisi, sıcaklığa bağlı gelişim verilerinin doğru uygulanabilmesi için hayati önem taşır (Amendt ve ark., 2011).

2.3. SILPHIDAE (LEŞ BÖCEKLERİ)

Silphidae familyası Coleoptera içerisinde kadavra ekolojisi ile en yakın ilişkili gruplardan biridir (Ratcliffe, 1996). Ergin ve larval bireyler bazı türlerde doğrudan kadavra dokularıyla beslenirken, bazı türler aynı zamanda Diptera larvalarını avlayan obligat/fakultatif predatörlerdir (Ikeda ve ark., 2008).

2.3.1. *Silpha obscura* (Linnaeus, 1758)

Silpha obscura, Palearktik bölgede ve Türkiye'de yayılış gösteren Silphidae türlerinden biridir (Şabanoğlu ve Göktürk, 2014). Ölü hayvan materyalinden ve dipter larvalarından beslenebilmesi nedeniyle kadavra ekolojisinde önemli bir trofik halkadır (Ratcliffe, 1996). Türkiye'deki uygun habitatlarda bulunan *Silpha* üyeleri, Diptera larvalarının yoğun olduğu kadvralarda rekabet ve predasyon mekanizmalarıyla süksesyonu şekillendirir (Barton ve ark., 2013).

2.3.2. *Nicrophorus vespillo* (Linnaeus, 1758)

Nicrophorus vespillo, özellikle küçük omurgalı kadvralarını kullanan uzmanlaşmış bir Silphidae türüdür (Scott, 1998). *Nicrophorus* türleri, kadvrayı toprağa gömme, tüylerini/kıllarını temizleyip anal salgılarla mumyalama ve yavrularına ebeveyn bakımı sağlama gibi karmaşık davranışlarıyla dikkat çeker (Scott, 1998; Pukowski, 1933). Bu özellikleri nedeniyle ayrıştırma sürecinde özgün bir ekolojik niş işgal ederler.

2.4. Dermestidae (Deri Böcekleri)

Dermestidae familyası kadvranın ileri ayrışma ve kuru kalıntı aşamalarında ortaya çıkar (Goff, 2009). Larvalar yüksek keratinize yapıya sahip kurumuş deri, kıl, kıkırdak ve tendon gibi dokularla beslenebilecek özel sindirim enzimlerine sahiptir (Byrd ve Tomberlin, 2019).

2.4.1. *Dermestes frischii* (Kugelann, 1792)

Dermestes frischii, Türkiye'de kadavra ve kurutulmuş hayvansal materyallerde kaydedilen önem teşkil eden bir türdür (Şabanoğlu ve Göktürk, 2014). Larvaları kurumuş hayvansal dokuları tüketir. Kayseri'de gerçekleştirilen araştırmalarda *D. frischii* tespit edilmiştir (Yabanlı ve ark., 2012). Kadvranın ileri ayrışma aşamalarındaki varlığı, adli entomolojide uzun süreli ölüm olaylarında (PMI) gecikmiş süksesyon göstergesi olarak kullanılır (Charabidze ve ark., 2014).

2.4.2. *Dermestes maculatus* (De Geer, 1774)

Dermestes maculatus, kozmopolit yayılışlı olup kurumuş et, deri ve kemik kalıntılarıyla beslenen baskın bir Dermestidae türüdür (Kulshrestha ve Satpathy, 2001). Kadvranın iskeletleşme aşamasına geçişinde ve kapalı/kuru ortamlarda bulunan cesetlerde önemli bir adli indikatördür (Byrd ve Tomberlin, 2019).

2.5. Histeridae (Güdük Böcekler)

Histeridae familyası üyeleri doğrudan nekrofaj olmaktan ziyade obligat predatör olarak kadavra ekosisteminde rol oynar (Kovarık ve Caterino, 2001). Özellikle kadvranın şişme ve aktif ayrışma evrelerinde Diptera larvaları ve pupaları ile yoğun şekilde beslenirler (Bajerlein ve ark., 2011).

Hister quadrimaculatus (Linnaeus, 1758)

Hister quadrimaculatus, kadavra çevresinde sinek larvalarını ve küçük omurgasızları avlayan predatör bir türdür (Şabanoğlu ve Göktürk, 2014). Sinek larvalarının popülasyon yoğunluğunu baskılayarak kadavradaki biyokütle tüketim hızını ve süksesyon adımlarını dolaylı olarak düzenler (Bajerlein ve ark., 2011).

2.6. Staphylinidae (Akar)

Staphylinidae familyasına bağlı türler kadavra çevresindeki en kalabalık predatör gruplardandır (Boháč, 1999). Sinek larvaları, yumurtaları ve diğer küçük eklembacaklıları avlayarak besin ağının üst trofik basamaklarında yer alırlar (Catts & Goff, 1992). Kadavra üzerinde bulunmaları doğrudan ölü doku tükettiklerini göstermez; ancak predatör baskısı oluşturarak sinek larvalarının gelişimini ve yoğunluğunu etkilediklerinden süksesyon analizlerinde dikkate alınmalıdırlar (Barton ve ark., 2013).

3. TÜRKİYE'DE ÖNEMLİ NEKROFAJ TÜRLERİN ÖZETİ

Familiya	Tür	Temel biyolojik özellik	Kadavra önemi	süksesyonundaki	Türkiye'deki durum
Calliphoridae	<i>Lucilia sericata</i>	Yumurtalarını dokuya bırakır	ölü Erken dönem		Yaygın kayıtlar
Calliphoridae	<i>Chrysomya albiceps</i>	Nekrofaj + larval predatör	Erken/aktif dönem		Birçok bölgede kayıtlı
Calliphoridae	<i>Calliphora vicina</i>	Serin dönem aktivitesi belirgin	Erken dönem		Yaygın kayıtlar
Calliphoridae	<i>Calliphora vomitoria</i>	Nekrofaj larval gelişim	Erken dönem		Çeşitli bölgelerde kayıtlı
Sarcophagidae	<i>Sarcophaga argyrostoma</i>	Canlı larva bırakır	Erken/aktif dönem		Türkiye'de kayıtlı
Sarcophagidae	<i>Sarcophaga similis</i>	Canlı larva bırakır	Aktif ayrışma		Türkiye'de kayıtlı
Sarcophagidae	<i>S. haemorrhoidalis</i>	Nekrofaj larval gelişim	Aktif ayrışma		Türkiye'de kayıtlı
Silphidae	<i>Silpha obscura</i>	Kadavra + küçük organizmalar	Orta/ileri dönem		Türkiye faunasında
Silphidae	<i>Nicrophorus vespillo</i>	Kadavrayı gömme davranışı	Erken/orta dönem		Türkiye faunasında
Dermestidae	<i>Dermestes frischii</i>	Kuru hayvansal dokularla beslenir	İleri dönem		Türkiye'de kayıtlı
Dermestidae	<i>Dermestes maculatus</i>	Kuru doku tüketimi	İleri dönem		Türkiye'de önemli
Histeridae	<i>Hister spp.</i>	Predatör	Sinek larvalarının bulunduğu dönem		Türkiye'de çeşitli türler
Staphylinidae	<i>Creophilus maxillosus</i>	Predatör	Aktif/ileri dönem		Türkiye'de yaygın

4. TÜRKİYE'DE TÜRLERİN YAYILIŞI

Türkiye'de nekrofaj böceklerin coğrafi dağılımı ve populasyon yoğunlukları, bölgesel iklim özellikleri (mikroklima/makroklima), yükselti ve habitat yapısına bağlı olarak belirgin varyasyonlar göstermektedir (Açıkgöz, 2018; Tüzün & Yüksel, 2010).

Calliphoridae ve Sarcophagidae familyalarının üyeleri, Türkiye'nin farklı coğrafi bölgelerinde hem insan hem de hayvan kadavraları üzerinde sıklıkla kaydedilmekte olup; özellikle şehirleşmiş alanlar, tarımsal araziler, açık mera/orman alanları ve hayvancılık yapılan kırsal bölgelerde yaygın biçimde bulunmaktadır (Şabanoglu ve Göktürk, 2014; Yabanlı ve ark., 2012).

Sinek türlerinin mevsimsel fenolojileri ve aktivite periyotları ekofizyolojik tolerans sınırlarına göre şekillenmektedir (Byrd ve Tomberlin, 2019). *Calliphora vicina* gibi psikrofilik (soğuk-seven) türler daha düşük sıcaklıklarda dahi uçuş ve yumurtlama aktivitesi gösterebilirken (Ames ve Turner, 2003), *Chrysomya albiceps* gibi termofilik (sıcak-seven) ve invaziv potansiyelli türler özellikle sıcak yaz dönemlerinde kadavra kolonizasyonunda baskın hâle gelmektedir (Grassberger ve ark., 2003). Diğer yandan *Lucilia sericata* ise hem kırsal hem kentleşmiş habitatlarda, geniş bir sıcaklık aralığında (eurythermal) ve farklı mevsimlerde kaydedilebilmesi nedeniyle Türkiye'deki adli entomoloji araştırmalarında ve PMI tahminlerinde öne çıkan kozmopolit model türlerden biridir (Grassberger & Reiter, 2001; Açıkgöz, 2018).

Silphidae ve Dermestidae familyalarına ait Coleoptera üyelerinin dağılımı ise yalnızca genel iklim koşullarıyla sınırlı kalmayıp; kadavra materyalinin sürekliliği, toprak kimyasal özellikleri, nem oranı, bitki örtüsü ve mikro-habitat yapısıyla da doğrudan ilişkilidir (Barton ve ark., 2013; Carter ve ark., 2007). Özellikle Dermestidae türlerinin kadavranın ileri ayrışma ve kuruma aşamalarındaki varlığı, bu grubun erken kolonizör nekrofaj Diptera'dan zamansal olarak ayrışan, daha geç bir trofik süksesyonel nişte önemli bir ekolojik işlev üstlendiğini göstermektedir (Charabidze ve ark., 2014; Goff, 2009).

5. ADLİ ENTOMOLOJİDE TÜRLERİN ÖNEMİ

Nekrofaj böceklerin adli entomolojideki en önemli kullanım alanı, ölüm sonrası geçen sürenin veya böcek faaliyet süresinin tahmin edilmesine yardımcı olmalarıdır (Catts ve Goff, 1992; Amendt ve ark., 2011). Bu amaçla özellikle *Lucilia sericata*, *Chrysomya albiceps*, *Calliphora vicina*, *Calliphora vomitoria* ve çeşitli *Sarcophaga* türlerinin yumurta, larva, prepupa, pupa ve ergin dönemlerine ilişkin gelişme süreleri ve derece-gün/saat verilerinden yararlanılmaktadır (Grassberger ve Reiter, 2001; Greenberg, 1991; Byrd ve Tomberlin, 2019).

Ancak entomolojik verilerle yapılan PMI tahmini, yalnızca ilgili türün varlığına veya taksonomik teşhisine dayandırılmamalıdır (Tomberlin ve ark., 2011). Sıcaklık, nispi nem, güneşlenme, cesedin giyini/örtülü/gömülü olması, coğrafi bölge, mevsimsel aktivite ve kadavranın kütlesi gibi multifaktöriyel değişkenler; böceklerin kadavra ulaşma süresini ve larval gelişim hızını belirgin şekilde değiştirebilir (Campobasso ve ark., 2001; Rivers ve Dahlem, 2014). Ayrıca Histeridae, Staphylinidae ve bazı Silphidae üyeleri gibi predatör türlerin varlığı da nekrofaj böceklerin kadavra üzerindeki popülasyon yoğunluğunu ve larval kitle sıcaklığını doğrudan etkileyebilmektedir (Charabidze ve ark., 2011; Barton ve ark., 2013).

Bu nedenle Türkiye'de adli entomolojik delillerin mahkemelerde ve adli soruşturmalarda daha güvenilir, standart ve bilimsel geçerliliği yüksek bir delil niteliği kazanabilmesi için; bölgelere özgü iklimsel verilerle hazırlanmış larval gelişim tablolarına, tür teşhis protokollerine ve mevsimsel süksesyon veri tabanlarına olan ihtiyaç kritik bir zorunluluktur (Açıkgöz, 2018; Amendt ve ark., 2007; Tüzün ve Yüksel, 2010).

6. SONUÇ

Türkiye'deki nekrofaj böcek faunası, farklı iklim ve habitat özellikleri nedeniyle oldukça çeşitlidir. Calliphoridae içerisinde *Lucilia sericata*, *Chrysomya albiceps*, *Calliphora vicina* ve *Calliphora vomitoria*; Sarcophagidae içerisinde çeşitli *Sarcophaga* türleri; Silphidae ve Dermestidae içerisinde ise farklı türler kadavra ayrışmasının değişik dönemlerinde önemli roller üstlenmektedir.

Bu türler arasında *L. sericata*, *C. albiceps* ve *C. vicina* özellikle Türkiye'deki farklı bölgesel araştırmalarda tekrar tekrar kaydedilmeleri nedeniyle dikkat çekmektedir. Bununla birlikte bunların her bölgede ve her mevsimde aynı yoğunlukta bulunmadığı, türlerin dağılım ve baskınlığının sıcaklık, mevsim ve habitat koşullarına göre değiştiği dikkate alınmalıdır.

Sonuç olarak nekrofaj böcekler, bir taraftan ölü hayvan biyokütlesinin ayrışmasına ve ekosistemlerde besin maddelerinin döngüsüne katkıda bulunurken, diğer taraftan adli olaylarda biyolojik zaman göstergeleri olarak kullanılabilir. Türkiye'de bölgesel tür kompozisyonlarının ve mevsimsel aktivitelerin daha ayrıntılı belirlenmesi, adli entomolojide PMI tahminlerinin güvenilirliğinin artırılması bakımından önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

- Açıkgöz, H. N. (2018). Forensic Entomology in Turkey: Current status and future perspectives. *Türkiye Klinikleri Journal of Forensic Medicine & Forensic Sciences*, 15(2), 65-74.
- Amendt, J., Campobasso, C. P., Gaudry, E., Reiter, C., LeBlanc, H. N., & Hall, M. J. (2007). Best practice in forensic entomology—standards and guidelines. *International Journal of Legal Medicine*, 121(2), 90-104.
- Ames, C., & Turner, B. (2003). Low temperature feeding and development of *Calliphora vicina* larvae (Diptera: Calliphoridae). *Forensic Science International*, 136(1-3), 29-32.
- Bajerlein, D., Konwerski, S., Matuszewski, S., & Przewoźny, M. (2011). Succession of necrophagous beetles on pig carcasses in oak-hornbeam forest. *Polish Journal of Ecology*, 59(3), 587-599.
- Barton, P. S., Cunningham, S. A., Lindenmayer, D. B., & Manning, A. D. (2013). The standard of reporting of ecological research: A case study of carrion ecology. *Biological Reviews*, 88(1), 12-33.
- Boháč, J. (1999). Staphylinid beetles as bioindicators. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 74(1-3), 357-372.
- Byrd, J. H., & Castner, J. L. (Eds.). (2001). *Forensic entomology: the utility of arthropods in legal investigations*. CRC Press.
- Campobasso, C. P., Di Vella, G., & Introna, F. (2001). Factors affecting decomposition and insect succession. *Forensic Science International*, 120(1-2), 32-50.
- Carter, D. O., Yellowlees, D., & Tibbett, M. (2007). Cadaver decomposition in terrestrial ecosystems. *Naturwissenschaften*, 94(1), 12-24.
- Catts, E. P., & Goff, M. L. (1992). Forensic entomology in criminal investigations. *Annual Review of Entomology*, 37(1), 253-272.
- Charabidze, D., Bourel, B., & Gosset, D. (2011). Larval masses behavior: A review of physiological, ecological and forensic aspects. *Journal of Insect Physiology*, 57(6), 735-741.
- Charabidze, D., Colard, T., Vincent, B., Pasquerault, A., & Hedouin, V. (2014). Involvement of Dermestidae (Coleoptera) in decomposition of human bodies. *Journal of Forensic Sciences*, 59(5), 1396-1402.
- Donovan, S. E., Hall, M. J., Turner, B. D., & Moncrieff, C. B. (2006). Thermal imaging of *Calliphora vicina* larvae. *Medical and Veterinary Entomology*, 20(1), 120-128.
- Faria, L. D. B., Orsi, L., Trinca, L. A., & Godoy, W. A. C. (1999). Larval predation in the invasive species *Chrysomya albiceps*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 92(3), 323-331.

- Goff, M. L. (2009). Early postmortem changes and stages of decomposition in exposed cadavers. *Experimental and Applied Acarology*, 49(1-2), 21-36.
- Grassberger, M., & Reiter, C. (2001). Effect of temperature on *Lucilia sericata* development. *Forensic Science International*, 120(1-2), 32-36.
- Grassberger, M., Friedrich, E., & Reiter, C. (2003). The development of *Chrysomya albiceps* under constant temperatures. *Forensic Science International*, 137(2-3), 152-158.
- Greenberg, B. (1991). Flies as forensic indicators. *Journal of Medical Entomology*, 28(5), 565-577.
- Ikeda, H., Kagaya, T., Kubota, K., & Abe, T. (2008). Evolutionary ecology of Silphidae beetles. *Ecological Research*, 23(3), 481-490.
- Meiklejohn, K. A., Wallman, J. F., & Dowton, M. (2011). DNA barcoding forensically important Australian Sarcophagidae. *Journal of Forensic Sciences*, 56(4), 900-908.
- Povolný, D., & Verves, Y. A. (1997). *The flesh-flies of Central Europe (Diptera, Sarcophagidae)*. Apollo Books.
- Ratcliffe, B. C. (1996). *The carrion beetles (Coleoptera: Silphidae) of Nebraska*. Bulletin of the University of Nebraska State Museum.
- Rivers, D. B., & Dahlem, G. A. (2014). *The science of forensic entomology*. John Wiley & Sons.
- Scott, M. P. (1998). Ecology and behavior of burying beetles. *Annual Review of Entomology*, 43(1), 595-618.
- Şabanoğlu, B., & Göktürk, O. (2014). Determination of necrophagous Coleoptera fauna in Isparta province. *Turkish Journal of Entomology*, 38(3), 295-306.
- Tomberlin, J. K., Benbow, M. E., Tarone, A. M., & Mohr, R. M. (2011). Basic research in forensic entomology. *Annual Review of Entomology*, 56, 401-421.
- Tüzün, A., & Yüksel, S. (2010). Forensic entomology in Turkey. *Anadolu University Journal of Science and Technology*, 11(1), 1-12.
- Yabanlı, S., Yüksel, S., & Tüzün, A. (2012). Decomposition and insect succession on pig carcasses in Turkey. *Hacettepe Journal of Biology and Chemistry*, 40(2), 165-173.
- Zaidi, F., Chen, X. X., & Liang, L. (2023). DNA barcoding in forensic entomology: A review. *Forensic Science International: Genetics*, 64, 102845.

EFFECTS OF HYDROGEN PEROXIDE CONCENTRATION AND APPLICATION REGIME ON EARLY GROWTH OF MUNG BEAN SPROUTS

Prof. Dr. Recep KÜLCÜ¹

¹Isparta University of Applied Sciences Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Machinery
and Technologies Engineering, Isparta, Türkiye

ORCID 0000-0002-7185-6514

recepkulcu@isparta.edu.tr

Abstract

Hydrogen peroxide (H_2O_2) is investigated for seed treatment because it can participate in germination signaling and microbial control, but excessive exposure may impair sprout growth. This study evaluated early growth of mung bean (*Vigna radiata*) under three application regimes: soaking in H_2O_2 followed by water rinsing (SHRW), soaking in water followed by H_2O_2 rinsing (SWRH), and H_2O_2 use during both soaking and rinsing (SHRH). Nominal concentrations were 0, 0.2, 0.5, 1, 2 and 3%. Seeds were sprouted for four days in darkness at 22 °C and 55–60% relative humidity. The dataset contained five independent Petri replicates per concentration for SHRW and SHRH and six for SWRH. Sprout length, diameter, residual seed fresh mass and sprout fresh mass were evaluated using within-regime Welch ANOVA and Games–Howell comparisons. The highest absolute mean length (79.0 mm) and sprout fresh mass (0.214 g) occurred at 0.5% SHRW, representing increases of 7.0% and 15.1% over its matched control. The largest numerical increase in sprout fresh mass relative to its own control occurred at 1% SHRH (27.1%). None of these increases was statistically significant. At 2 and 3%, length was significantly lower than the respective control in all three regimes. At 3%, mean length declined by 83.7%, 56.9% and 76.7% under SHRW, SWRH and SHRH, respectively. Total fresh mass did not differ significantly among concentrations within any regime. These findings identify 2–3% as a growth-inhibitory range under the tested conditions, while lower concentrations require further validation rather than being interpreted as proven growth promoters. Microbial efficacy and food safety were not assessed.

Keywords: *Vigna radiata*; seed soaking; hydrogen peroxide; fresh mass; oxidative stress; sprout production

1 INTRODUCTION

Mung bean sprouts are produced by hydrating seeds and allowing early seedling development before substantial photosynthetic growth occurs. During this interval, stored reserves and absorbed water support elongation and tissue formation. Consequently, sprout quality depends on both germination conditions and the compatibility of any seed treatment with early development. Seed treatments must be evaluated beyond a single endpoint: a long sprout, a thick sprout and a heavy sprout do not necessarily represent the same physiological response.

Microbial contamination is a practical concern because seeds can introduce microorganisms into a moist sprouting environment. Gilbert et al. (2023) demonstrated that seed disinfestation should combine microbial control with preservation of germination. This makes growth compatibility an essential criterion when selecting treatments for edible sprout production.

H₂O₂ has a dual role in plant physiology. At appropriately regulated endogenous levels, it participates in signaling during germination and stress responses; excessive exposure can damage cellular components. Wojtyla et al. (2016) explain this response in terms of the spatial and temporal control of H₂O₂ production and removal. Thus, the response to an externally applied solution depends on concentration, duration, application frequency and the physiological condition of the seed.

Evidence specific to mung bean supports a signaling role without establishing a universal treatment dose. Li and He (2015) linked H₂O₂-related promotion of mung bean germination to reserve-protein mobilization and its interaction with hydrogen sulfide signaling. Khan et al. (2015) investigated soaking in 0.01–0.5 mM H₂O₂ for 2–8 h and measured responses in 45-day-old plants. Their results concern much lower molar concentrations and a later developmental stage than fresh sprouts. More recently, Dong et al. (2025) found improved germination-related indices and enzyme activities after treatment with 50 mmol L⁻¹ H₂O₂ in edible beans, including mung bean. These studies provide a physiological rationale for testing H₂O₂, but their protocols cannot be transferred directly to repeated irrigation with percentage-labelled solutions.

The present study examined the concentration response within three soaking and rinsing regimes during four-day mung bean sprouting. The objective was to identify concentrations associated with preserved growth or inhibition using morphometric and fresh-mass endpoints.

2 MATERIALS AND METHODS

2.1 Plant material and sprouting conditions

Mung bean seeds were placed on filter paper in Petri dishes and maintained in a climate-controlled cabinet in complete darkness at 22 °C and 55–60% relative humidity. Six seeds were initially placed in each Petri dish.

Sprouting continued for four days following an initial 12 h soaking period. Daily irrigation or rinsing used the liquid assigned to each regime.

2.2 Application regimes and concentration levels

The tested concentrations were 0, 0.2, 0.5, 1, 2 and 3%, reported as nominal H₂O₂ percentages. The three application regimes are summarized in Table 1.

Table 1. Treatment regimes. At 0%, each regime consisted of water during both stages. These water controls were retained separately because the recorded observations differed among the three series. There were 18 regime–concentration combinations and 96 recorded Petri-level observations.

Regime	Initial soaking	Daily rinsing or irrigation	Petri replicates per dose
SHRW	H ₂ O ₂ solution	Water	5
SWRH	Water	H ₂ O ₂ solution	6
SHRH	H ₂ O ₂ solution	H ₂ O ₂ solution	5

2.3 Growth measurements and derived variables

At harvest, sprout length and maximum sprout diameter were measured using a digital calliper. Residual seed mass and the mass of the sprout portion separated from the seed were determined using a precision balance. Length and diameter are reported in mm and masses as fresh mass in g. Residual seed mass denotes the seed or cotyledon portion remaining at harvest.

Total fresh mass was calculated for each recorded replicate as residual seed mass plus sprout fresh mass. The sprout-to-seed mass ratio was calculated for each numbered replicate before averaging. Relative change was calculated as $100 \times (\text{treatment mean} - \text{matched water-control mean}) / \text{matched water-control mean}$. For Figure 2, relative values were calculated as $100 \times \text{treatment mean} / \text{matched water-control mean}$, with the control set to 100%.

2.4 Statistical analysis

The numbered spreadsheet columns were confirmed by the author as independent Petri replicates. Concentration effects were analysed separately within each regime using Welch one-way ANOVA, followed by Games–Howell comparisons among the six concentrations when the omnibus test was significant. Results are reported as mean $\pm$ sample standard deviation, with $\alpha = 0.05$. Pairwise p values account for comparisons within each six-group family. Secondary endpoints were interpreted as exploratory, without an additional adjustment across endpoints. Analyses were performed in Python using SciPy 1.17.0.

All recorded observations were retained in the analysis. Each regime was compared with its own water control, and relative responses were used to describe concentration-dependent growth patterns.

3 RESULTS

3.1 Sprout elongation

Concentration affected sprout length in all regimes (Welch ANOVA, all $p < 0.001$). Under SHRW, mean length increased numerically from 73.8 mm in the control to 78.2 and 79.0 mm at 0.2 and 0.5%, respectively, and was 70.0 mm at 1%. These three concentrations did not differ significantly from the matched control in Games–Howell comparisons. At 2 and 3%, length decreased to 27.0 and 12.0 mm, reductions of 63.4% and 83.7%, respectively, and both were significantly below the control. The response is shown in Figure 1.

Under SWRH, the greatest mean length was 62.985 mm at 0.2%, compared with 58.482 mm in the control. Mean length declined to 53.31, 41.363, 30.715 and 25.178 mm at 0.5, 1, 2 and 3%, respectively. The 2 and 3% treatments differed significantly from the control, while the decline at 1% did not reach significance after multiple comparisons (adjusted $p = 0.166$). Under SHRH, 0.2% produced a numerical increase from 46.274 to 51.19 mm, while 2 and 3% reduced length to 16.338 and 10.786 mm. Again, only the 2 and 3% treatments were significantly below the corresponding control.

3.2 Sprout diameter

Mean diameter tended to decline as concentration increased, but the statistical evidence depended on the regime. SHRW diameter decreased from 2.580 mm in the control to 1.920 mm at 3%, with a significant omnibus effect ($p = 0.005$). The 0.5 and 2% treatments differed significantly from the control. The 3% group had substantial variability and did not differ significantly from the control despite its lower mean. SWRH and SHRH showed no significant concentration effect on diameter ($p = 0.100$ and 0.118 , respectively). Diameter therefore provided a less consistent indicator of inhibition than sprout length. The response is shown in Figure 1.

3.3 Fresh mass distribution

Sprout fresh mass differed among concentrations in all three regimes. The highest absolute mean sprout fresh mass across the tested combinations was recorded under SHRW and was 0.214 g at 0.5%, 15.1% above the 0% mean of 0.186 g, but this increase was not significant (adjusted $p = 0.518$). At 2 and 3%, mean sprout mass was 0.078 and 0.032 g, respectively, significantly below the matched control. In SWRH, the corresponding control mean was 0.130 g, and 2 and 3% produced 0.0717 and 0.0533 g; both reductions were significant. Under SHRH, mean sprout fresh mass was 0.096 g in the control, 0.114 g at 0.2%, 0.094 g at 0.5% and 0.122 ± 0.071 g at 1%. These corresponded to 118.8%, 97.9% and 127.1% of the matched control at 0.2%, 0.5% and 1%, respectively (Figure 2). Thus, 1% SHRH showed the largest numerical relative increase in sprout fresh mass

(27.1%), but the difference from its control was not significant (Games–Howell adjusted $p = 0.960$). SHRH means at 2 and 3% were both 0.044 g versus 0.096 g in the control. The 2% contrast was just significant (adjusted $p = 0.0498$), whereas the 3% contrast narrowly exceeded the threshold (adjusted $p = 0.0558$). The response is shown in Figure 1.

Residual seed fresh mass increased significantly with concentration only in SHRW (omnibus $p < 0.001$). Its mean rose from 0.071 g in the control to 0.142 and 0.186 g at 2 and 3%, both significantly above the matched control. Neither SWRH nor SHRH had a significant concentration effect on residual seed mass. Total fresh mass did not show a significant concentration effect in SHRW, SWRH or SHRH ($p = 0.131, 0.653$ and 0.197). Thus, the clearest mass response was a reduction in the sprout portion rather than a demonstrated reduction in total fresh mass.

3.4 Mass ratio and statistical overview

The sprout-to-seed fresh-mass ratio was lower numerically at high concentrations in every regime. At 3%, mean replicate ratios were 0.173 in SHRW, 0.224 in SWRH and 0.189 in SHRH. For SHRW, however, the control ratio was 4.058 ± 4.068 and the 1% ratio was 3.435 ± 4.242 . These large standard deviations arose partly from the very low residual seed masses. Although the SHRW omnibus test was significant, no Games–Howell contrast against its highly variable control was significant. In SWRH, only 3% differed significantly from the control; in SHRH, both 2 and 3% differed significantly.

Table 2. Welch ANOVA summary. F statistics are Welch statistics; p values refer to concentration effects within each regime.

Endpoint	SHRW F / p	SWRH F / p	SHRH F / p
Length	58.820 / <0.001	22.184 / <0.001	33.725 / <0.001
Diameter	6.442 / 0.005	2.318 / 0.100	2.297 / 0.118
Residual seed mass	10.373 / <0.001	1.097 / 0.406	0.132 / 0.982
Sprout mass	27.873 / <0.001	16.342 / <0.001	8.186 / 0.002
Total fresh mass	2.177 / 0.131	0.670 / 0.653	1.781 / 0.197
Sprout-to-seed ratio	67.735 / <0.001	21.295 / <0.001	9.750 / 0.001

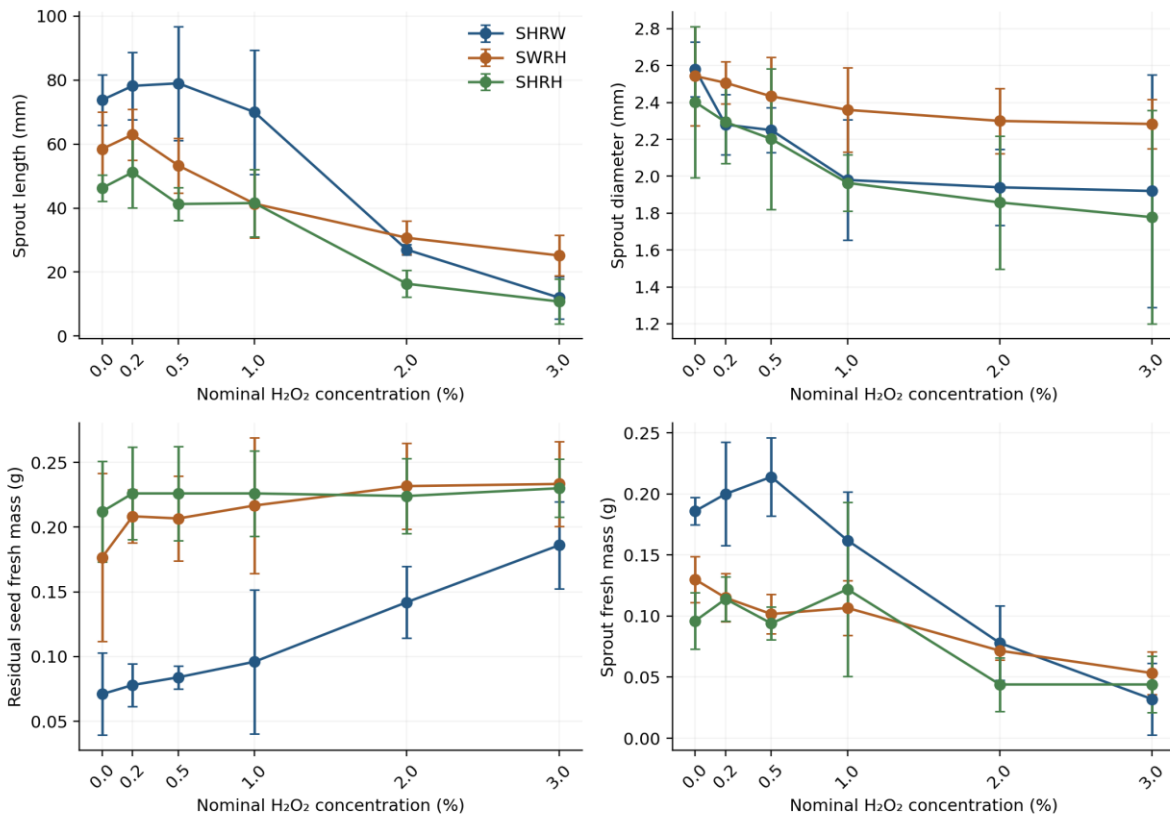


Figure 1. Morphometric and fresh-mass responses to nominal H_2O_2 concentration.

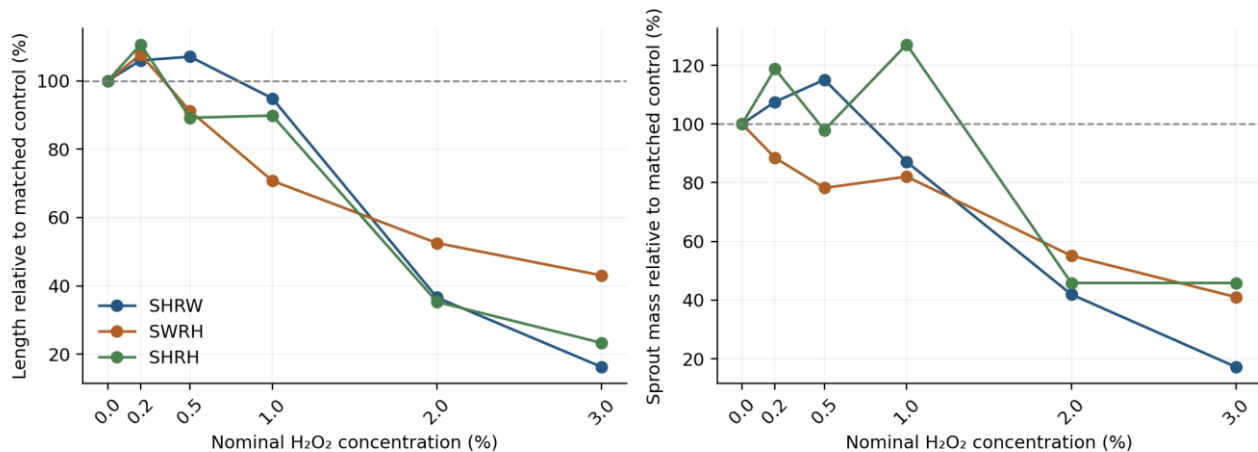


Figure 2. Sprout length and fresh mass expressed as percentages of the corresponding regime-specific water-control mean

4. CONCLUSIONS, DISCUSSION AND RECOMMENDATIONS

4.1 Low-dose compatibility and growth inhibition

The concentration response follows the dual physiological role of H_2O_2 described by Wojtyla et al. (2016). At lower exposure levels, H_2O_2 can participate in developmental signaling, whereas higher exposure can inhibit growth. Under SHRW, 0.5% produced the greatest absolute mean length and sprout fresh mass, corresponding to increases of 7.0% and 15.1% over water. Although these increases were not statistically significant, the maintenance of length and fresh mass identifies this treatment as a useful candidate for further optimisation of the soaking stage. In contrast, the largest numerical relative increase in sprout fresh mass occurred at 1% SHRH (27.1%), where the absolute mean was 0.122 g and variability was high ($SD = 0.071$ g). This relative increase was not significant. The distinction between absolute fresh mass and change relative to each regime-specific control is therefore essential when interpreting Figure 2.

At 2–3%, significant reductions in sprout length occurred under all three regimes, with broadly consistent reductions in sprout fresh mass. The inhibition affected elongation more consistently than diameter, indicating that length is a sensitive response variable for evaluating H_2O_2 exposure in this four-day production cycle. The agreement among the three concentration-response patterns strengthens the conclusion that 2–3% is an inhibitory range under the tested conditions.

Li and He (2015) linked H_2O_2 signaling to reserve-protein mobilization in mung bean, while Dong et al. (2025) reported enhanced germination-related indices and enzyme activities after defined H_2O_2 soaking. Together, these studies offer a physiological explanation for the concentration-dependent response: exposure compatible with signaling and reserve use at lower levels may become growth-restricting at higher levels. The current growth measurements are consistent with this interpretation without directly identifying the underlying biochemical mechanism.

4.2 Application stage and growth response

Matched-control normalization reveals a common response across the three application regimes: relatively preserved elongation at low concentrations and pronounced suppression at 2–3% (Figure 2). At 3%, relative length was 16.3% of control under SHRW, 43.1% under SWRH and 23.3% under SHRH. These patterns describe the response within each experimental series and show that the consequences of increasing H_2O_2 concentration extend across both soaking and daily irrigation applications.

Application timing is relevant because an initial soak and repeated irrigation expose developing tissues at different stages. Following H_2O_2 soaking with water irrigation separates initial seed treatment from subsequent

growth. The numerical maxima in absolute mean length and sprout fresh mass under 0.5% SHRW support prioritizing this approach for further protocol development. Clearly defined concentration and contact time would allow the treatment stage to be optimized while preserving the growth response observed at lower concentrations.

4.3 Interpreting seed and sprout mass

Under SHRW, the increase in residual seed fresh mass at 2–3% accompanied reduced elongation and sprout mass. This pattern is consistent with a greater proportion of the measured fresh mass remaining in the seed portion when development is restricted. The paired seed and sprout measurements therefore help distinguish retained seed tissue from the harvested sprout component.

Total fresh mass did not differ significantly among concentrations, even when sprout growth was strongly suppressed. Total mass alone can therefore conceal changes in the distribution between residual seed and sprout tissues. Evaluating elongation and sprout mass together provides a clearer assessment of production performance than relying on total fresh mass alone. The replicate-based sprout-to-seed ratio offers a supplementary measure of this distribution.

4.4 Implications for treatment development

The results identify 0.2–0.5% as the priority range for further optimisation of growth-compatible H_2O_2 treatment, particularly during initial soaking followed by water irrigation. At 1%, primary growth endpoints did not differ significantly from the matched controls, but the numerical decline in SWRH length suggests a narrower margin for maintaining elongation. At 2–3%, the consistent suppression of length indicates that these concentrations should be avoided under the tested exposure schedule when elongated sprouts are the production objective.

4.5 Conclusions

H_2O_2 concentration affected early mung bean sprout development under all three application regimes. At 0.2–0.5%, elongation was broadly maintained relative to the matched water controls, and 0.5% SHRW produced the highest absolute mean length and sprout fresh mass. The largest numerical relative increase in sprout fresh mass occurred at 1% SHRH (27.1%); neither this increase nor the increases at 0.5% SHRW were statistically significant. Concentrations of 2–3% significantly suppressed elongation in every regime. The results support prioritising lower concentrations for protocol optimisation and avoiding 2–3% under the tested exposure schedule. Sprout length and sprout fresh mass provided more informative indicators of treatment response than total fresh mass.

Declarations

Use of AI-assisted tools:

During the preparation of this manuscript, generative artificial intelligence tools were utilized solely for statistical analysis support and English language editing..

References

- Dong, R., Gao, Z., Gao, Y., Tang, J.-C., Shen, X., Ding, X. Y., Ma, C., & Li, C. (2025). Effects of hydrogen peroxide soaking on the seeds of different edible bean varieties. *Plants*, 14, 3476. <https://doi.org/10.3390/plants14223476>
- Gilbert, G. S., Diaz, A., & Bregoff, H. A. (2023). Seed disinfestation practices to control seed-borne fungi and bacteria in home production of sprouts. *Foods*, 12, 747. <https://doi.org/10.3390/foods12040747>
- Khan, T. A., Yusuf, M., & Fariduddin, Q. (2015). Seed treatment with H₂O₂ modifies net photosynthetic rate and antioxidant system in mung bean (*Vigna radiata* L. Wilczek) plants. *Israel Journal of Plant Sciences*, 62, 167–175. <https://doi.org/10.1080/07929978.2015.1060806>
- Li, Z.-G., & He, Q.-Q. (2015). Hydrogen peroxide might be a downstream signal molecule of hydrogen sulfide in seed germination of mung bean (*Vigna radiata*). *Biologia*, 70, 753–759. <https://doi.org/10.1515/biolog-2015-0083>
- Wojtyla, Ł., Lechowska, K., Kubala, S., & Garneczarska, M. (2016). Different modes of hydrogen peroxide action during seed germination. *Frontiers in Plant Science*, 7, 66. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00066>

EFFECTS OF LIGHT SPECTRUM AND PHOTOSYNTHETIC PHOTON FLUX DENSITY ON GROWTH AND DRY MASS OF MUNG BEAN SPROUTS

Prof. Dr. Recep KÜLCÜ¹

¹Isparta University of Applied Sciences Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Machinery and Technologies Engineering, Isparta, Türkiye

ORCID 0000-0002-7185-6514

recepkulcu@isparta.edu.tr

Abstract

Light spectrum and photosynthetic photon flux density (PPFD) can influence sprout elongation and biomass distribution during germination. This study compared five LED spectra (red, blue, daylight-labelled, white, and red-blue) at 12.5, 25, 50, and 100 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ with darkness in mung bean (*Vigna radiata*) sprout production. Six independent cultivation containers were used per treatment. Seeds were soaked for 12 h and cultivated for 72 h at 23 °C under a 16 h photoperiod. Samples were dried in a Nükleon oven at 70 °C until constant mass. Length and diameter were analysed using factorial ANOVA and Holm-adjusted control comparisons; component dry masses were compared descriptively using treatment summaries. PPFD and spectrum-by-PPFD interaction significantly affected length. Daylight at 50 PPFD produced the greatest mean length (70.73 mm), although no illuminated length differed significantly from darkness after adjustment. The greatest sprout component dry mass was recorded in darkness (30.87 mg). Red at 50 PPFD had the largest illuminated value (30.54 mg), numerically 1.08% below darkness. Mean sprout dry mass across spectra peaked at 50 PPFD (29.26 mg). Treatment-mean length and sprout dry mass were positively associated ($r = 0.926$). These results identify 50 PPFD as a candidate intensity for combining elongation with relatively high sprout dry mass under illumination, with spectrum-specific responses. Replicate-level dry mass data are needed to test biomass differences statistically.

Keywords: *Vigna radiata*; LED lighting; PPFD; dry mass; sprout elongation; controlled environment cultivation

1. INTRODUCTION

Mung bean sprouts are produced over a short cultivation period and provide an edible product whose composition changes during germination. Germination modifies amino acids, carbohydrates, phenolic compounds, and other constituents, making cultivation conditions relevant to both crop development and food quality (Tang et al., 2014). However, morphological performance and biochemical composition are different outcomes. A production regime that increases length or dry mass cannot be assumed to improve a particular nutrient without measuring that nutrient.

Light is one of the environmental variables that can be adjusted during sprout production. Its effects depend on both photon flux and spectral composition. A study using the same PPFD sequence of 0, 12.5, 25, 50, and 100 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ in six vegetable species demonstrated that light intensity and quality influenced hypocotyl elongation and fresh weight, with responses differing among crops (Kwack et al., 2015). These findings provide a useful experimental precedent but do not establish an optimal lighting regime for mung bean.

Mung bean studies show that light also regulates biochemical development. Lu and Guo (2020) associated longer daily illumination with increased vitamin C accumulation during germination, while Li et al. (2021) investigated photoperiod-dependent vitamin E and carotenoid biosynthesis. Cheng, Chen, et al. (2023) demonstrated spectral regulation of polyphenol biosynthesis, and Cheng, Xiang, et al. (2023) reported increases in carotenoids and tocopherols under selected light treatments. These studies establish a reason to examine illuminated production, without assuming that the same treatment maximizes dry biomass.

Biochemical responses are not uniform across compounds. Siriparu et al. (2022) reported higher melatonin and total phenolic content in dark-grown mung bean sprouts than under their illuminated regime. Likewise, Mastropasqua et al. (2020) found that responses to red, blue, and white light varied among sprout species and nutritional constituents. These differences argue for evaluating each production objective directly rather than ranking spectra as universally beneficial.

The present study examined the effects of five LED spectra across four PPFD levels on mung bean sprout length, diameter, and the dry masses of seed and sprout components after 72 h of cultivation. The objective was to identify combinations that supported elongation and sprout dry biomass and to assess whether the two responses were associated. The analysis distinguishes component biomass from whole-container yield and nutritional composition.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1 Plant material and cultivation

Mung bean seeds were soaked in water for 12 h before transfer to cultivation containers. Each container received 50 g of mung bean material and was moistened twice daily. Cultivation lasted 72 h at a chamber temperature of 23 °C. The recorded chamber relative humidity setting was 50%.

2.2 Lighting treatments

The illuminated treatment set comprised red, blue, daylight, white, and red–blue LEDs, each operated at PPFDs of 12.5, 25, 50, and 100 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. An additional treatment was maintained in darkness. The daylight designation corresponds to the yellow/daylight-labelled LED in the experimental records; it does not denote exposure to natural sunlight. Red and blue LEDs were described nominally within the wavelength ranges 620–750 and 450–495 nm, respectively. The red–blue treatment was described as one blue LED to three red LEDs. This hardware ratio is not interpreted as a measured blue:red photon-flux ratio.

LED lamps were positioned above the cultivation containers to direct light downward. Aluminium partitions separated adjacent light treatments. PPFD was checked using a Testo-brand PAR meter. All illuminated treatments received 16 h of light per day. Six independent cultivation containers were used per treatment, giving 126 containers across the 21 treatment combinations.

The daily light integral (DLI) was calculated from the 16 h photoperiod by multiplying PPFD by 57,600 s and dividing by 1,000,000. The resulting values were 0.72, 1.44, 2.88, and 5.76 $\text{mol m}^{-2} \text{d}^{-1}$. Because the photoperiod was held constant, PPFD and DLI are proportional descriptors of the same treatment gradient, rather than separately tested factors.

2.3 Morphology and dry mass determination

At harvest, sprout length and diameter were recorded in millimetres. Samples were dried in a Nükleon-brand drying oven at 70 °C until constant mass. Dry mass was evaluated for the seed and sprout components separately. Component masses were expressed in milligrams for reporting. The seed component denotes the residual seed portion identified during sample separation, whereas the sprout component denotes the separated sprout portion. The analysis concerns the sampled components and does not represent total harvest yield per cultivation container.

Moisture content and dry matter percentages were excluded from the reported response variables.

2.4 Statistical analysis

The experimental design included 20 illuminated spectrum–PPFD combinations and a dark control, with six independent containers per treatment. Six container-level observations were available for each morphological response. Treatment means and sample standard deviations were calculated for length and diameter. Dry mass was available as one treatment summary for each component; replicate-level dry mass observations and their variances were unavailable. Component dry mass values were compared descriptively by treatment, by PPFD averaged equally across spectra, and relative to darkness. These across-spectrum averages summarize the tested combinations and are not additional experimental replicates.

Illuminated length and diameter observations were analysed by balanced two-factor fixed-effects ANOVA with spectrum, PPFD, and their interaction. The corresponding degrees of freedom were 4, 3, and 12, with 100 residual degrees of freedom. Darkness was excluded from the factorial model because it has no spectrum. Shapiro–Wilk tests of residuals and median-centred Levene tests were used as diagnostics. Two-sided Welch tests (Welch, 1947) compared each illuminated treatment with darkness. Holm correction (Holm, 1979) was applied separately to the 20 comparisons for each morphological response. Significance was assessed at 0.05. Dry mass comparisons were descriptive, without p values or significance letters. Pearson correlations between treatment-mean length and sprout dry mass were calculated for all treatments and for illuminated treatments separately. Computations used NumPy and SciPy.

3. RESULTS

3.1 Sprout length and diameter

Sprout length ranged from 38.25 mm under white light at 12.5 PPFD to 70.73 mm under daylight LEDs at 50 PPFD (Figure 1). The dark-control value was 58.48 mm. At 12.5 PPFD, every illuminated treatment produced shorter sprouts than the control, with lengths between 38.25 and 43.24 mm. At 25 PPFD, daylight and red–blue exceeded the control numerically, reaching 62.29 and 66.96 mm, respectively.

Increasing PPFD from 25 to 50 increased length under red, blue, daylight, and white light. The red–blue treatment followed a different pattern: length decreased from 66.96 mm at 25 PPFD to 58.87 mm at 50 PPFD. Thus, 50 PPFD did not maximize length for every spectrum. Red, blue, daylight, and white reached their respective highest tested lengths at 50 PPFD, whereas red–blue reached its highest at 25 PPFD.

At 100 PPFD, lengths declined relative to 50 PPFD for all five spectra. The decline was most pronounced under daylight, from 70.73 to 41.53 mm (41.29%), and red, from 68.80 to 47.02 mm (31.66%). Blue showed the smallest decline, from 66.95 to 64.46 mm (3.72%), and was the only illuminated treatment at 100 PPFD whose

length exceeded the dark control. The equal-weight average across spectra was 40.89, 59.43, 65.78, and 47.87 mm at 12.5, 25, 50, and 100 PPFD, respectively.

The greatest diameter occurred in darkness (2.54 mm). All illuminated treatments had smaller diameters, spanning 1.89–2.28 mm. Red at 100 PPFD produced the smallest diameter. Across spectra, average diameter was 2.13, 2.15, 2.09, and 2.02 mm as PPFD increased through the four levels. The intensity ranking for diameter therefore differed from the ranking for length.

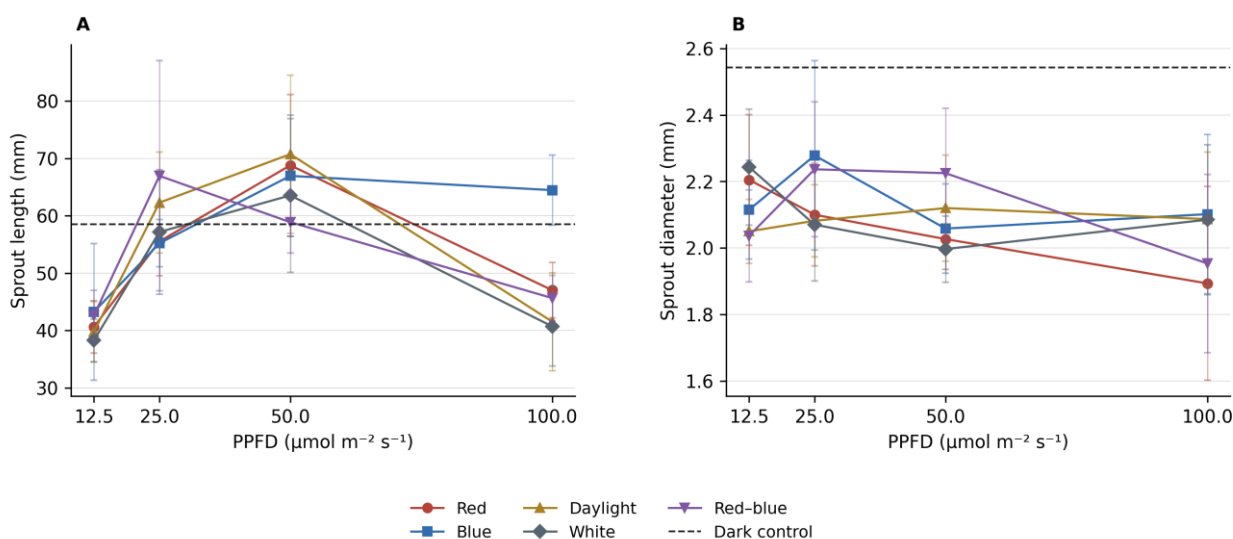


Figure 1. Sprout length (A) and diameter (B). Points are treatment means; error bars show sample standard deviations for six independent containers. Dashed lines show the dark-control means. Connecting lines are visual guides.

3.2 Seed and sprout component dry mass

The dark control had a seed component dry mass of 41.08 mg and a sprout component dry mass of 30.87 mg. Under illumination, seed dry mass ranged from 42.34 mg under blue at 25 PPFD to 47.69 mg under daylight at 100 PPFD. Sprout dry mass ranged from 21.72 mg under daylight at 100 PPFD to 30.54 mg under red at 50 PPFD. All illuminated treatments therefore had numerically lower sprout dry mass and higher seed dry mass than darkness (Figure 2). The size of these differences varied substantially among the lighting combinations. Red at 50 PPFD had the largest illuminated sprout dry mass (30.54 mg), followed by blue at 50 PPFD (30.26 mg) and daylight at 50 PPFD (30.11 mg). These values were 1.08%, 1.98%, and 2.48% below darkness, respectively. Across all illuminated treatments, the numerical reduction in sprout dry mass relative to darkness ranged from 1.08% to 29.65%. Daylight at 50 PPFD combined the greatest length with a sprout dry mass close

numerically to the control, whereas red at the same PPFD maximized sprout dry mass within the illuminated set. These rankings do not establish statistical equivalence or superiority for dry mass.

Across the five spectra, mean sprout dry masses were 22.98, 27.99, 29.26, and 23.98 mg at 12.5, 25, 50, and 100 PPFD, respectively. The greatest average occurred at 50 PPFD, which also produced the greatest average sprout length. Red, blue, daylight, and white reached their largest tested sprout dry masses at 50 PPFD. Red–blue peaked at 25 PPFD (28.67 mg), then declined to 26.27 mg at 50 PPFD. Increasing PPFD from 50 to 100 reduced sprout dry mass under every spectrum. Thus, the descriptive dry mass response and the length response both favored an intermediate tested PPFD, with a distinct response under red–blue illumination.

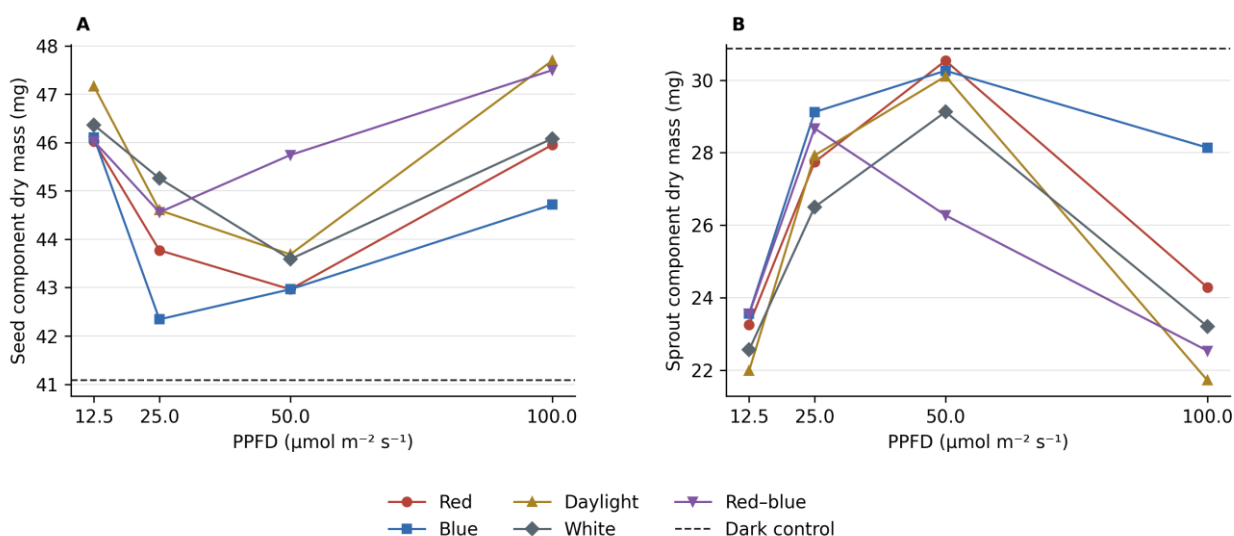


Figure 2. Seed component (A) and sprout component (B) dry masses, expressed in milligrams. Dashed lines show the dark-control values. Only treatment summaries were available; error bars and significance letters are therefore not assigned.

3.3 Statistical effects on morphology

PPFD affected sprout length ($F_{3,100} = 43.35$, $p < 0.001$), and the spectrum-by-PPFD interaction was significant ($F_{12,100} = 2.68$, $p = 0.0037$). The spectrum main effect was not significant ($p = 0.102$). For diameter, PPFD was significant ($p = 0.0479$), while spectrum and interaction were not (Table 1). Shapiro–Wilk p values were 0.1225 and 0.5068 for length and diameter; Brown–Forsythe p values were 0.0511 and 0.4623, respectively.

Table 1. Factorial ANOVA for sprout morphology in illuminated treatments.

Response	Effect	df	F	p
Length	Spectrum	4	1.99	0.1017
Length	PPFD	3	43.35	<0.001
Length	Interaction	12	2.68	0.0037
Diameter	Spectrum	4	0.64	0.6383
Diameter	PPFD	3	2.73	0.0479
Diameter	Interaction	12	1.75	0.0672

Residual degrees of freedom = 100. Each ANOVA term was assessed separately; p values were not adjusted across responses. These tests do not concern dry mass.

No illuminated treatment differed significantly from darkness in length after Holm adjustment. The 20.95% greater mean length under daylight at 50 PPFD was therefore a numerical difference. Diameter was significantly lower only under red at 100 PPFD (adjusted $p = 0.0496$). The other adjusted diameter comparisons were not significant. These tests concern morphology and do not establish the significance of dry mass differences.

3.4 Association between elongation and sprout dry mass

Treatment-mean length was positively associated with sprout dry mass across all 21 treatments ($r = 0.926$) and across the 20 illuminated treatments ($r = 0.951$; Figure 3). Longer sprouts generally coincided with greater sprout dry mass within the tested treatment set. The relationship was descriptive and did not quantify within-treatment or individual-sprout associations. Darkness retained the greatest sprout dry mass despite having a shorter mean length than several illuminated treatments.

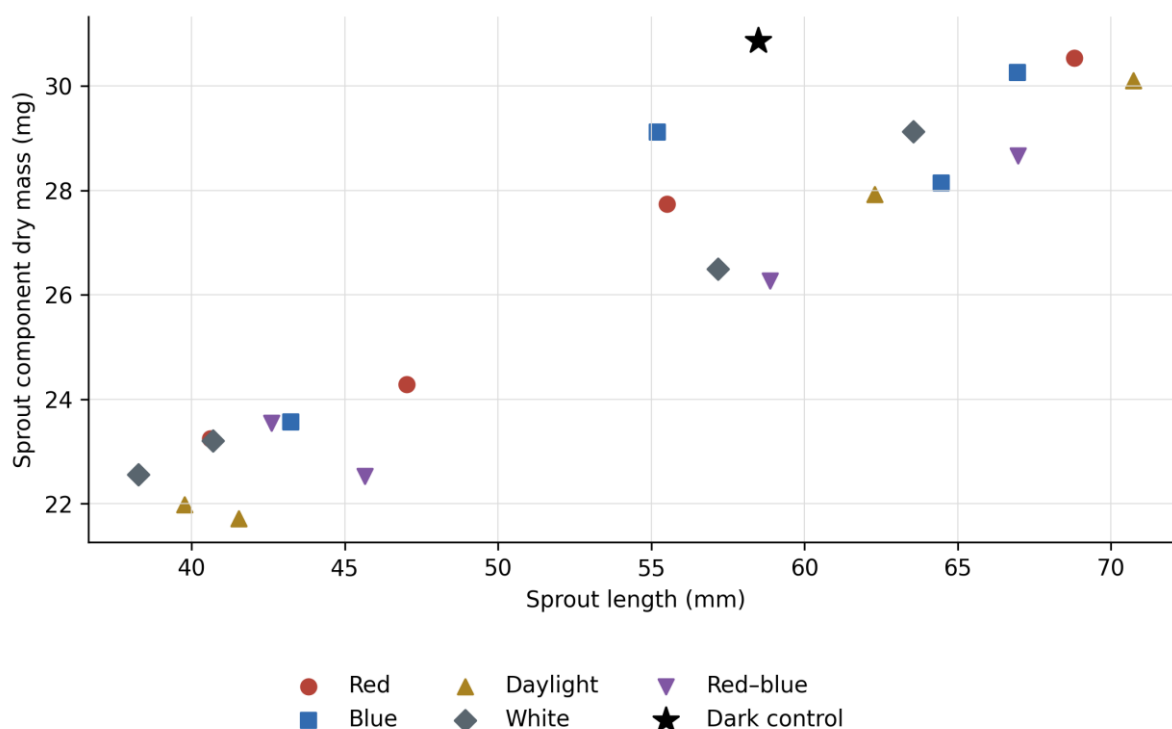


Figure 3. Sprout length versus sprout component dry mass across treatment means. Coloured symbols represent illuminated treatments and the star represents darkness. Pearson $r = 0.926$ for all treatments and 0.951 for illuminated treatments. These correlations are descriptive.

4. CONCLUSIONS, DISCUSSION AND RECOMMENDATIONS

4.1 Spectrum-dependent responses to PPFD

The increase in the across-spectrum length average from 12.5 to 50 PPFD, followed by a decrease at 100 PPFD, identifies an intermediate tested intensity as a candidate for elongation. It does not establish a continuous optimum. Four spectra reached their longest sprouts at 50 PPFD, whereas the red–blue treatment peaked at 25 PPFD. This change in ranking shows why a single overall PPFD recommendation can conceal a spectrum-specific response.

Kwack et al. (2015) demonstrated that increasing blue light suppressed elongation in several other sprout species. The present mung bean records do not reproduce that response uniformly: blue retained a comparatively high length at 100 PPFD. Species, developmental stage, and cultivation conditions should therefore be considered when comparing lighting responses. The result supports testing mung bean directly rather than importing an intensity ranking from another crop.

The available observations do not identify the physiological cause of the decline at 100 PPFD. In particular, reduced length cannot by itself demonstrate photoinhibition or oxidative injury. Such mechanisms would require measurements of photosynthetic performance or stress responses. The present evidence establishes a morphological pattern over the tested levels and a distinctive numerical response under blue light, without establishing the physiological mechanism. The significant interaction in the factorial ANOVA confirms that the PPFD response differed among the tested spectra.

4.2 Elongation and component dry mass

Dry mass quantifies tissue solids and complements morphological measurements. In the present experiment, the positive association between length and sprout dry mass was strong, and four spectra reached their maxima for both traits at 50 PPFD. Nevertheless, the spectra with the greatest length and the greatest illuminated sprout dry mass were different: daylight maximized length, while red maximized sprout dry mass at 50 PPFD. This difference supports considering both traits when choosing a production regime.

Amitrano et al. (2020) reported light and microclimate effects on mung bean sprout anatomy and fresh biomass. Their fresh biomass observations are useful physiological context, but cannot directly validate the dry mass ranking in the present workbook. Similarly, the intensity and spectrum responses reported by Kwack et al. (2015) demonstrate crop-specific growth responses rather than a universal optimum for mung bean dry biomass. The higher seed component dry masses under illumination were accompanied by lower sprout component dry masses relative to darkness. This pattern suggests a difference in the distribution of the recorded solids between residual seed and sprout tissues. It does not establish the mechanism of reserve transfer. Initial seed dry mass, measurements during germination, and biochemical or respiratory observations would be needed to distinguish reserve mobilization, respiratory consumption, and photosynthetic contribution. The component data should therefore be interpreted as an endpoint comparison.

4.3 Implications for production

Among the tested illuminated regimes, 50 PPFD provided a useful combination of comparatively high elongation and sprout dry mass under red, blue, daylight, and white LEDs. Daylight at 50 PPFD is a candidate where length is prioritized, while red at 50 PPFD is a candidate where sprout component dry mass is prioritized. Red–blue at 25 PPFD produced the strongest length and sprout dry mass within that spectrum. Darkness remained the numerical maximum for sprout dry mass. None of these dry mass comparisons establishes superiority or equivalence statistically.

A lighting regime may affect nutritional composition as well as growth. Mung bean studies have reported light-related vitamin C accumulation (Lu & Guo, 2020), photoperiod-dependent vitamin E and carotenoid responses (Li et al., 2021), and spectral regulation of polyphenol biosynthesis (Cheng, Chen, et al., 2023). Cheng, Xiang, et al. (2023) also demonstrated light-induced carotenoid and tocopherol accumulation. These findings motivate combining biomass assessment with measurements of intended quality attributes, but they are not measured benefits of the present treatments.

The direction of a biochemical response depends on the target constituent and experimental conditions. Siriparu et al. (2022) found advantages of darkness for melatonin and total phenolic content, while Mastropasqua et al. (2020) showed variation among species and compounds under different spectra. Thus, neither the longest treatment nor the heaviest treatment can be designated nutritionally superior in the present study. A follow-up comparison should measure the intended quality attributes alongside the growth traits.

4.4 Scope and data limitations

The six independent containers supported inferential analysis of morphology. Dry mass comparisons were restricted to treatment summaries because replicate-level dry masses were unavailable, preventing estimation of sampling uncertainty and statistical testing of component biomass. The observed correlations concern treatment means and cannot establish causal effects or individual-plant relationships. Dry mass rankings therefore identify candidates for further testing rather than statistically validated production optima.

The experiment covered one harvest time and four nonzero PPFD levels. Its findings are specific to the tested cultivation duration, seed material, and lighting configurations. Shared-chamber conditions may introduce positional or lamp effects, and container replication alone does not eliminate those effects. Spectral photon distributions and additional cultivation cycles would strengthen reproducibility and comparison with other studies. Whole-container yield, nutritional composition, electrical consumption, and consumer acceptance were outside the measured outcomes.

4.5 Conclusions

PPFD and the spectrum-by-PPFD interaction significantly affected mung bean sprout length after 72 h. Daylight at $50 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ produced the greatest mean length, but no illuminated length differed significantly from darkness after adjusted comparisons. Mean sprout dry mass across spectra also peaked at 50 PPFD. Red at 50 PPFD had the largest illuminated sprout dry mass (30.54 mg), numerically close to darkness (30.87 mg). Four spectra reached their maximum tested length and sprout dry mass at 50 PPFD, whereas red–blue peaked at 25 PPFD. These results support intermediate PPFDs as candidates for illuminated production and show that the

preferred spectrum depends on the target trait. Replicate-level dry mass comparisons are needed to confirm the biomass rankings statistically.

Declarations

Use of AI-assisted tools:

During the preparation of this manuscript, generative artificial intelligence tools were utilized solely for statistical analysis support and English language editing.

REFERENCES

- Amitrano, C., Arena, C., De Pascale, S., & De Micco, V. (2020). Light and low relative humidity increase antioxidants content in mung bean (*Vigna radiata* L.) sprouts. *Plants*, 9(9), 1093. <https://doi.org/10.3390/plants9091093>
- Cheng, Y., Chen, H., Zhao, Y., Cheng, X., Wang, L., & Guo, X. (2023). Effect of light quality on polyphenol biosynthesis in three varieties of mung bean sprouts with different color seed coats. *Plant Cell Reports*, 42, 253–268. <https://doi.org/10.1007/s00299-022-02954-y>
- Cheng, Y., Xiang, N., Chen, H., Zhao, Y., Wang, L., Cheng, X., & Guo, X. (2023). The modulation of light quality on carotenoid and tocochromanol biosynthesis in mung bean (*Vigna radiata*) sprouts. *Food Chemistry: Molecular Sciences*, 6, 100170. <https://doi.org/10.1016/j.fochms.2023.100170>
- Holm, S. (1979). A simple sequentially rejective multiple test procedure. *Scandinavian Journal of Statistics*, 6(2), 65–70. <https://www.jstor.org/stable/4615733>
- Kwack, Y., Kim, K. K., Hwang, H., & Chun, C. (2015). Growth and quality of sprouts of six vegetables cultivated under different light intensity and quality. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 56, 437–443. <https://doi.org/10.1007/s13580-015-1044-7>
- Li, J., Lu, Y., Chen, H., Wang, L., Wang, S., Guo, X., & Cheng, X. (2021). Effect of photoperiod on vitamin E and carotenoid biosynthesis in mung bean (*Vigna radiata*) sprouts. *Food Chemistry*, 358, 129915. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129915>
- Lu, Y., & Guo, X. (2020). The effect of light in vitamin C metabolism regulation and accumulation in mung bean (*Vigna radiata*) germination. *Plant Foods for Human Nutrition*, 75(1), 24–29. <https://doi.org/10.1007/s11130-019-00787-x>
- Mastropasqua, L., Dipierro, N., & Paciolla, C. (2020). Effects of darkness and light spectra on nutrients and pigments in radish, soybean, mung bean and pumpkin sprouts. *Antioxidants*, 9(6), 558. <https://doi.org/10.3390/antiox9060558>
- Siriparu, P., Panyatip, P., Pota, T., Ratha, J., Yongram, C., Srisongkram, T., Sungthong, B., & Puthongking, P. (2022). Effect of germination and illumination on melatonin and its metabolites, phenolic content, and antioxidant activity in mung bean sprouts. *Plants*, 11(21), 2990. <https://doi.org/10.3390/plants11212990>
- Tang, D., Dong, Y., Ren, H., Li, L., & He, C. (2014). A review of phytochemistry, metabolite changes, and medicinal uses of the common food mung bean and its sprouts (*Vigna radiata*). *Chemistry Central Journal*, 8, 4. <https://doi.org/10.1186/1752-153X-8-4>
- Welch, B. L. (1947). The generalization of Student's problem when several different population variances are involved. *Biometrika*, 34(1–2), 28–35. <https://doi.org/10.1093/biomet/34.1-2.28>

EVALUATION OF OLIVE PIT FLOUR AS A PARTICULATE STABILIZER IN OIL-IN-WATER EMULSIONS: PRELIMINARY FINDINGS

Assist. Prof. Dr. Şakir Selçuk SEÇİLMİŞ¹

¹Gaziantep University, Naci Topcuoglu Vocational School, Department of Food Processing,
Food Science and Technology, selcuksecilmis@gantep.edu.tr, 0000-0003-3415-7420

Abstract

This preliminary study investigated the potential use of flour obtained from table olive pits as a particulate stabilizer in oil-in-water (O/W) emulsions. The emulsions were prepared using sunflower oil and water, with the olive pit flour content kept constant at 0.30 g and the oil-phase fraction set at 30%, 40%, and 50%. The mixtures were homogenized using an Ultra-Turrax homogenizer at 10,000 rpm for 2 min. The emulsions were stored at room temperature and assessed on days 0, 7, and 14. Macroscopic phase separation was monitored, the creaming index (CI) was calculated, and oil droplets were examined by optical microscopy. The mean CI values, averaged across days 0, 7, and 14, were 38.59%, 45.30%, and 50.92% for the formulations containing 30%, 40%, and 50% oil, respectively. Macroscopic observations revealed neither a distinct free-oil layer nor pronounced clarification of the lower aqueous phase. Nevertheless, the formation of a cream layer indicated that physical separation had occurred. Microscopy images obtained on day 14 showed oil droplets; however, these observations alone were insufficient to confirm a Pickering-type stabilization mechanism. The findings support further investigation of olive pit flour as a potential particulate stabilizer in O/W emulsion systems. Quantitative droplet-size distribution analysis, rheological characterization, and interfacial property measurements are required to elucidate the mechanisms underlying emulsion destabilization and determine the contribution of olive pit flour to emulsion stability.

Keywords: Olive pit flour, oil-in-water emulsion, pickering stabilization creaming index, microstructure, by-product valorization.

Özet

Bu ön çalışma, sofralık zeytin çekirdeklerinden elde edilen unun yağ/su (Y/S) emülsiyonlarında partikül stabilizatör olarak kullanılma potansiyelini araştırmıştır. Emülsiyonlar, zeytin çekirdeği unu miktarı 0,30 g'da sabit tutularak ve yağ fazı oranları %30, %40 ve %50 olacak şekilde ayçiçek yağı ve su kullanılarak hazırlanmıştır. Karışımlar, Ultra-Turrax homojenizatör kullanılarak 10.000 rpm'de 2 dakika homojenize edilmiştir. Emülsiyonlar oda sıcaklığında depolanmış ve 0., 7. ve 14. günlerde değerlendirilmiştir. Makroskopik faz ayrılması izlenmiş, krema indeksi (CI) hesaplanmış ve yağ damlacıkları optik mikroskopi ile incelenmiştir. 0., 7. ve 14. gün ölçümlerinin ortalaması olarak hesaplanan CI değerleri, yağ oranı %30, %40 ve %50 olan formülasyonlar için sırasıyla %38,59, %45,30 ve %50,92 olarak belirlenmiştir. Makroskopik gözlemlerde belirgin bir serbest yağ tabakası veya alt sulu fazda belirgin bir berraklaşma gözlenmemiştir. Bununla birlikte, krema tabakasının oluşumu makroskopik kremalaşmaya işaret etmiştir. On dördüncü günde elde edilen mikroskopi görüntülerinde görünür boyutları farklı yuvarlak yapılar gözlenmiştir; ancak bu gözlemler tek başına Pickering tipi bir stabilizasyon mekanizmasını doğrulamak için yeterli değildir. Bulgular, zeytin çekirdeği ununun Y/S emülsiyon sistemlerinde potansiyel bir partikül stabilizatör olarak kullanımının daha ayrıntılı araştırılmasını desteklemektedir. Emülsiyonların kararsızlaşma mekanizmalarını açıklığa kavuşturmak ve zeytin çekirdeği ununun emülsiyon stabilitesine katkısını belirlemek için kantitatif damlacık boyutu dağılımı analizi, reolojik karakterizasyon ve arayüzey özelliklerinin ölçülmesi gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Zeytin çekirdeği unu, yağ/su emülsiyonu, partikül stabilizasyonu, krema indeksi, mikro yapı, yan ürünlerin değerlendirilmesi.

1. INTRODUCTION

The stabilization of oil-in-water (O/W) emulsions is important in food systems because dispersed oil droplets can migrate, aggregate or coalesce during storage. Creaming is a gravitational separation process in which droplets move relative to the continuous phase and form a concentrated layer. The creaming index (CI) is commonly used as a simple macroscopic indicator of this Behavior, although it does not independently describe droplet-size distribution, interfacial properties or the reversibility of the separated structure (Choi et al., 2014; McClements, 2015).

Food-processing by-products are increasingly investigated as sources of particulate materials and functional ingredients. Olive pits are generated during olive processing, and their valorization may contribute to more circular use of agricultural resources (Rodríguez et al., 2008; Mumcu and Deliboran, 2025). Milled olive pit material may contain particles that influence the continuous-phase structure or interact with the oil–water interface. Nevertheless, the presence of plant-derived particles in an emulsion is not, by itself, evidence of Pickering stabilization. Demonstrating a Pickering mechanism requires evidence that solid particles adsorb at the oil–water interface and contribute to resistance against droplet coalescence (Binks, 2002; Chevalier and Bolzinger, 2013).

The present work provides a preliminary evaluation of olive pit flour in O/W emulsions prepared with different oil contents. The analysis focuses on the reported creaming-index values, the observed macroscopic appearance and qualitative microscopy at day 14. The findings are interpreted conservatively because several experimental details and quantitative microstructural measurements are not available in the information currently provided.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Preparation of olive pit flour

Olive pits obtained from dry-salted table olives were used in this study. The pits were dried at room temperature and ground without washing. The resulting flour was sieved or processed to obtain a particle size of 250–300 μm .

2.2. Emulsion formulations

Oil-in-water (O/W) emulsions were prepared using sunflower oil and water, with the olive pit flour content fixed at 0.30 g and the oil-phase fraction varied at 30%, 40%, and 50%. The mixtures were homogenized using an Ultra-Turrax homogenizer at 10,000 rpm for 2 min. The emulsions were stored at room temperature and evaluated on days 0, 7, and 14. Macroscopic phase separation was monitored, the creaming index (CI) was calculated, and the emulsion microstructure was examined by optical microscopy.

2.2. Creaming index

The creaming index (CI) was used to evaluate the macroscopic phase separation of the emulsions during storage. It was calculated as the percentage ratio of the cream-layer volume to the total emulsion volume using the following equation (Choi et al., 2014; McClements, 2015). The cream-layer volume and total emulsion volume were expressed in the same units. The CI was used as a macroscopic indicator of creaming behavior during storage.

$$\text{CI (\%)} = (\text{Cream-layer volume} / \text{Total emulsion volume}) \times 100$$

2.3. Macroscopic and microscopic observations

Macroscopic observations were performed to assess visible phase separation during storage. Particular attention was paid to the formation of a cream layer, the presence of a distinct free-oil layer, and any visible clarification of the lower aqueous phase.

Microscopic examination of the emulsions containing 30%, 40%, and 50% oil was performed on day 14 using a Leica DM500 (Leica, NSW, Australia) optical microscope at 40× magnification. The obtained micrographs were used for qualitative assessment of the emulsion microstructure and the apparent morphology of the dispersed oil droplets.

3. RESULTS AND DISCUSSION

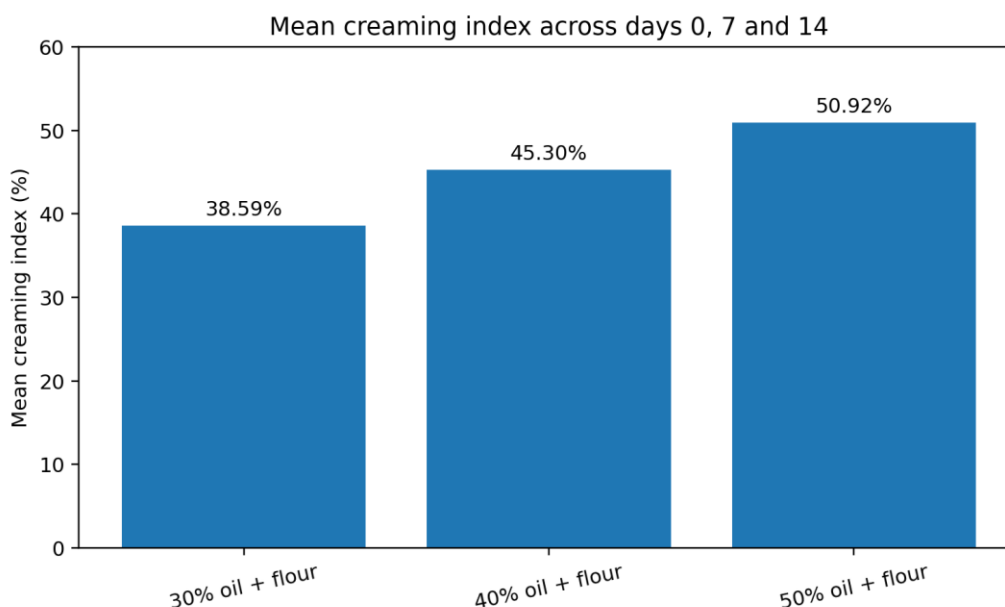
3.1. Effect of Oil Content on Creaming Behavior

The mean creaming index (CI) of the olive-pit-flour-containing emulsions increased with increasing oil content (Figure 1). The mean CI values were 38.59%, 45.30%, and 50.92% for the formulations containing 30%, 40%, and 50% oil, respectively. The difference between the formulations with the lowest and highest oil contents was 12.33 percentage points. These findings indicate that, under the conditions investigated, an increase in the oil-phase fraction was accompanied by a greater extent of macroscopic creaming.

Oil-phase fraction is an important formulation parameter that can influence emulsion structure and the distribution and interactions of dispersed oil droplets within the continuous phase. The observed trend may also be influenced by the physical properties of the particulate material, including particle size, surface characteristics, and interactions with the continuous phase and oil droplets. Such factors may affect droplet interactions and continuous-phase structure, potentially influencing macroscopic creaming behaviour (Håkansson, 2019; Dickinson, 2015, 2017). However, the present CI results do not allow the relative contributions of these factors to be distinguished.

Olive-processing by-products have also been investigated as potential particulate materials for emulsion applications. Aslan Türker and Işçimen (2025) examined particles and insoluble dietary fibers derived from olive pomace in Pickering emulsions, highlighting the relevance of particle characteristics and interfacial behavior to emulsion performance. However, their study focused on materials obtained from olive pomace, whereas the present study investigated flour derived from table olive pits. Differences in composition, particle morphology, and surface properties mean that the findings of the two studies should not be directly equated. The present results establish a relationship between oil content and the creaming behavior of emulsions containing a fixed amount of olive pit flour. Further characterization of the flour and the emulsion microstructure would help clarify how formulation composition and particle properties contribute to the observed Behavior.

Figure 1. Mean creaming index for olive-pit-flour-containing emulsions at 30%, 40% and 50% oil. Values are averages across days 0, 7 and 14.



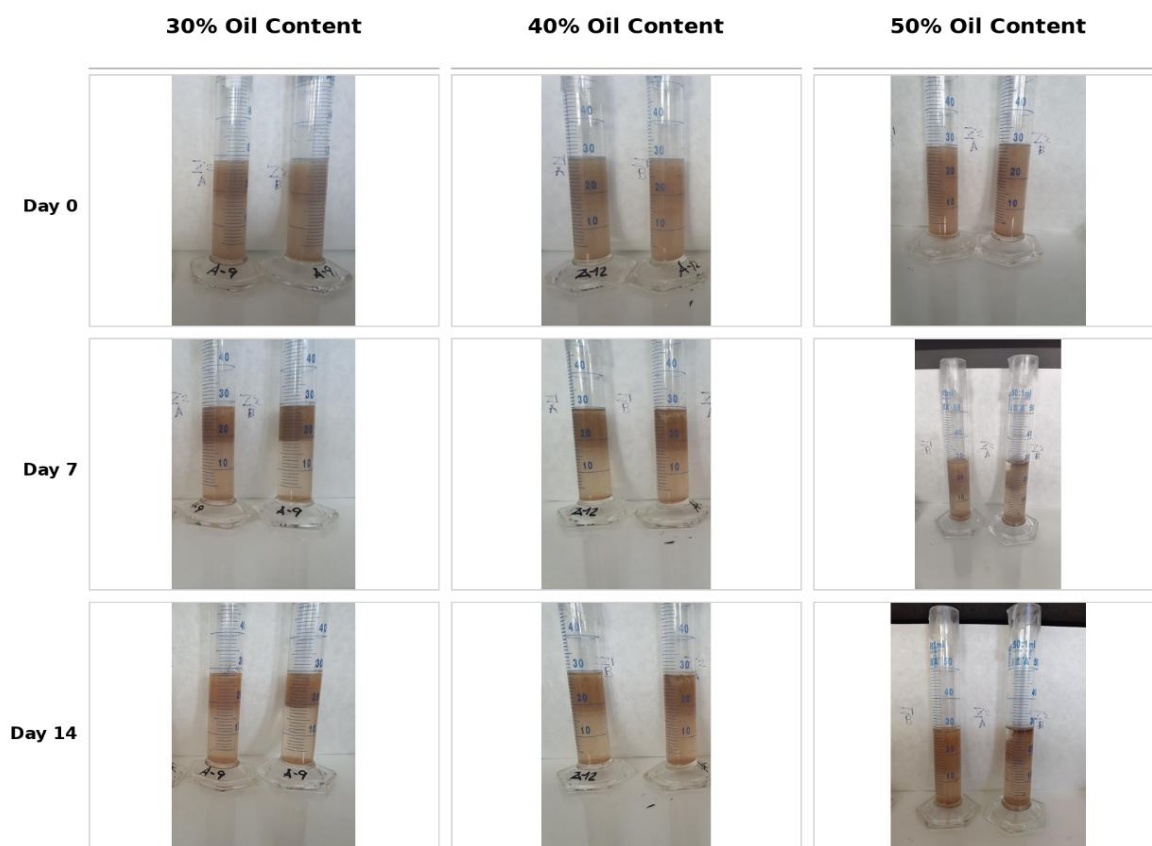
3.2. Macroscopic appearance during storage

The macroscopic appearance of the olive-pit-flour-containing emulsions was evaluated on days 0, 7, and 14 to monitor visible changes during storage (Figure 2). A cream layer was observed in the formulations containing 30%, 40%, and 50% oil. However, no pronounced free-oil layer or marked clarification of the lower aqueous phase was observed during the observation period. Creaming is associated with the upward migration and accumulation of oil droplets within an emulsion, resulting in the formation of a concentrated layer. This

phenomenon reflects the redistribution of the dispersed phase but does not necessarily indicate complete phase separation (McClements, 2015). Accordingly, the observed cream-layer formation indicates macroscopic creaming, while the absence of pronounced free-oil formation suggests that complete macroscopic separation had not occurred under the investigated storage conditions.

The observed macroscopic appearance provides complementary information to the CI results presented in Section 3.1. Although the CI values increased with increasing oil content, visual inspection did not reveal a pronounced free-oil layer or marked clarification of the lower aqueous phase. These observations highlight the importance of considering both quantitative creaming measurements and macroscopic appearance when evaluating the physical Behavior of emulsions. Nevertheless, visual observations alone cannot establish the extent of droplet coalescence or confirm long-term stability.

Figure 2. Macroscopic appearance of olive-pit-flour-containing emulsions with different oil contents (30%, 40%, and 50%) during storage on days 0, 7, and 14. Original sample photographs are arranged by oil content (columns) and storage time (rows).



3.3. Microscopic appearance at day 14

The microscopic images acquired at 40 $\times$ magnification on day 14 revealed rounded structures of varying apparent dimensions in the emulsions containing 30%, 40%, and 50% oil (Figure 3).

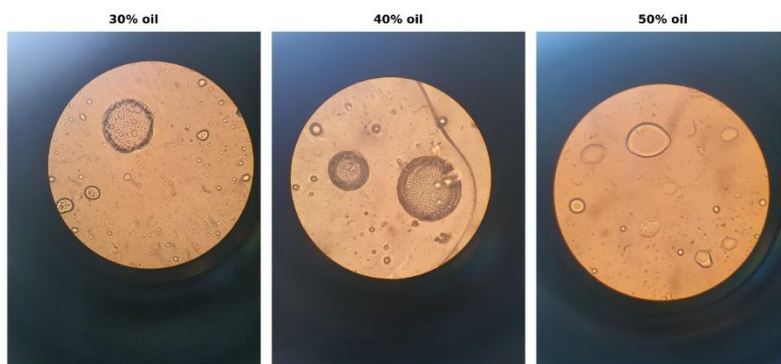


Figure 3. Microscopic appearance of olive-pit-flour-containing O/W emulsions prepared with different oil content

The 30% oil formulation showed numerous rounded structures distributed throughout the field of view, whereas the 40% oil formulation contained two prominent larger structures with heterogeneous internal appearances alongside smaller rounded structures. The 50% oil formulation also exhibited structures with varying apparent dimensions, including rounded forms with distinct outlines. These observations indicate differences in the visual microstructural characteristics of the formulations. The observed structures may reflect differences in droplet dimensions, internal heterogeneity, or droplet clustering. However, their appearance alone does not allow all structures to be identified unequivocally as individual oil droplets. The micrographs nevertheless provide a qualitative basis for examining how oil content may be associated with the microstructure of olive-pit-flour-containing emulsions. Solid particles with suitable surface properties and wettability can adsorb at the oil–water interface and form a physical barrier against droplet coalescence, potentially contributing to Pickering-type stabilization (Binks, 2002; Chevalier & Bolzinger, 2013; Li et al., 2022). However, the presence of particles in food emulsions does not necessarily establish classical Pickering stabilization, as other mechanisms, including the formation of particle networks in the continuous phase, may also contribute to emulsion behaviour (Li et al., 2022; Schroën et al., 2024). The present images support further investigation of the potential relationship between olive stone flour and emulsion microstructure, although direct evidence of interfacial particle adsorption is needed to establish this mechanism. Quantitative image analysis and characterization of particle properties would help clarify the observed structural differences and the potential contribution of olive stone flour to emulsion behaviour.

4. Conclusion and Future Perspectives

This study investigated the creaming Behavior and microscopic appearance of olive-pit-flour-containing O/W emulsions prepared with different oil contents. The mean creaming index (CI), averaged across days 0, 7, and 14, increased from 38.59% at 30% oil to 45.30% at 40% oil and 50.92% at 50% oil. These findings indicate that increasing the oil-phase fraction was associated with greater macroscopic creaming under the conditions investigated. Macroscopic observations revealed cream-layer formation during storage without a pronounced free-oil layer or marked clarification of the lower aqueous phase. Microscopic examination on day 14 revealed rounded structures with varying apparent dimensions across the formulations, providing qualitative insight into their microstructural characteristics. Together, these findings provide an initial assessment of the physical Behavior of olive-pit-flour-containing emulsions and support further investigation of olive pit flour as a potential particulate ingredient in emulsion systems.

Although the observed microstructural features provide a basis for investigating particle-based stabilization, the present findings do not establish a specific stabilization mechanism or confirm Pickering-type stabilization. Further research should focus on quantitative image analysis, characterization of flour particle size and surface properties, rheological measurements, and examination of particle localization at the oil–water interface. These approaches would help clarify the relationship between formulation composition, particle properties, and emulsion Behavior. Overall, this study provides preliminary findings on the creaming Behavior and microscopic characteristics of olive-pit-flour-containing emulsions, offering a foundation for future investigations into the potential functionality of this olive-processing by-product in food emulsion systems.

References

- Aslan Türker, D., & Işçimen, E. M. (2025). Insoluble dietary fiber and microparticle formation from olive pomace: Effects on emulsification and interfacial behavior in Pickering emulsions. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 19(4), 2684–2699. <https://doi.org/10.1007/s11694-025-03139-3>.
- Binks, B. P. (2002). Particles as surfactants similarities and differences. *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, 7(1–2), 21–41. [https://doi.org/10.1016/S1359-0294\(02\)00008-0](https://doi.org/10.1016/S1359-0294(02)00008-0).
- Chevalier, Y., & Bolzinger, M.-A. (2013). Emulsions stabilized with solid nanoparticles: Pickering emulsions. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 439, 23–34. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2013.02.054>.
- Choi, S. J., Won, J. W., Park, K. M., & Chang, P.-S. (2014). A new method for determining the emulsion stability index by backscattering light detection. *Journal of Food Process Engineering*, 37, 229–236. <https://doi.org/10.1111/jfpe.12078>.
- Dickinson, E. (2015). Colloids in food: Ingredients, structure, and stability. *Annual Review of Food Science and Technology*, 6, 211–233. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-022814-015651>.
- Dickinson, E. (2017). Biopolymer-based particles as stabilizing agents for emulsions and foams. *Food Hydrocolloids*, 68, 219–231. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2016.06.024>.
- Håkansson, A. (2019). Emulsion formation by homogenization: Current understanding and future perspectives. *Annual Review of Food Science and Technology*, 10, 239–258. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-032818-121501>.
- Li, W., Jiao, B., Li, S., Faisal, S., Shi, A., Fu, W., Chen, Y., & Wang, Q. (2022). Recent advances on Pickering emulsions stabilized by diverse edible particles: Stability mechanism and applications. *Frontiers in Nutrition*, 9, 864943. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.864943>.
- McClements, D. J. (2015). *Food emulsions: Principles, practices, and techniques* (3rd ed.). CRC Press.
- Mumcu, A., Deliboran, A. (2025). Olive pit as a sustainable agricultural by-product: Valorization pathways and prospects in food and feed industries. *North African Journal of Food and Nutrition Research*, 9(Special Issue), S1–S17. <https://doi.org/10.51745/najfnr.9.SI.S1-S17>.
- Rayees, R., Gani, A., Noor, N., Ayoub, A., Ul Ashraf, Z. (2024). General approaches to biopolymer-based Pickering emulsions. *International Journal of Biological Macromolecules*, 267(Pt 1), 131430. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.131430>.
- Rodríguez, G., Lama, A., Rodríguez, R., Jiménez, A., Guillén, R., & Fernández-Bolaños, J. (2008). Olive stone an attractive source of bioactive and valuable compounds. *Bioresource Technology*, 99(13), 5261–5269. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2007.11.027>.
- Schroën, K., Shen, X., Hasyati, F. I., Deshpande, S., & van der Gucht, J. (2024). From theoretical aspects to practical food Pickering emulsions: Formation, stabilization, and complexities linked to the use of colloidal food particles. *Advances in Colloid and Interface Science*, 334, 103321. <https://doi.org/10.1016/j.cis.2024.103321>.

DİJİTAL DÖNÜŞÜM ARAŞTIRMALARININ TEMATİK EVRİMİ: 2020-2026 DÖNEMİNE YÖNELİK BİBLİYOMETRİK BİR ANALİZ

Dr. Öğr. Üyesi Onur OKTAYSOY¹ / Doç. Dr. M. Akif YENİKAYA

¹Kafkas Üniversitesi, İİBF, onurkavak@kafkas.edu.tr, 0000-0002-8623-614X

²Kafkas Üniversitesi, İİBF, akif.yenikaya@kafkas.edu.tr, 0000-0002-3624-722X

Özet

Bu araştırmanın amacı, dijital dönüşüm literatürünün 2020-2026 dönemindeki gelişimini, entelektüel yapısını, tematik değişimini ve yükselen araştırma eğilimlerini bibliyometrik yöntemlerle bütüncül bir çerçevede incelemektir. Bu doğrultuda, Scopus veri tabanından elde edilen 9.704 çalışma; performans analizi, ortak kelime analizi, ortak atıf analizi ve bibliyografik eşleşme yöntemleriyle değerlendirilmiştir. Ayrıca, 2020 öncesi literatürde belirlenen araştırma akımları, güncel eğilimlerin karşılaştırmalı olarak incelenmesinde referans alınmıştır. Bulgular, dijital dönüşüm literatürünün 2020 sonrasında hızlı bir büyüme ve belirgin bir tematik çeşitlenme gösterdiğini ortaya koymaktadır. Yapay zekâ, sürdürülebilirlik, dinamik yetenekler ve dijital liderlik araştırmaları giderek önem kazanırken, Endüstri 4.0'ın literatürdeki göreceli ağırlığının azaldığı görülmektedir. Bununla birlikte üretken yapay zekâ, çevresel, sosyal ve yönetim (ESG) uygulamaları, yeşil inovasyon ve Endüstri 5.0 öne çıkan yeni araştırma alanları arasında yer almaktadır. Önceki araştırma akımlarının sürekliliğini büyük ölçüde koruduğu, ancak kapsam genişlemesi, tematik yakınsama ve dönüşüm süreçleriyle yeniden şekillendiği belirlenmiştir. Bütünsel bir yaklaşımla değerlendirildiğinde elde edilen bulgular, dijital dönüşüm literatürünün teknoloji odaklı yaklaşımlardan uzaklaşarak yapay zekâ, örgütsel yetenekler, sürdürülebilirlik ve yönetim boyutlarının bütünleştiği, hızla büyüyen ve çok boyutlu bir araştırma alanına dönüştüğünü göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Dijital Dönüşüm, Dijitalleşme, Yapay Zekâ, Endüstri 4.0, Sürdürülebilirlik.

THE THEMATIC EVOLUTION OF DIGITAL TRANSFORMATION RESEARCH: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS FOR THE 2020-2026 PERIOD

Abstract

The aim of this study is to examine the development, intellectual structure, thematic evolution, and emerging research trends of the digital transformation literature during the 2020–2026 period within a holistic framework using bibliometric methods. Accordingly, 9,704 studies retrieved from the Scopus database were analyzed using performance analysis, co-word analysis, co-citation analysis, and bibliographic coupling methods. In addition, the research streams identified in the pre-2020 literature were used as a reference framework for the comparative examination of current trends. The findings reveal that the digital transformation literature has experienced rapid growth and significant thematic diversification since 2020. While research on artificial intelligence, sustainability, dynamic capabilities, and digital leadership has gained increasing importance, the relative prominence of Industry 4.0 within the literature has declined. Furthermore, generative artificial intelligence, environmental, social, and governance (ESG) practices, green innovation, and Industry 5.0 are among the emerging research areas. It was determined that previous research streams have largely maintained their continuity but have been reshaped through processes of scope expansion, thematic convergence, and transformation. When evaluated from a holistic perspective, the findings indicate that the digital transformation literature has evolved beyond technology-oriented approaches into a rapidly growing and multidimensional research field that integrates artificial intelligence, organizational capabilities, sustainability, and governance dimensions.

Keywords: Digital Transformation, Digitalization, Artificial Intelligence, Industry 4.0, Sustainability.

1. GİRİŞ

Dijital teknolojilerin ekonomik ve örgütsel yaşamda yaygınlaşması, işletmelerin stratejilerini, iş modellerini, örgütsel yapılarını ve değer yaratma süreçlerini yeniden şekillendirmelerini gerekli kılmıştır. Bu gelişmeler, dijital dönüşümü işletme ve yönetim araştırmalarının önemli çalışma alanlarından biri hâline getirmiştir. Dijital dönüşüm, teknolojilerin benimsenmesinin ötesinde örgütsel ve stratejik değişimi kapsayan çok boyutlu bir süreçtir (Bozkurt vd., 2021; Vial, 2019). Verhoef vd. (2021), sayısallaştırmayı analog bilginin dijital ortama aktarılması, dijitalleşmeyi dijital teknolojilerin mevcut süreçlerde kullanılması, dijital dönüşümü ise örgütsel yapıların ve iş modellerinin kapsamlı biçimde yeniden şekillenmesi olarak tanımlamaktadır. Dolayısıyla dijital dönüşümün temel özelliği, teknolojik yenilenmeden ziyade örgütsel yapı, strateji ve yeteneklerde meydana getirdiği bütüncül değişimdir (Yenikaya vd., 2025).

Dijital dönüşümün kapsamının genişlemesi, ilgili literatürün farklı disiplinler ve kuramsal yaklaşımlar etrafında gelişmesine yol açmıştır. Hanelt vd. (2021), 279 çalışmaya dayanan incelemelerinde literatürün geniş ancak parçalı ve çeşitlenmiş bir yapıya sahip olduğunu ortaya koymuşlardır. Benzer şekilde Kraus vd. (2022), 217 çalışmayı inceleyerek dijital dönüşümün strateji, inovasyon, örgütsel değişim ve yönetim gibi alanlarla bütünleştiğini ve daha kapsamlı yaklaşımlarla değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamışlardır. Bu gelişmeler, alanın entelektüel ve kavramsal yapısının sistematik biçimde incelenmesini önemli hâle getirmiştir.

Bu doğrultuda Chawla ve Goyal (2022), 1997-Şubat 2020 dönemini kapsayan 234 çalışmayı bibliyometrik yöntemlerle analiz ederek dijital dönüşüm literatürünü dört temel alan altında 18 araştırma akımı biçiminde sınıflandırmışlardır. Bu sınıflandırma; örgütsel dönüşüm, dijital teknolojiler, yönetsel uygulamalar ve toplumsal etkiler gibi farklı boyutları kapsamaktadır. Ancak analizin 2020 öncesi literatürle sınırlı olması, belirlenen araştırma akımlarının sonraki dönemde nasıl geliştiği ve hangi yeni araştırma alanlarının ortaya çıktığı sorularını gündeme getirmektedir. Özellikle yapay zekâ, sürdürülebilirlik, dinamik yetenekler ve dijital liderlik gibi konuların artan önemi, mevcut araştırma akımlarının süreklilik ve dönüşüm açısından yeniden değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır.

Bu gereksinim, dijital dönüşüm literatüründeki hızlı büyümeyle daha belirgin hâle gelmiştir. Scopus veri tabanından elde edilen 2020- Ekim 2026 dönemine ait 9.704 İngilizce makaleden oluşan veri setinde, yıllık yayın sayısı 2020'de 335 iken 2025'te 2.574'e yükselerek yaklaşık 7,7 kat artmıştır. Ayrıca 7 Ekim 2026 itibarıyla 2026 yılına ait 3.134 yayın bulunmaktadır. Yayın hacmindeki bu artışa, üretken yapay zekâ, çevresel, sosyal ve yönetim (ESG), yeşil inovasyon ve Endüstri 5.0 gibi konuların artan görünürlüğü eşlik etmektedir. Bununla birlikte, anahtar kelime sıklıklarındaki değişimler tek başına araştırma akımlarının ortaya çıkışını veya

gerilemesini açıklamakta yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle literatürün kavramsal ve entelektüel ilişkilerinin birlikte değerlendirilmesi önem taşımaktadır.

Bu çerçevede araştırma, dijital dönüşüm literatürünün 2020-2026 dönemindeki gelişimini ve önceki araştırma akımlarının geçirdiği değişimi bütüncül bir bibliyometrik yaklaşımla incelemeyi amaçlamaktadır. Bu doğrultuda 9.704 çalışma; performans analizi, ortak kelime analizi, ortak atıf analizi ve bibliyografik eşleşme yöntemleriyle değerlendirilmektedir. Literatürün 2020-2022, 2023-2024 ve 2025-2026 dönemleri karşılaştırılarak tematik değişimin yönü incelenmekte ve Chawla ve Goyal (2022) tarafından belirlenen 18 araştırma akımı süreklilik, genişleme, dönüşüm, yakınsama, ana akımlaşma ve gerileme açısından ele alınmaktadır. Böylece çalışma, literatürün güncel entelektüel ve tematik yapısını ortaya koymanın yanı sıra mevcut araştırma akımlarının evrimini açıklamayı ve yükselen araştırma alanlarını belirlemeyi hedeflemektedir.

2. YÖNTEM

Bu çalışmada, dijital dönüşüm literatürünün 2020-2026 dönemindeki bilimsel gelişimini, entelektüel ve kavramsal yapısını ve tematik dönüşümünü incelemek amacıyla bibliyometrik analiz yöntemi kullanılmıştır. Bilimsel yayınların performansının değerlendirilmesine ve yayınlar arasındaki ilişkilerin haritalandırılmasına olanak sağlayan bu yöntem kapsamında performans analizi, ortak kelime analizi, ortak atıf analizi ve bibliyografik eşleşme tekniklerinden yararlanılmıştır (Zupic ve Čater, 2015; Donthu vd., 2021).

Araştırma verileri, 7 Ekim 2026 tarihinde Scopus veri tabanından TITLE-ABS-KEY("digital transformation") AND PUBYEAR>2019 AND PUBYEAR<2027 sorgusuyla elde edilmiştir. Sonuçlar Business, Management and Accounting konu alanı, Article ve Review belge türleri ile İngilizce yayın diliyle sınırlandırılmış ve toplam 9.704 yayın araştırmaya dâhil edilmiştir. Veri seçim süreci PRISMA 2020 yaklaşımı esasına göre gerçekleştirilmiştir (Page vd., 2021). Veri toplama tarihinde 2026 yılı tamamlanmadığından, bu yıla ait veriler yıllık büyüme karşılaştırmalarında kısmi dönem olarak değerlendirilmiştir.

Analiz öncesinde bibliyografik kayıtların bütünlüğü ve tekrarları kontrol edilmiş, aynı kavramı ifade eden anahtar kelime varyasyonları standartlaştırılmıştır. Bu kapsamda AI/artificial intelligence, IoT/Internet of Things ve GenAI/generative artificial intelligence gibi eşdeğer ifadeler birleştirilmiş, kavramsal açıdan farklı terimlerin birleştirilmesinden kaçınılmıştır.

Analizler dört aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada yayın, yazar, kaynak, atıf ve anahtar kelime göstergelerine dayalı performans analizi yapılmıştır. İkinci aşamada ortak kelime analiziyle kavramsal yapı belirlenmiş, seçilmiş temaların yaygınlığı 1.000 anahtar kelimeli yayın başına normalize edilerek 2020-2022, 2023-2024 ve 2025-2026 dönemleri karşılaştırılmıştır. Üçüncü aşamada ortak atıf analiziyle entelektüel

temeller, bibliyografik eşleşmeyle güncel araştırma cepheleri incelenmiştir (Zupic ve Čater, 2015; Donthu vd., 2021).

Son aşamada Chawla ve Goyal (2022) tarafından 2020 öncesi literatürde belirlenen 18 araştırma akımının gelişimi değerlendirilmiştir. Kontrollü terim kümeleri kullanılarak yayınların başlık, özet ve yazar anahtar kelimeleri üzerinden eşleştirme yapılmış; araştırma akımları dönemsel yaygınlık, normalize edilmiş eğilimler ve ağ yapıları doğrultusunda süreklilik, genişleme, dönüşüm, yakınsama, ana akımlaşma ve gerileme açısından sınıflandırılmıştır. Önceki akımlarla açıklanamayan yeni tematik yapılar ise yükselen araştırma alanı adayları olarak ele alınmıştır. Veri temizleme ve hesaplamalar programatik olarak gerçekleştirilmiş, bilim haritalama analizlerinde Bibliometrix/Biblioshiny ve VOSviewer'ın dayandığı yöntemlerden yararlanılmıştır (Aria ve Cuccurullo, 2017; van Eck ve Waltman, 2010).

3. BULGULAR

3.1. Dijital Dönüşüm Literatürünün Genel Görünümü

Dijital dönüşüm literatürünün yıllara göre gelişimini ortaya koymak amacıyla 2020-2026 dönemindeki yayın sayıları ve toplam yayınlar içerisindeki oransal dağılımları incelenmiştir. Elde edilen bulgular Tablo 1'de sunulmuştur.

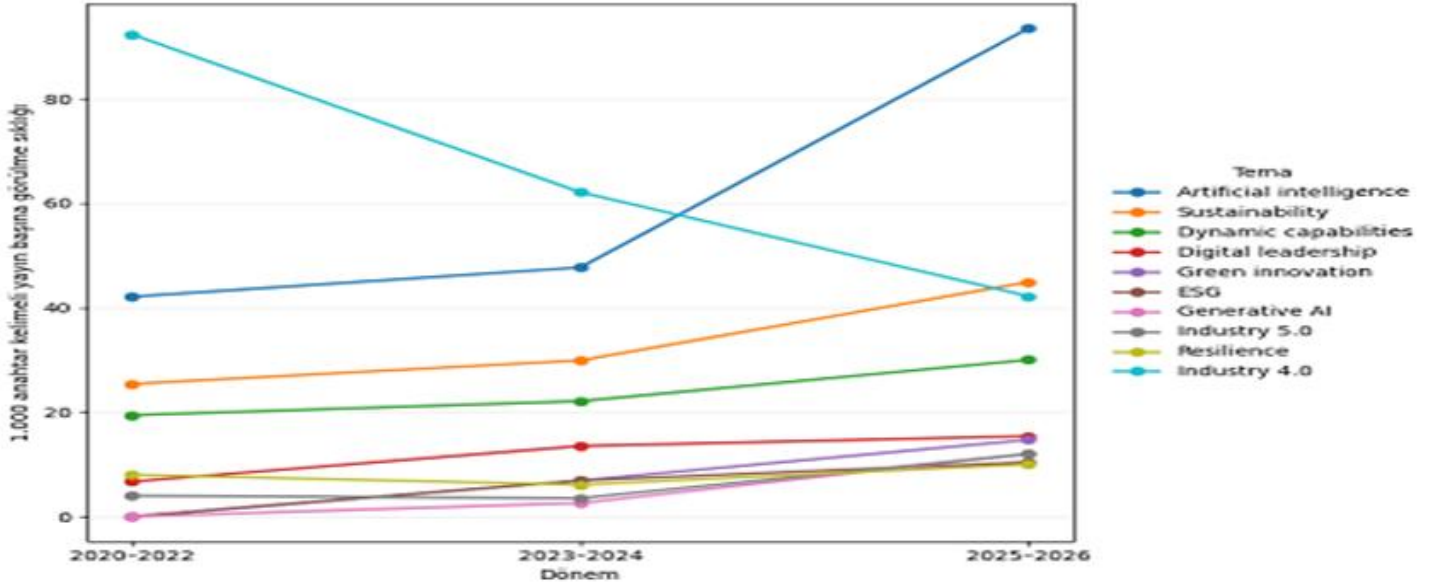
Tablo 1. Dijital dönüşüm alanındaki yayınların yıllara göre dağılımı

Yıl	Yayın sayısı	Toplam içindeki pay (%)
2020	335	3,45
2021	479	4,94
2022	757	7,80
2023	995	10,25
2024	1.430	14,74
2025	2.574	26,53
2026*	3.134	32,30
Toplam	9.704	100,00

Tablo 1 incelendiğinde, dijital dönüşüm araştırmalarında yıllar itibarıyla belirgin bir artış yaşandığı görülmektedir. Yayın sayısı 2020 yılında 335 iken 2025 yılında 2.574'e ulaşarak yaklaşık 7,7 kat artmıştır. Toplam yayınların %73,57'sinin 2024-2026 döneminde gerçekleşmesi, araştırma alanının özellikle son yıllarda hızla genişlediğini göstermektedir. Bununla birlikte 2026 yılı verilerinin 7 Ekim itibarıyla elde edildiği ve yılın tamamını kapsamadığı dikkate alınmalıdır. Bu bulgular, dijital dönüşümün giderek artan akademik ilgi gören bir araştırma alanı olduğunu ortaya koymaktadır.

3.2. Tematik Evrim

Dijital dönüşüm literatüründeki tematik değişimi ortaya koymak amacıyla öne çıkan araştırma alanlarının 2020-2022, 2023-2024 ve 2025-2026 dönemlerindeki normalize edilmiş görülme sıklıkları karşılaştırılmıştır. Seçili temaların zaman içerisindeki gelişimi Şekil 1’de sunulmuştur.

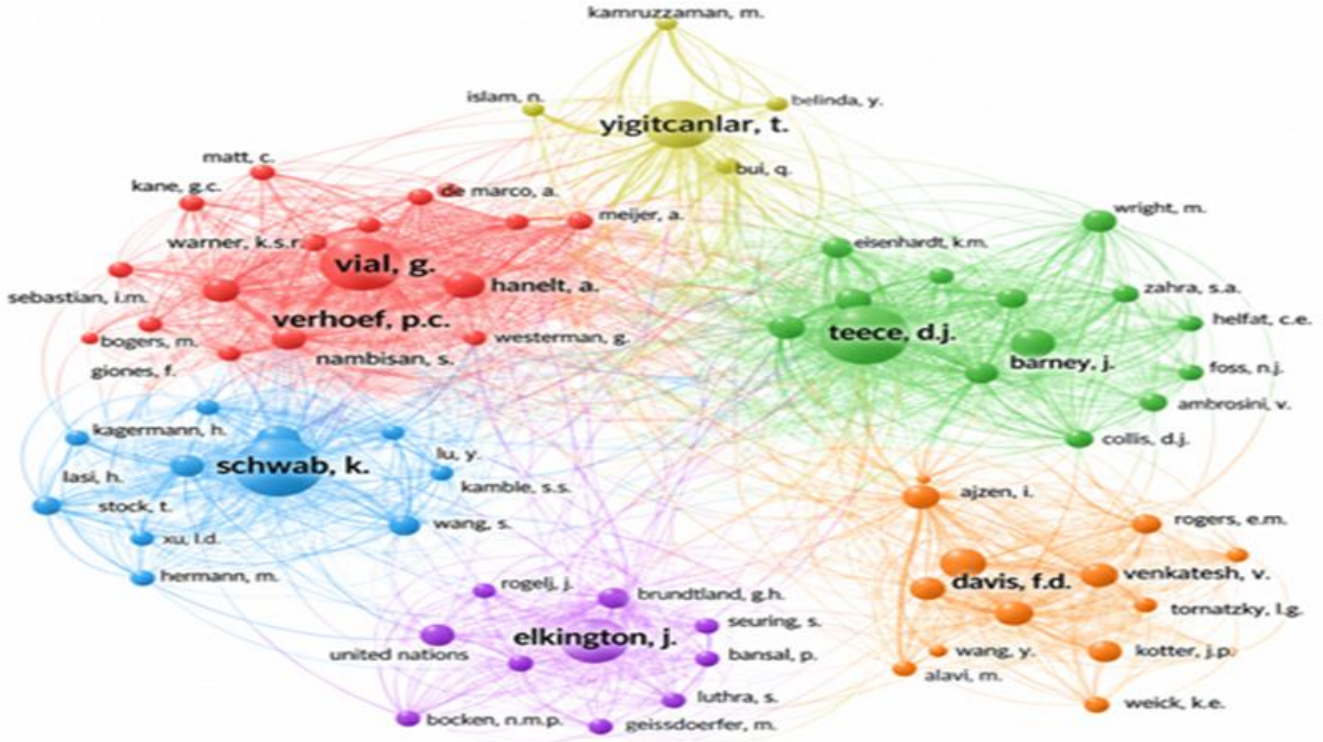


Şekil 1. Dijital dönüşüm araştırmalarında tematik evrim (2020-2026)

Şekil 1 incelendiğinde, dijital dönüşüm literatüründe belirgin bir tematik değişim yaşandığı görülmektedir. Yapay zekâ, sürdürülebilirlik, dinamik yetenekler ve dijital liderlik temalarının zaman içerisinde güçlendiği, buna karşılık Endüstri 4.0'ın göreceli ağırlığının azaldığı belirlenmiştir. Özellikle yapay zekânın son dönemde en yüksek görülme sıklığına ulaşması dikkat çekmektedir. Bunun yanında üretken yapay zekâ, ESG, yeşil inovasyon ve Endüstri 5.0 gibi temaların yükselişi, araştırma gündeminin çeşitlendiğini göstermektedir. Bu bulgular, dijital dönüşüm araştırmalarının teknoloji odaklı yaklaşımlardan yapay zekâ, örgütsel yetenekler ve sürdürülebilirliğin bütünleştiği çok boyutlu bir yapıya doğru evrildiğine işaret etmektedir.

3.3. Dijital Dönüşüm Araştırmalarının Entelektüel Yapısı

Dijital dönüşüm literatürünün entelektüel yapısını ve temel bilgi kaynakları arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla ortak atıf analizi gerçekleştirilmiştir. Çalışmaların birlikte atıf alma örüntülerine göre oluşan kümeler ve bu kümeler arasındaki bağlantılar Şekil 2’de sunulmuştur.



Şekil 2 incelendiğinde, dijital dönüşüm literatürünün birbiriyle ilişkili altı temel entelektüel kümeden oluştuğu görülmektedir. Vial, Verhoef ve Hanelt'in öne çıktığı kırmızı küme dijital dönüşümün kavramsal ve örgütsel temellerini; Teece merkezli yeşil küme dinamik yetenekler ve stratejik yönetim yaklaşımlarını temsil etmektedir. Schwab'ın merkezde bulunduğu mavi küme Endüstri 4.0 ve teknolojik dönüşümle, Davis'in ön plana çıktığı turuncu küme ise teknoloji kabulü ve kullanımına ilişkin yaklaşımlarla ilişkilendirilebilir. Elkington merkezli mor küme sürdürülebilirlik, Yiğitcanlar'ın öne çıktığı sarı küme ise akıllı şehirler ve kentsel dijitalleşme ekseninde şekillenmektedir. Kümeler arasındaki yoğun bağlantılar, dijital dönüşüm araştırmalarının farklı kuramsal temellerden beslenen çok boyutlu bir entelektüel yapıya sahip olduğunu göstermektedir.

3.4. Chawla ve Goyal (2022) Araştırmasında Elde Edilen Akımlarının Güncel Dönüşümü

Dijital dönüşüm literatürünün zaman içerisindeki yapısal değişimini değerlendirmek amacıyla Chawla ve Goyal (2022) tarafından 2020 öncesi dönem için aynı temayı konu edinen bibliyometrik araştırma kapsamında belirlenen 18 araştırma akımı, yapılan bu çalışmadan elde edilen bulgular çerçevesine 2020-2026 dönemindeki güncel araştırma eğilimleriyle karşılaştırılmıştır. Araştırma akımlarının geçirdiği değişimler ve güncel karşılıkları Tablo 2'de özetlenmiştir.

Tablo 2. 2020 öncesi araştırma akımlarının 2020-2026 aralığında dönüşümü

Birleştirilmiş araştırma alanları	2020-2026 dönemindeki eğilimler	Değişim
İş modelleri ve dijital inovasyon	Dijital platformlar, ekosistemler ve değer yaratma	Yakınsama
Dijital altyapı ve teknolojiler	Yapay zekâ, bulut, IoT ve Endüstri 5.0	Dönüşüm
Liderlik ve insan kaynakları	Dijital liderlik, yetkinlikler ve insan-AI etkileşimi	Genişleme
Örgütsel etkiler ve strateji	Dinamik yetenekler, çeviklik ve performans	Ana akımlaşma
Dijital dönüşüm süreçleri	Dijital olgunluk ve sektörel uygulamalar	Genişleme
Bilgi yönetimi ve BT yönetişimi	Örgütsel öğrenme, veri ve AI yönetişimi	Dönüşüm
Üretim ve pazarlama	Akıllı üretim ve dijital müşteri deneyimi	Genişleme
Sürdürülebilir kalkınma	ESG, yeşil inovasyon ve döngüsel ekonomi	Ana akımlaşma
Toplumsal etkiler ve dijital bölünme	Dijital kapsayıcılık, etik ve sorumlu AI	Dönüşüm

Tablo 2 incelendiğinde, 2020 öncesinde tanımlanan araştırma akımlarının büyük ölçüde varlığını sürdürdüğü, ancak kapsam ve içerik bakımından önemli değişimler geçirdiği görülmektedir. Özellikle yapay zekâ, sürdürülebilirlik, dijital liderlik ve dinamik yetenekler etrafındaki gelişmeler, literatürün tematik yapısını yeniden şekillendirmiştir. İş modelleri ve bilgi yönetimi gibi alanlarda tematik yakınsama, dijital altyapı ve inovasyon araştırmalarında genişleme, yönetim ve insan kaynaklarında ise dönüşüm öne çıkmaktadır. Örgütsel etkiler ve sürdürülebilirlik gibi konuların literatürün temel araştırma eksenleri arasına yerleşmesi dikkat çekmektedir. Bu bulgular, dijital dönüşüm araştırmalarının teknoloji merkezli yaklaşımlardan örgütsel, stratejik ve sürdürülebilirlik boyutlarını bütünleştiren çok disiplinli bir yapıya evirildiğini göstermektedir.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu araştırmada, 2020-2026 döneminde yayımlanan 9.704 çalışma bibliyometrik yöntemlerle incelenerek dijital dönüşüm literatürünün bilimsel gelişimi, entelektüel yapısı ve tematik dönüşümü değerlendirilmiştir. Bulgular, dijital dönüşüm araştırmalarının teknoloji merkezli yaklaşımlardan yapay zekâ, örgütsel yetenekler, strateji, sürdürülebilirlik ve yönetişimi bütünleştiren çok boyutlu bir yapıya evrildiğini göstermektedir. Bu sonuç, dijital dönüşümün teknolojik yenilenmenin ötesinde kapsamlı bir örgütsel değişim süreci olduğu yönündeki yaklaşımları desteklemektedir (Vial, 2019; Verhoef vd., 2021).

Literatürdeki hızlı büyüme, araştırmanın temel bulgularından biridir. Yıllık yayın sayısının 2020'de 335'ten 2025'te 2.574'e yükselmesi, alanın akademik öneminin giderek arttığını göstermektedir. Bu gelişme, önceki araştırmalarda vurgulanan literatür genişlemesi ve tematik çeşitlenmenin devam ettiğini ortaya koymaktadır (Hanelt vd., 2021; Kraus vd., 2022). Tematik analizde yapay zekânın normalize edilmiş görülme sıklığı

42,1'den 93,5'e yükselirken Endüstri 4.0'ın 92,3'ten 42,2'ye gerilemesi, araştırma gündeminin yapay zekâ ekseninde yeniden şekillendiğine işaret etmektedir. Bununla birlikte dinamik yetenekler, dijital liderlik ve örgütsel çeviklik gibi kavramların güçlenmesi, teknolojik dönüşümün örgütsel kapasite ve stratejik yönetimle giderek daha fazla ilişkilendirildiğini göstermektedir.

Sürdürülebilirliğin normalize edilmiş görülme sıklığının 25,4'ten 44,9'a yükselmesi, ESG, yeşil inovasyon ve döngüsel ekonomi gibi alanların önem kazandığını göstermektedir (Feroz vd., 2021; Song vd., 2025). Endüstri 5.0'ın yükselişi ise dijital dönüşümün insan merkezlilik, sürdürülebilirlik ve dayanıklılık boyutlarıyla genişlediğine işaret etmektedir. Ortak atıf analizi, tematik değişime rağmen alanın entelektüel temellerinde süreklilik bulunduğunu ortaya koymuştur. Chawla ve Goyal (2022) tarafından belirlenen 18 araştırma akımıyla yapılan karşılaştırma da önceki temaların büyük ölçüde varlığını koruduğunu ancak genişleme, yakınsama ve dönüşüm süreçlerinden geçtiğini göstermektedir.

Araştırmanın Scopus veri tabanı ve işletme-yönetim alanıyla sınırlandırılması ile 2026 verilerinin kısmi dönemi kapsamı temel sınırlılıklardır. Gelecek araştırmalarda farklı veri tabanlarının kullanılması ve özellikle üretken yapay zekâ, ESG, dijital dayanıklılık ve Endüstri 5.0 gibi yükselen alanların derinlemesine incelenmesi önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959-975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>.
- Bozkurt, A., Hamutoğlu, N. B., Kaban, A. L., Taşçı, G., & Aykul, M. (2021). Dijital bilgi çağı: Dijital toplum, dijital dönüşüm, dijital eğitim ve dijital yeterlilikler. *Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi*, 7(2), 35-63. <https://doi.org/10.51948/auad.911584>.
- Chawla, R. N., & Goyal, P. (2022). Emerging trends in digital transformation: A bibliometric analysis. *Benchmarking: An International Journal*, 29(4), 1069–1112. <https://doi.org/10.1108/BIJ-01-2021-0009>
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 133, 285-296. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>.
- Feroz, A. K., Zo, H., & Chiravuri, A. (2021). Digital transformation and environmental sustainability: A review and research agenda. *Sustainability*, 13(3), 1530. <https://doi.org/10.3390/su13031530>.
- Hanelt, A., Bohnsack, R., Marz, D., & Antunes Marante, C. (2021). A systematic review of the literature on digital transformation: Insights and implications for strategy and organizational change. *Journal of Management Studies*, 58(5), 1159–1197. <https://doi.org/10.1111/joms.12639>.
- Kraus, S., Durst, S., Ferreira, J. J., Veiga, P., Kailer, N., & Weinmann, A. (2022). Digital transformation in business and management research: An overview of the current status quo. *International Journal of Information Management*, 63, 102466. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2021.102466>.
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., et al. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>.
- Song, C., Teh, S. Y., Alnoor, A., et al. (2025). Trends of the digital transformation and green innovation using PRISMA and bibliometric analysis review. *Discover Sustainability*, 6, 1010. <https://doi.org/10.1007/s43621-025-01855-w>.
- van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523–538. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>.
- Verhoef, P. C., Broekhuizen, T., Bart, Y., Bhattacharya, A., Dong, J. Q., Fabian, N., & Haenlein, M. (2021). Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda. *Journal of Business Research*, 122, 889–901. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.09.022>.

Vial, G. (2019). Understanding digital transformation: A review and a research agenda. *The Journal of Strategic Information Systems*, 28(2), 118-144. <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2019.01.003>.

Yenikaya, M. A., Oktaysoy, O., & Kerse, G. (2025). Technological Transformation and Sustainable Agriculture: Automation Supported Home-Type Hydroponic Production System Application. *Black Sea Journal of Agriculture*, 8(4), 533-547. <https://doi.org/10.47115/bsagriculture.1656377>.

Zupic, I., & Čater, T. (2015). Bibliometric methods in management and organization. *Organizational Research Methods*, 18(3), 429-472. <https://doi.org/10.1177/1094428114562629>.

ÖRGÜTLERDE DİJİTALLEŞME VE ÖRGÜTSEL DAYANIKLILIK İLİŞKİSİ: BİR META-ANALİZ ÇALIŞMASI

Dr. Öğr. Üyesi Onur OKTAYSOY¹ / Doç. Dr. Selen UYGUNGİL ERDOĞAN² / Doç. Dr. Yaşar ŞAHİN³

¹Kafkas Üniversitesi, İİBF, onurkavak@kafkas.edu.tr, 0000-0002-8623-614X

²Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, KUBF, suyungilerdogan@osmaniye.edu.tr, 0000-0002-7916-1709

³Trabzon Üniversitesi, Beşikdüzü MYO, yasarsahin@trabzon.edu.tr, 0000-0002-5205-3054.

Özet

Dijitalleşme, örgütlerin belirsizliklere uyum sağlama ve krizler karşısında faaliyetlerini sürdürebilme kapasitesini dönüştüren temel dinamiklerden biri olarak görülmektedir. Bununla birlikte, dijitalleşmenin örgütsel dayanıklılıkla ilişkisine yönelik giderek genişleyen ampirik literatür, farklı dijitalleşme göstergeleri, dayanıklılık boyutları ve örgütsel bağlamlar nedeniyle parçalı bir görünüm sergilemektedir. Bu araştırma, söz konusu bulguları bütünleştirerek dijitalleşme ile örgütsel dayanıklılık arasındaki ilişkinin büyüklüğünü ve tutarlılığını ortaya koymayı amaçlamaktadır. Bu kapsamda dijital dönüşüm, dijital olgunluk ve dijital yetenekleri örgütsel dayanıklılıkla ilişkilendiren nicel araştırmalar sistematik olarak incelenmiş; beş bağımsız çalışmadan elde edilen 13 etki büyüklüğü, aynı çalışma içerisindeki bağımlı etkileri dikkate alan üç düzeyli rassal etkiler meta-analiziyle sentezlenmiştir. Bulgular, dijitalleşme ile örgütsel dayanıklılık arasında pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı, orta-yüksek düzeyde bir ilişki bulunduğunu göstermektedir ($r=.507$, %95 GA [.361, .628], $p<.001$). Bununla birlikte, yüksek heterojenlik düzeyi ($I^2\approx 89$), dijitalleşmenin dayanıklılık üzerindeki rolünün örgütler ve bağlamlar arasında önemli ölçüde farklılaşabileceğine işaret etmektedir. Duyarlılık analizlerinde genel etkinin tek bir çalışmanın sonuçları tarafından yönlendirilmediğinin belirlenmesi, bulguların sağlamlığını desteklemektedir. Sonuçlar, dijitalleşmenin yalnızca operasyonel verimlilik sağlayan teknolojik bir dönüşüm olarak değil, örgütlerin çevresel şokları karşılama, uyum kapasitesini geliştirme ve sürekliliğini korumasını destekleyen stratejik bir kapasite olarak değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Araştırma, dağınık ampirik kanıtları ortak bir analitik çerçevede bütünleştirme ve çalışma içi bağımlılığı çok düzeyli modelleme yoluyla dikkate almasıyla dijitalleşme-örgütsel dayanıklılık literatürüne bütünleştirici ve metodolojik bir katkı sunmaktadır.

Anahtar kelimeler: Dijitalleşme, dijital dönüşüm, örgütsel dayanıklılık, dijital yetenekler, meta-analiz.

THE RELATIONSHIP BETWEEN DIGITALIZATION AND ORGANIZATIONAL RESILIENCE IN ORGANIZATIONS: A META-ANALYSIS STUDY

Abstract

Digitalization is regarded as one of the fundamental dynamics transforming organizations' capacity to adapt to uncertainty and sustain their operations in the face of crises. However, the growing empirical literature on the relationship between digitalization and organizational resilience remains fragmented due to variations in digitalization indicators, dimensions of resilience, and organizational contexts. This study aims to integrate these findings and determine the magnitude and consistency of the relationship between digitalization and organizational resilience. Accordingly, quantitative studies linking digital transformation, digital maturity, and digital capabilities with organizational resilience were systematically examined, and 13 effect sizes derived from five independent studies were synthesized using a three-level random-effects meta-analysis that accounts for dependent effects within studies. The findings reveal a positive, statistically significant, and moderate-to-strong relationship between digitalization and organizational resilience ($r=.507$, 95% CI [.361, .628], $p<.001$). However, the high level of heterogeneity ($I^2\approx 89\%$) indicates that the role of digitalization in organizational resilience may vary considerably across organizations and contexts. Sensitivity analyses further support the robustness of the findings, demonstrating that the overall effect is not driven by any single study. The results suggest that digitalization should be viewed not merely as a technological transformation that enhances operational efficiency, but as a strategic capability that supports organizations in responding to environmental shocks, strengthening their adaptive capacity, and maintaining continuity. By integrating fragmented empirical evidence within a common analytical framework and accounting for within-study dependence through multilevel modeling, this study provides an integrative and methodological contribution to the literature on digitalization and organizational resilience.

Keywords: Digitalization, digital transformation, organizational resilience, digital capabilities, meta-analysis.

1. GİRİŞ

Dijital teknolojilerin gelişimi, örgütlerin iş modellerini, karar alma süreçlerini ve çevresel değişimlere uyum kapasitelerini önemli ölçüde dönüştürmektedir. Bulut bilişim, yapay zekâ, büyük veri ve Nesnelerin İnterneti gibi teknolojilerin yaygınlaşması, dijitalleşmeyi teknolojik yenilenmenin ötesinde stratejik bir gereklilik hâline getirmiştir (Vial, 2019; OECD, 2024). Avrupa Birliği verilerine göre 2025 yılında işletmelerin %72'si temel dijital yoğunluğa ulaşırken, %53'ü bulut bilişim ve yaklaşık %20'si yapay zekâ teknolojilerini kullanmıştır (Eurostat, 2026). Bununla birlikte dijital dönüşüm, yalnızca teknoloji benimsemeyi değil, örgütsel yapıların, yeteneklerin ve değer yaratma süreçlerinin yeniden şekillenmesini kapsamaktadır (Vial, 2019). Bu dönüşümün önemli stratejik sonuçlarından biri, örgütlerin değişen koşullara uyum sağlama ve krizlere karşı dayanıklılık geliştirme kapasitesidir (Oktaysoy, 2025).

Örgütsel dayanıklılık, örgütlerin beklenmedik olayları öngörme, olumsuz koşullarla başa çıkma ve değişen çevreye uyum sağlama yeteneğini ifade etmektedir. Duchek (2020), dayanıklılığı öngörme, başa çıkma ve uyum sağlama aşamalarından oluşan dinamik bir örgütsel kapasite olarak ele almaktadır. Dijital teknolojiler ise bilgiye erişimi, koordinasyonu, karar alma süreçlerini ve kaynakların yeniden yapılandırılmasını kolaylaştırarak bu kapasiteyi destekleyebilmektedir. Nitekim önceki araştırmalar dijital dönüşümün örgütsel dayanıklılığı güçlendirdiğini ve bu ilişkide dijital strateji olgunluğu, örgütsel öğrenme ve inovasyonun önemli roller üstlendiğini göstermektedir (Zhang vd., 2021; Forliano vd., 2023; Awad ve Martín-Rojas, 2024; Li vd., 2025).

Bununla birlikte dijitalleşmenin örgütsel dayanıklılık üzerindeki etkileri her koşulda olumlu ve benzer düzeyde gerçekleşmemektedir. Teknoloji bağımlılığı, dönüşüm maliyetleri ve örgütsel katılık yeni kırılma noktaları oluşturabilmektedir. Chi vd. (2025), dijital dönüşümün işletmelerin toparlanma kapasitesini artırırken direnç kapasitesini zayıflatabileceğini ortaya koymuştur. Ayrıca dijitalleşme ve dayanıklılığın farklı göstergelerle ölçülmesi, çalışmaların sektör, ülke ve işletme özellikleri bakımından farklılaşması, ampirik bulguların karşılaştırılmasını güçleştirmektedir.

Lin (2025), 74 çalışmayı kapsayan meta-analizinde dijital dönüşümün işletme dayanıklılığıyla güçlü ilişkiler gösterdiğini, ancak ölçüm yöntemi ve bağlamsal koşulların sonuçları etkilediğini belirlemiştir. Bununla birlikte mevcut sentezler, örgütsel dayanıklılığı farklı boyutlarıyla merkeze alan ve aynı çalışmadan elde edilen birden fazla etki büyüklüğünün istatistiksel bağımlılığını dikkate alan bütüncül bir değerlendirme sunmamaktadır. Bu durum, dijitalleşme ile örgütsel dayanıklılık arasındaki ilişkinin genel büyüklüğünün ve heterojenlik kaynaklarının belirlenmesine yönelik araştırma gereksinimini ortaya koymaktadır.

Bu araştırma, dijital dönüşüm, dijital olgunluk ve dijital yetenekler ile örgütsel dayanıklılık arasındaki ampirik ilişkiyi meta-analitik yöntemle incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışmada, aynı araştırmadan elde edilen birden fazla etki büyüklüğünün bağımlılığını dikkate almak amacıyla üç düzeyli rassal etkiler meta-analizi kullanılmaktadır. Böylece ilişkinin ortalama etki büyüklüğünün belirlenmesi, çalışma içi ve çalışmalar arası heterojenliğin ayrıştırılması ve dijitalleşmenin örgütsel dayanıklılık üzerindeki rolünün daha bütüncül biçimde açıklanması hedeflenmektedir.

1.1. Kuramsal Çerçeve ve Hipotez Geliştirme

Dijitalleşme ile örgütsel dayanıklılık arasındaki ilişki, örgütlerin değişen çevresel koşullar karşısında kaynak ve yetkinliklerini yenileme kapasitesine odaklanan Dinamik Yetenekler Teorisi çerçevesinde açıklanabilir. Bu yaklaşım, rekabet avantajının yalnızca örgütün sahip olduğu kaynaklardan değil, çevresel değişimleri algılama ve mevcut kaynakları yeni koşullara uygun biçimde yeniden yapılandırma yeteneğinden kaynaklandığını ileri sürmektedir (Teece vd., 1997). Teece (2007), dinamik yetenekleri fırsat ve tehditlerin algılanması, bunlara yönelik stratejik seçeneklerin yakalanması ve örgütsel kaynakların değişen koşullara göre yeniden yapılandırılması süreçleri üzerinden açıklamaktadır.

Dijital teknolojiler, bu süreçlerin etkinliğini artıracak önemli bir örgütsel altyapı sağlamaktadır. Dijitalleşme, örgütlerin çevresel bilgiyi daha hızlı toplamasına ve işlemesine, birimler arasındaki bilgi akışını ve koordinasyonu geliştirmesine, karar alma süreçlerini hızlandırmasına ve kaynaklarını değişen koşullara göre yeniden düzenlemesine olanak tanımaktadır (Vial, 2019; Warner ve Wäger, 2019). Dolayısıyla dijital kaynakların örgütsel süreçlerle bütünleştirilmesi, özellikle belirsiz ve değişken çevrelerde örgütlerin tehditleri daha erken algılamalarını ve bu tehditlere daha esnek biçimde yanıt vermelerini sağlayabilmektedir.

Bu mekanizma, örgütsel dayanıklılığın yetenek temelli yapısıyla doğrudan örtüşmektedir. Duchek (2020), örgütsel dayanıklılığı öngörme, başa çıkma ve uyum sağlama süreçlerinden oluşan dinamik bir meta-yetenek olarak değerlendirmektedir. Bu çerçevede dijitalleşmenin sağladığı bilgi işleme kapasitesi çevresel tehditlerin öngörülmesini, dijital bağlantı ve koordinasyon olanakları krizlere yönelik hızlı tepkilerin geliştirilmesini, dijital teknolojilerin sağladığı esneklik ise örgütsel kaynak ve süreçlerin yeni koşullara uyarlanmasını kolaylaştırabilir. Böylece Dinamik Yetenekler Teorisi'nin algılama, yakalama ve yeniden yapılandırma süreçleri ile örgütsel dayanıklılığın öngörme, başa çıkma ve uyum sağlama süreçleri arasında teorik bir tamamlayıcılık ortaya çıkmaktadır.

Ampirik literatür de bu teorik beklentiyi genel olarak desteklemektedir. Dijital dönüşümün örgütsel dayanıklılıkla pozitif ilişkili olduğu (Zhang vd., 2021; Awad ve Martín-Rojas, 2024), dijital strateji

olgunluğunun kriz koşullarında dayanıklılığın geliştirilmesine katkı sağladığı (Forliano vd., 2023) ve dijitalleşmenin örgütsel öğrenme ve yenilik gibi mekanizmalar aracılığıyla dayanıklılıkla ilişkilendiği gösterilmiştir (Awad ve Martín-Rojas, 2024). Bununla birlikte, dijital teknolojilerin örgütsel değeri teknolojinin varlığından çok bu teknolojilerin örgütsel yeteneklere dönüştürülebilmesine bağlıdır (Warner ve Wäger, 2019; Köksoy ve Oktaysoy, 2025). Bu nedenle ilişkinin büyüklüğünün örgütsel ve bağlamsal koşullara göre farklılaşması mümkün olmakla birlikte, teorik beklenti dijitalleşme kapasitesi yüksek örgütlerin çevresel değişimlere cevap verme ve uyum sağlama konusunda daha güçlü bir konumda olacağı yönündedir.

Bu kuramsal gerekçeler ve mevcut ampirik kanıtlar doğrultusunda araştırmanın temel hipotezi aşağıdaki şekilde oluşturulmuştur:

H₁: Dijitalleşme ile örgütsel dayanıklılık arasında pozitif yönlü bir ilişki vardır.

2. YÖNTEM

Bu araştırma, dijitalleşme ile örgütsel dayanıklılık arasındaki ilişkinin yönünü ve büyüklüğünü nicel olarak belirlemek amacıyla meta-analiz yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Meta-analiz, aynı araştırma problemini ele alan bağımsız ampirik çalışmaların istatistiksel olarak bütünleştirilmesine ve genel etki büyüklüğünün belirlenmesine olanak sağlayan sistematik bir araştırma yöntemidir (Glass, 1976; Borenstein vd., 2009). Araştırmanın yöntemsel çerçevesi, sistematik derleme ve meta-analiz çalışmalarına ilişkin PRISMA 2020 raporlama yaklaşımı dikkate alınarak yapılandırılmıştır (Page vd., 2021).

Araştırmanın veri kaynağını, dijitalleşme ile örgütsel dayanıklılık arasındaki ilişkiyi inceleyen nicel ampirik çalışmalar oluşturmaktadır. Şablon araştırmadaki tarama kapsamı bu çalışmaya uyarlanarak Web of Science Core Collection, Scopus, ScienceDirect, Emerald Insight, SpringerLink, Wiley Online Library ve Google Scholar veri kaynakları esas alınmıştır. Literatür taramasına yönelik anahtar kelime çerçevesi, dijitalleşme boyutunda “digital transformation”, “digitalization”, “digital maturity”, “digital capabilities” ve “digital strategy maturity”; örgütsel dayanıklılık boyutunda ise “organizational resilience”, “organisational resilience”, “business resilience”, “firm resilience” ve “resilience capability” terimlerinin farklı kombinasyonlarından oluşturulmuştur. Meta-analize dâhil edilecek çalışmaların seçiminde belirli ölçütler esas alınmıştır. İlk olarak, dijitalleşme ile örgütsel dayanıklılık arasındaki ilişkiyi nicel yöntemlerle inceleyen hakemli ampirik araştırmalar değerlendirmeye alınmıştır. İkinci olarak, dijitalleşmenin dijital dönüşüm, dijital olgunluk veya dijital yetenekler üzerinden ölçülmesi; örgütsel dayanıklılığın ise bütüncül olarak ya da sağlamlık, yedeklilik, çeviklik, uyum kapasitesi ve durumsal farkındalık gibi alt boyutlarla ele alınması şartı aranmıştır. Üçüncü olarak, iki değişken arasındaki doğrudan ilişkinin incelenmesi ve etki büyüklüğünün hesaplanmasına olanak sağlayan

korelasyon katsayısı veya eşdeğer istatistiksel bilgilerin raporlanması temel kabul ölçütü olarak belirlenmiştir. Yalnızca kavramsal veya kuramsal nitelikteki çalışmalar, sistematik derlemeler, meta-analizler, mükerrer yayınlar ve ilgili değişkenler arasındaki doğrudan ilişkiyi değerlendirmeyen araştırmalar kapsam dışında tutulmuştur.

Belirlenen ölçütler doğrultusunda araştırma kapsamına alınan beş bağımsız ampirik çalışmadan toplam 13 etki büyüklüğü elde edilmiştir. Çin, Güney Afrika, İspanya, Türkiye ve Malezya'da gerçekleştirilen bu çalışmaların örneklem büyüklükleri 76 ile 339 arasında değişmektedir. Çalışmalara ait yazar, yayın yılı, ülke, örneklem büyüklüğü, dijitalleşme ve örgütsel dayanıklılık göstergeleri ile etki büyüklükleri analiz kapsamında değerlendirilmiştir.

Meta-analizde etki büyüklüğü göstergesi olarak korelasyon katsayısı (r) kullanılmış ve katsayılar Fisher's z dönüşümüyle analiz edilmiştir. Aynı araştırmadan birden fazla etki büyüklüğü elde edilmesi nedeniyle istatistiksel bağımlılığı dikkate alan üç düzeyli rassal etkiler meta-analizi uygulanmıştır. Çalışmalar arasındaki heterojenlik Cochran'ın Q testi, I^2 ve varyans bileşenleri (τ^2) aracılığıyla değerlendirilmiştir. Bireysel ve genel etki büyüklükleri orman grafiği (Forest Plot) ile görselleştirilmiş, olası yayın yanlılığı huni grafiği (Funnel Plot) üzerinden incelenmiştir. Ayrıca genel etkinin tek bir araştırmaya bağımlılığını değerlendirmek amacıyla çalışma düzeyinde Leave-One-Out duyarlılık analizi gerçekleştirilmiştir. Bağımsız çalışma sayısının sınırlı olması nedeniyle moderatör analizleri uygulanmamıştır.

3. BULGULAR

Meta-analiz kapsamında beş bağımsız çalışmadan elde edilen toplam 13 etki büyüklüğü değerlendirilmiştir. Çalışmaların örneklem büyüklükleri 76 ile 339 arasında değişmekte olup analizler Çin, Güney Afrika, İspanya, Türkiye ve Malezya'da gerçekleştirilen araştırmaları kapsamaktadır. İncelenen çalışmalarda dijitalleşme kavramı dijital dönüşüm, dijital olgunluk ve dijital yetenekler üzerinden ele alınırken, örgütsel dayanıklılık hem bütüncül bir yapı hem de sağlamlık, yedeklilik, çeviklik, uyum kapasitesi ve durumsal farkındalık gibi farklı boyutlar üzerinden ölçülmüştür. Aynı araştırmadan elde edilen birden fazla etki büyüklüğü arasındaki bağımlılık üç düzeyli rassal etkiler modeliyle dikkate alınmıştır. Analize dâhil edilen bahse konu araştırmalara ilişkin özet bilgilerin sunulduğu Tablo 1 aşağıdaki gibidir.

Tablo 1. Meta-Analize dâhil edilen çalışmaların özellikleri

Çalışma	Ülke	N	Dijitalleşme Yapısı	Dayanıklılık Yapısı	Etki Sayısı
Zhang vd. (2021)	Çin	339	Dijital dönüşüm	Örgütsel dayanıklılık	1
Robertson vd. (2022)	Güney Afrika	76	Dijital olgunluk	Örgütsel dayanıklılık	3
Awad ve Martín-Rojas (2024)	İspanya	259	Dijital dönüşüm	Örgütsel dayanıklılık	1
Topal ve Türkyılmaz (2025)	Türkiye	226	Dijital dönüşüm uygulamaları	Örgütsel dayanıklılık	4
Taib vd. (2025)	Malezya	255	Dijital yetenekler	Dayanıklılık	4

3.1. Genel Etki Büyüklüğü

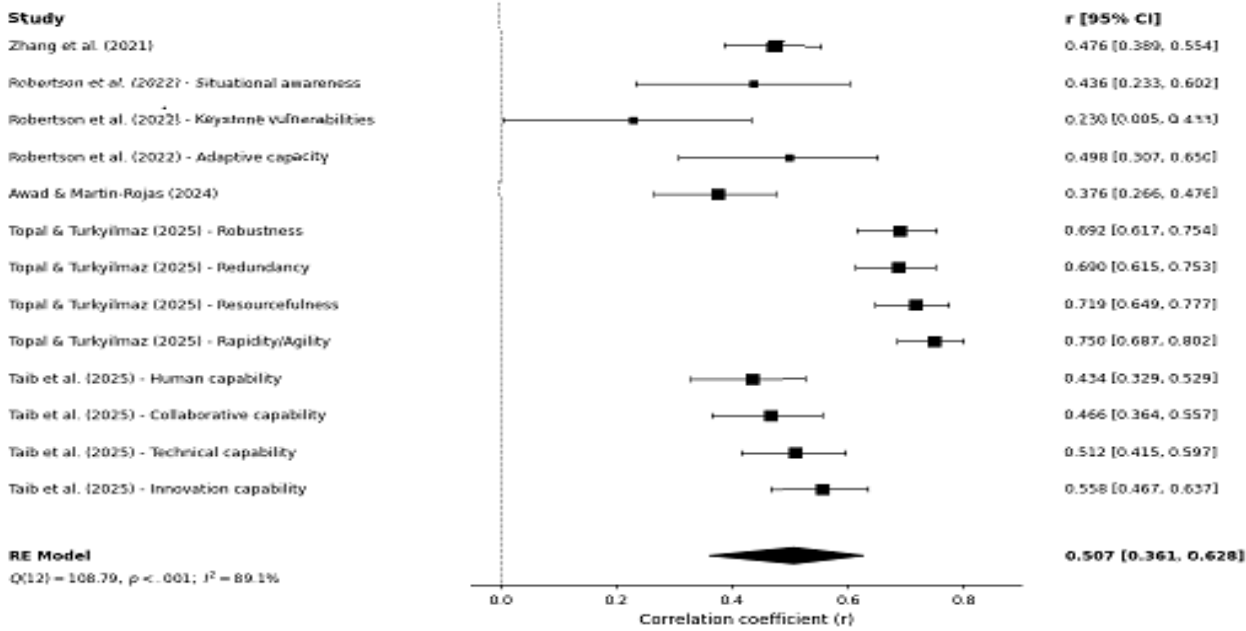
Dijitalleşme ile örgütsel dayanıklılık arasındaki genel ilişkinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen üç düzeyli rassal etkiler meta-analizinin sonuçları Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. Üç düzeyli rassal etkiler meta-analizi sonuçları

İstatistik	Değer
Bağımsız çalışma sayısı (<i>k</i>)	5
Etki büyüklüğü sayısı	13
Fisher's <i>z</i>	.558
Standart hata (SE)	.092
Birleştirilmiş korelasyon (<i>r</i>)	.507
%95 Güven Aralığı	[.361, .628]
<i>z</i> değeri	6.09
<i>p</i> değeri	< .001
Tahmin aralığı (<i>r</i>)	[.166, .739]

Tablo 2'de sunulan üç düzeyli rassal etkiler meta-analizi sonuçlarına göre, birleştirilmiş Fisher's *z* değeri .558 olarak hesaplanmıştır. Bu değer korelasyon katsayısına dönüştürüldüğünde, dijitalleşme ile örgütsel dayanıklılık arasında pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu belirlenmiştir ($r=.507$, %95 GA [.361, .628], $p<.001$). Elde edilen $r=.507$ değerinin yönü ve güven aralığının sıfırı içermemesi, dijitalleşme düzeyi arttıkça örgütsel dayanıklılığın da artma eğiliminde olduğunu göstermektedir. Buna göre araştırmada ileri sürülen H1 hipotezi desteklenmiştir. Ayrıca [.166, .739] olarak hesaplanan tahmin aralığının tamamının pozitif bölgede yer alması, incelenen çalışmalar arasındaki farklılıklara rağmen ilişkinin beklenen yönünün pozitif olduğunu göstermektedir.

Üç düzeyli rassal etkiler modeli sonucunda, dijitalleşme ile örgütsel dayanıklılık arasındaki birleştirilmiş etki büyüklüğü $r = .507$ (%95 GA [.361, .628]) olarak belirlenmiştir. Güven aralığının sıfırı içermemesi ve genel etkinin istatistiksel olarak anlamlı olması ($p < .001$), iki değişken arasında pozitif yönlü bir ilişki bulunduğunu göstermektedir. Analize dâhil edilen bireysel etki büyüklükleri, bunlara ait %95 güven aralıkları ve üç düzeyli rassal etkiler modelinden elde edilen genel etki büyüklüğü Şekil 1'de sunulmuştur.



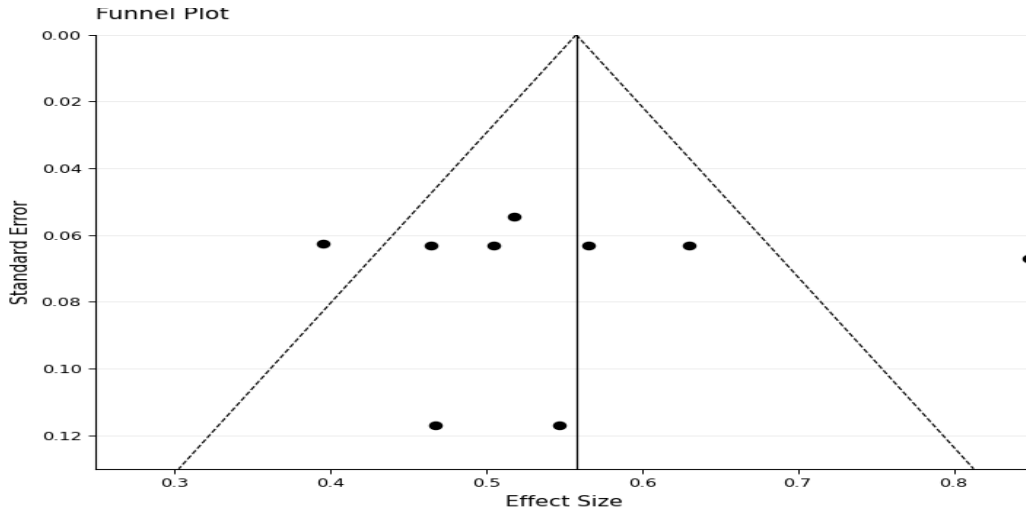
Şekil 1. Dijitalleşme ile örgütsel dayanıklılık arasındaki ilişkiye ait forest plot

Şekil 1 incelendiğinde, bireysel etki büyüklüklerinin tamamının pozitif yönde olduğu ve $r = .230$ ile $r = .750$ arasında değiştiği görülmektedir. Etki büyüklüklerinin çalışmalar ve aynı çalışma içerisinde ele alınan farklı boyutlar arasında değişkenlik göstermesine karşın, genel eğilim dijitalleşme düzeyi daha yüksek olan örgütlerde örgütsel dayanıklılığın da daha yüksek olduğunu göstermektedir. Üç düzeyli rassal etkiler modelinin genel etkisini temsil eden elmasın sıfır değerinin sağında yer alması ve %95 güven aralığının sıfırı kapsamaması, bu pozitif ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu görsel olarak da doğrulamaktadır. Buna göre dijitalleşme ile örgütsel dayanıklılık arasında pozitif yönlü bir ilişki bulunduğunu öngören H1 hipotezi desteklenmiştir.

Bununla birlikte, forest plotta bireysel etki büyüklükleri arasında gözlenen farklılıklar, ilişkinin büyüklüğünün çalışmalar arasında homojen olmayabileceğine işaret etmektedir. Bu nedenle etki büyüklükleri arasındaki değişkenliğin düzeyini ve kaynağını belirlemek amacıyla heterojenlik analizleri gerçekleştirilmiş ve sonuçlar izleyen bölümde değerlendirilmiştir.

3.2. Yayın Yanlılığı

Araştırmada elde edilen etki büyüklüklerinin dağılımını görsel olarak incelemek ve olası küçük çalışma etkilerine ilişkin genel bir değerlendirme yapmak amacıyla huni grafiğinden yararlanılmıştır. Huni grafiğinde, meta-analize dâhil edilen beş bağımsız çalışmadan elde edilen 13 etki büyüklüğünün Fisher's z değerleri standart hatalarına göre gösterilmiştir. Grafikte yer alan dikey çizgi birleştirilmiş etki büyüklüğünü, kesikli çizgiler ise bu değer etrafındaki %95 pseudo-güven sınırlarını temsil etmektedir. Etki büyüklüklerinin dağılımı Şekil 2'de sunulmuştur.



Şekil 2. Dijitalleşme ile örgütsel dayanıklılık arasındaki ilişkiye ait huni grafiği

Şekil 2 incelendiğinde, etki büyüklüklerinin birleştirilmiş etki etrafında tamamen simetrik bir dağılım göstermediği ve özellikle daha yüksek etki büyüklükleri yönünde bazı gözlemlerin bulunduğu görülmektedir. Bununla birlikte, bu görünümün doğrudan yayın yanlılığının kanıtı olarak değerlendirilmesi uygun değildir. Analizde 13 etki büyüklüğü bulunmasına karşın bunların yalnızca beş bağımsız çalışmadan elde edilmiş olması ve aynı çalışma içerisindeki bazı etki büyüklüklerinin birbirine bağımlı olması, huni grafiğinin yorumlanmasında önemli bir sınırlılık oluşturmaktadır. Ayrıca önceki analizlerde belirlenen yüksek çalışmalar arası heterojenlik, grafikte gözlenen asimetrinin yayın yanlılığının yanı sıra çalışmalar arasındaki örneklem, bağlam ve ölçüm farklılıklarından da kaynaklanabileceğini düşündürmektedir. Bu nedenle huni grafiği bu araştırmada yayın yanlılığına ilişkin kesin bir istatistiksel kanıt olarak değil, etki büyüklüklerinin dağılımını gösteren tamamlayıcı ve betimsel bir değerlendirme aracı olarak ele alınmıştır.

3.3. Heterojenlik Bulguları

Genel etki büyüklüğünün çalışmalar arasında ne ölçüde farklılaştığını değerlendirmek amacıyla heterojenlik analizleri gerçekleştirilmiştir. Cochran'ın Q testi anlamlı bulunmuş ($Q(12)=108.79$, $p<.001$) ve toplam

heterojenlik yaklaşık $I^2 = 89.1$ olarak hesaplanmıştır. Bu değer, gözlenen etki büyüklükleri arasındaki farklılığın önemli bir bölümünün yalnızca örnekleme hatasından kaynaklanmadığını göstermektedir.

Tablo 3. Heterojenlik analizi sonuçları

Heterojenlik Göstergesi	Değer
Cochran's Q	108.79
Serbestlik derecesi (df)	12
<i>p</i> değeri	< .001
Toplam I^2	%89.10
Düzye 2 τ^2	.0006
Düzye 3 τ^2	.0391
Düzye 2 I^2	%1.34
Düzye 3 I^2	%87.76

Üç düzeyli model heterojenliğin kaynakları açısından incelendiğinde, toplam değişkenliğin yaklaşık %1.34'ünün aynı çalışma içerisindeki etki büyüklükleri arasındaki farklılıklardan, %87.76'sının ise çalışmalar arasındaki farklılıklardan kaynaklandığı görülmüştür. Dolayısıyla heterojenliğin temel kaynağının çalışma içindeki farklı ölçümlerden ziyade bağımsız çalışmalar arasındaki farklılıklar olduğu belirlenmiştir.

3.4. Duyarlılık Analizi

Genel meta-analitik sonucun herhangi bir çalışmanın etkisi tarafından orantısız biçimde yönlendirilip yönlendirilmediğini değerlendirmek amacıyla çalışma düzeyinde leave-one-out duyarlılık analizi gerçekleştirilmiştir. Her analizde bir çalışma ve o çalışmaya ait tüm bağımlı etki büyüklükleri modelden çıkarılarak genel etki yeniden hesaplanmıştır.

Tablo 4. Leave-One-Out duyarlılık analizi

Analizden Çıkarılan Çalışma	Birleştirilmiş <i>r</i>	%95 Güven Aralığı
Zhang vd. (2021)	.513	[.325, .662]
Robertson vd. (2022)	.531	[.362, .666]
Awad ve Martín-Rojas (2024)	.535	[.371, .666]
Topal ve Türkyılmaz (2025)	.450	[.388, .507]
Taib vd. (2025)	.508	[.317, .660]
Tüm çalışmalar	.507	[.361, .628]

Duyarlılık analizi sonucunda birleştirilmiş korelasyon katsayısının .450 ile .535 arasında değiştiği ve tüm modellerde güven aralıklarının sıfırın üzerinde kaldığı belirlenmiştir. En belirgin değişim Topal ve Türkyılmaz (2025) çalışmasının modelden çıkarılması sonucunda gözlenmiş ve genel etki $r = .450$ düzeyine gerilemiştir.

Buna rağmen ilişkinin yönü ve istatistiksel anlamlılığı değişmemiştir. Dolayısıyla dijitalleşme ile örgütsel dayanıklılık arasındaki pozitif ilişkinin tek bir çalışmanın sonuçlarına bağlı olmadığı görülmüştür.

Bütünsel olarak değerlendirildiğinde bulgular, dijitalleşme ile örgütsel dayanıklılık arasında istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif bir ilişki bulunduğunu ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, yüksek düzeydeki çalışmalar arası heterojenlik, ilişkinin büyüklüğünün araştırma ve örgütsel bağlamlara göre önemli ölçüde değişebildiğini göstermektedir. Bağımsız çalışma sayısının sınırlı olması nedeniyle moderatör analizleri bu aşamada gerçekleştirilmemiştir.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu araştırmada dijitalleşme ile örgütsel dayanıklılık arasındaki ilişkiye yönelik farklı örgütsel bağlamlarda elde edilen ampirik bulgular meta-analitik bir çerçevede bütünleştirilmiştir. Dijital dönüşüm, dijital olgunluk ve dijital yetenekler gibi farklı kavramsallaştırmalar altında incelenen dijitalleşmenin örgütsel dayanıklılıkla ilişkisi, aynı araştırmadan elde edilen birden fazla etki büyüklüğü arasındaki bağımlılığı dikkate alan üç düzeyli rassal etkiler modeli kullanılarak değerlendirilmiştir. Böylece literatürde farklı örneklem, ölçüm ve bağlamlar üzerinden raporlanan sonuçların ortak yönünün belirlenmesi ve çalışmalar arasındaki farklılığın nicel olarak ortaya konulması amaçlanmıştır. Elde edilen bulgular, dijitalleşmenin örgütsel dayanıklılıkla anlamlı biçimde ilişkili olduğunu ortaya koymakla birlikte, bu ilişkinin büyüklüğünün örgütsel ve bağlamsal koşullara göre önemli ölçüde farklılaşabileceğine de işaret etmektedir.

Araştırmanın temel bulgusu, dijitalleşme ile örgütsel dayanıklılık arasında pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmasıdır. Üç düzeyli rassal etkiler modeli sonucunda elde edilen $r=.507$ düzeyindeki birleştirilmiş etki büyüklüğü (%95 GA [.361, .628]), iki yapı arasındaki ilişkinin kayda değer düzeyde olduğunu göstermektedir. Bu sonuç doğrultusunda araştırmanın dijitalleşme ile örgütsel dayanıklılık arasında pozitif bir ilişki bulunduğunu öngören H1 hipotezi desteklenmiştir. Bulgular, dijitalleşmenin örgütler açısından yalnızca süreçlerin otomasyonu veya operasyonel verimliliğin artırılmasıyla ilişkili bir teknolojik dönüşüm olmadığını; aynı zamanda örgütlerin değişen çevresel koşulları algılama, bilgiye erişme, koordinasyon sağlama ve değişime uyum gösterme kapasiteleriyle yakından ilişkili stratejik bir unsur olduğunu düşündürmektedir.

Elde edilen bulgular bütünsel olarak değerlendirildiğinde, alan yazındaki ampirik araştırmaların önemli bir bölümüyle uyumlu olduğu görülmektedir. Zira Zhang vd. (2021), dijital dönüşüm ile örgütsel dayanıklılık arasında pozitif bir ilişki belirlemiş ve dijital dönüşümün örgütlerin belirsizliklere cevap verebilmesini destekleyen önemli bir unsur olduğunu göstermiştir. Benzer biçimde Awad ve Martín-Rojas (2024), dijital dönüşümün örgütsel öğrenme ve yenilik aracılığıyla örgütsel dayanıklılığın geliştirilmesine katkıda

bulunduğunu ortaya koymuştur. Forliano vd. (2023) ise COVID-19 krizini merkeze alan araştırmalarında dijital strateji olgunluğunun teknolojik yönelim ile örgütsel dayanıklılık arasındaki ilişkide önemli bir mekanizma olduğunu belirlemiştir. Li vd. (2025) tarafından iki zamanlı veriler kullanılarak gerçekleştirilen araştırmada da dijital dönüşümün örgütsel dayanıklılığın geliştirilmesi ve kriz dönemlerinde harekete geçirilmesi açısından önem taşıdığı gösterilmiştir. Dolayısıyla mevcut meta-analizin ulaştığı genel sonuç, farklı ülkeler ve örgütsel bağlamlarda gerçekleştirilen araştırmalarda gözlenen pozitif ilişkileri ortak bir nicel çerçevede desteklemektedir.

Bu bulgu aynı zamanda araştırmanın kuramsal temelini oluşturan Dinamik Yetenekler Teorisi açısından anlamlıdır. Teece vd. (1997) ve Teece (2007) tarafından geliştirilen yaklaşım, örgütlerin değişken çevrelerde varlıklarını sürdürebilmelerini çevresel değişimleri algılama, ortaya çıkan fırsat ve tehditlere cevap verme ve kaynaklarını yeniden yapılandırma yetenekleriyle açıklamaktadır. Dijital teknolojilerin hızlı bilgi üretme ve işleme, örgüt içi ve örgütler arası bağlantıları güçlendirme ve karar süreçlerini destekleme kapasitesi düşünüldüğünde, dijitalleşmenin söz konusu dinamik yeteneklerin geliştirilmesiyle ilişkili olması beklenmektedir. Warner ve Wäger (2019) de dijital dönüşümün örgütsel kaynakların sürekli biçimde yeniden yapılandırılmasını gerektiren bir stratejik yenilenme süreci olduğunu vurgulamaktadır. Bu bakımdan araştırmanın bulguları, dijitalleşmenin sağladığı teknolojik olanakların örgütlerin çevresel değişimlere cevap verebilme kapasitesiyle ilişkili olduğunu ortaya koyarak dinamik yetenekler yaklaşımının öngörülerıyla örtüşmektedir.

Bu ilişkinin örgütsel dayanıklılığın süreç temelli yapısıyla da açıklanması mümkündür. Duchek'in (2020) yaklaşımında dayanıklılık, öngörme, başa çıkma ve uyum sağlama süreçlerini kapsayan dinamik bir örgütsel yetenek olarak değerlendirilmektedir. Dijital sistemler aracılığıyla çevreden daha hızlı bilgi elde edilmesi potansiyel tehditlerin erken fark edilmesini; dijital iletişim ve koordinasyon olanakları beklenmedik olaylara daha hızlı cevap verilmesini; süreçlerin dijital olarak yeniden düzenlenebilmesi ise yeni koşullara uyum sağlanmasını kolaylaştırabilir. Dolayısıyla dijitalleşme ve örgütsel dayanıklılık arasındaki pozitif ilişki, teknolojinin varlığından çok dijital kaynakların örgütün algılama, karar verme, öğrenme ve yeniden yapılandırma yetenekleriyle bütünleşmesi üzerinden değerlendirilmelidir.

Araştırmanın dikkat çekici bir diğer bulgusu, etki büyüklükleri arasında yüksek düzeyde heterojenlik bulunmasıdır. Toplam heterojenliğin yaklaşık %89 olması, dijitalleşme ile örgütsel dayanıklılık arasındaki ilişkinin büyüklüğünün çalışmalar arasında önemli ölçüde değiştiğini göstermektedir. Üç düzeyli modelde heterojenliğin büyük bölümünün çalışmalar arası düzeyde ortaya çıkması da bu farklılığın aynı araştırmada

kullanılan dayanıklılık boyutlarından çok çalışmaların gerçekleştirildiği örgütsel ve bağlamsal özelliklerle ilişkili olabileceğini düşündürmektedir. İncelenen araştırmaların farklı ülkelerde, sektörlerde ve işletme büyüklüklerinde gerçekleştirilmesi; dijitalleşmenin dijital dönüşüm, dijital olgunluk veya dijital yetenekler biçiminde farklı şekillerde operasyonelleştirilmesi ve dayanıklılığın farklı boyutlarla ölçülmesi bu değişkenliğin muhtemel kaynakları arasında değerlendirilebilir.

Nitekim alan yazında dijitalleşmenin bütün örgütlerde ve bütün koşullarda aynı sonucu doğurmadığını gösteren bulgular bulunmaktadır. Dijital teknolojiler bir yandan bilgi işleme, esneklik ve koordinasyon kapasitesini artırırken diğer yandan yüksek dönüşüm maliyetleri, teknolojik bağımlılık, sistem karmaşıklığı ve yeni örgütsel kırılganlıklar yaratabilmektedir. Chi vd. (2025), dijital dönüşümün örgütsel dayanıklılığın farklı bileşenleri üzerinde birbirinden farklı sonuçlar doğurabileceğini göstererek bu ilişkinin koşulsuz biçimde pozitif kabul edilmemesi gerektiğine dikkat çekmektedir. Benzer şekilde dijital kaynakların bulunması, bu kaynakların otomatik olarak örgütsel yeteneklere dönüşeceği anlamına gelmemektedir. Bu nedenle mevcut araştırmada belirlenen yüksek heterojenlik, dijitalleşmenin örgütsel dayanıklılık açısından taşıdığı değerin teknolojilerin yalnızca benimsenmesinden değil, örgütsel süreçlere nasıl entegre edildiğinden ve hangi koşullar altında kullanıldığından etkilenebileceğini göstermesi açısından önemlidir.

Duyarlılık analizleri ise genel bulgunun sağlamlığına ilişkin destekleyici kanıt sağlamıştır. Çalışmaların sırayla analiz dışında bırakıldığı leave-one-out analizinde birleştirilmiş etki büyüklüğü $r=.450$ ile $r=.535$ arasında değişmiş ve bütün modellerde ilişkinin yönü pozitif kalmıştır. Özellikle daha yüksek etki büyüklüklerinin raporlandığı Topal ve Türkyılmaz (2025) çalışmasının analizden çıkarılması genel etkiyi azaltmış olmakla birlikte, ilişkinin temel yönünü değiştirmemiştir. Bu sonuç, elde edilen genel etkinin yalnızca tek bir araştırmanın güçlü sonuçlarından kaynaklanmadığını ve mevcut çalışma havuzu içerisinde belirli bir düzeyde kararlılık gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Araştırmanın bulguları uygulama açısından da bazı önemli çıkarımlar sunmaktadır. Dijitalleşme yatırımlarının örgütsel dayanıklılık açısından değeri, yalnızca yeni teknolojilerin edinilmesiyle değerlendirilmemelidir. Örgütlerin dijital yatırımlarını çevresel değişimleri izleyebilecekleri, bilgiyi hızlı biçimde paylaşabilecekleri, karar süreçlerini destekleyebilecekleri ve gerektiğinde kaynaklarını yeniden yapılandırabilecekleri örgütsel yeteneklerle bütünleştirmeleri önem taşımaktadır. Bu açıdan yöneticilerin dijital dönüşümü yalnızca bilgi teknolojileri birimlerinin sorumluluğundaki teknik bir proje olarak değil, örgütün öğrenme, uyum ve yeniden yapılanma kapasitesini destekleyen stratejik bir dönüşüm süreci olarak ele almaları gerekmektedir. Özellikle

yüksek belirsizlik ve kriz koşullarında dijital altyapının örgütsel esneklik, bilgi paylaşımı ve hızlı karar alma mekanizmalarıyla bütünleştirilmesi dayanıklılık açısından daha kritik hâle gelebilir.

KAYNAKLAR

Awad, J. A., & Martín-Rojas, R. (2024). Digital transformation influence on organisational resilience through organisational learning and innovation. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 13(1), 69.

Chi, M., Li, W., Li, Y. J., Zhou, M., & Huang, R. (2025). Unraveling the paradoxical effects of digital transformation on organizational resilience: the role of customer and supplier concentrations. *Journal of Business Research*, 191, 115268.

Duchek, S. (2020). Organizational resilience: a capability-based conceptualization. *Business research*, 13(1), 215-246.

Eurostat. (2026). Digitalisation in Europe - 2026 edition. European Commission. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/interactive-publications/digitalisation-2026>

Forliano, C., Orlandi, L. B., Zardini, A., & Rossignoli, C. (2023). Technological orientation and organizational resilience to Covid-19: The mediating role of strategy's digital maturity. *Technological Forecasting and Social Change*, 188, 122288.

Köksoy, E., & Oktaysoy, O. (2025). Dijital liderliğin dijital örgütsel dönüşüm sürecine etkisi: Örgütsel çevikliğin aracı rolü. *Uluslararası Ekonomi İşletme ve Politika Dergisi*, 9(2), 799-817.

Li, G., Du, K., Liu, L., & Su, F. (2025). Digital transformation and organizational resilience: Unveiling the path to sustainable performance in adversity and crisis. *International Journal of Information Management*, 84, 102934.

Lin, Q. (2025). A meta-analytic investigation of digital transformation: Antecedents, consequences, and contingencies. *Journal of Business Research*, 200, 115643.

OECD. (2024). OECD Digital Economy Outlook 2024 (Volume 1): Embracing the technology frontier. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/a1689dc5-en>.

Oktaysoy, O. (2025). Dijital Liderlik ve Performans Arasındaki İlişki Üzerine Bir Meta-Analiz Çalışması. *Trends in Business and Economics*, 39(4), 453-464.

Robertson, J., Botha, E., Walker, B., Wordsworth, R., & Balzarova, M. (2022). Fortune favours the digitally mature: the impact of digital maturity on the organisational resilience of SME retailers during COVID-19. *International Journal of Retail & Distribution Management*, 50(8-9), 1182-1204.

Taib, A., Awang, Y., Said, J., & Akhir, N. E. F. M. (2025). Unlocking the role of digital capabilities in the resilience of Malaysian small and medium practices (SMPs). *Information Management and Business Review*, 17(1), 171-183.

Teece, D. J. (2007). Explicating dynamic capabilities: the nature and microfoundations of (sustainable) enterprise performance. *Strategic Management Journal*, 28(13), 1319-1350.

Teece, D. J., Pisano, G., & Shuen, A. (1997). Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management Journal*, 18(7), 509-533.

Topal, F., & Türkyılmaz, G. S. (2025). Dijital dönüşüm uygulamalarının örgütlerin dayanıklılığı üzerindeki etkisi. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, (49), 227-246.

Vial, G. (2019). Understanding digital transformation: A review and a research agenda. *The Journal of Strategic Information Systems*, 28(2), 118-144.

Warner, K. S. R., & Wäger, M. (2019). Building dynamic capabilities for digital transformation: An ongoing process of strategic renewal. *Long Range Planning*, 52(3), 326-349.

Zhang, J., Long, J., & Von Schaewen, A. M. E. (2021). How does digital transformation improve organizational resilience?-findings from PLS-SEM and fsQCA. *Sustainability*, 13(20), 11487.

CARBON PERFORMANCE AND TRADE CREDIT FINANCING: EVIDENCE FROM BORSA ISTANBUL

Res. Asst. Dr. Muhammet KOCAMAN¹/ Res. Asst. Dr. Nagihan AKTAŞ²

¹Gebze Technical University, Department of Business Administration, mkocaman@gtu.edu.tr, ORCID:
0000-0003-3377-1269

² Gebze Technical University, Department of Business Administration, naktas@gtu.edu.tr, ORCID:
0000-0002-4810-2351

Abstract

As corporate sustainability becomes increasingly important in financing decisions, examining the relationship between firms' environmental performance and financing sources has gained significance. While the existing literature has predominantly examined the relationship between sustainability and trade credit financing through environmental, social, and governance (ESG) and corporate social responsibility (CSR) indicators, empirical evidence on the relationship between firms' realised carbon performance and trade credit financing remains limited. This study investigates the relationship between carbon performance and trade credit financing among non-financial firms listed on Borsa Istanbul. The study uses an unbalanced panel data set of 428 observations of firms for a period of 2018-2024. Trade credit financing is measured by the accounts payable to purchases ratio, and carbon performance is calculated via a standardised indicator derived from the negative logarithmic transformation of revenue scaled carbon emission intensity. The analysis uses pooled ordinary least squares (OLS) models with year and sector fixed effects, and standard errors are calculated using the Driscoll-Kraay method. The results suggest that carbon performance is positively associated with trade credit financing. In particular, a standard deviation increase in carbon performance is associated with an increase of about 2.2 percentage points in trade credit financing. This increase is approximately 8.6% of the sample mean of trade credit financing. Findings are supported by robustness analyses using alternative measures of variables, different model specifications, and different sample periods. The findings imply a link between companies' carbon performance and financing based on suppliers. This study contributes to the trade credit and corporate sustainability literature by examining the link between environmental performance and interfirm finance using empirical evidence from Turkey. More specifically, this research concentrates on realised carbon performance.

Keywords: Carbon Performance, trade credit financing, carbon intensity, Borsa Istanbul, corporate sustainability

KARBON PERFORMANSI VE TİCARİ KREDİ FİNANSMANI: BORSA İSTANBUL'DAN KANITLAR

Özet

Kurumsal sürdürülebilirliğin finansman kararlarında giderek daha önemli hale gelmesiyle birlikte, firmaların çevresel performansları ile finansman kaynakları arasındaki ilişkinin incelenmesi önem kazanmıştır. Mevcut literatürde sürdürülebilirlik ile ticari kredi finansmanı arasındaki ilişki ağırlıklı olarak çevresel, sosyal ve kurumsal yönetim (ESG) ve kurumsal sosyal sorumluluk (CSR) göstergeleri üzerinden incelenmiş olsa da firmaların gerçekleştiren karbon performansları ile ticari kredi finansmanı arasındaki ilişkiye yönelik ampirik kanıtlar sınırlı kalmaktadır. Bu çalışma, Borsa İstanbul'da işlem gören finans dışı firmaların karbon performansları ile ticari kredi finansmanı arasındaki ilişkiyi araştırmaktadır. Çalışmada, 2018-2024 dönemini kapsayan 428 firma-yıl gözleminden oluşan dengesiz bir panel veri seti kullanılmıştır. Ticari kredi finansmanı, ticari borçların satın almaları oranıyla ölçülürken karbon performansı, gelire oranlanmış karbon emisyon yoğunluğunun negatif logaritmik dönüşümünden türetilen standartlaştırılmış bir gösterge aracılığıyla hesaplanmıştır. Analizlerde yıl ve sektör sabit etkilerini içeren havuzlanmış en küçük kareler (OLS) modelleri kullanılmış ve standart hatalar Driscoll-Kraay yöntemiyle hesaplanmıştır. Sonuçlar, karbon performansının ticari kredi finansmanı ile pozitif yönde ilişkili olduğunu göstermektedir. Özellikle, karbon performansındaki bir standart sapmalı artış, ticari kredi finansmanında yaklaşık 2,2 yüzde puanlık bir artışla ilişkilidir. Bu artış, ticari kredi finansmanının örneklem ortalamasının yaklaşık %8,6'sına karşılık gelmektedir. Bulgular, değişkenlerin alternatif ölçümleri, farklı model spesifikasyonları ve farklı örneklem dönemleri kullanılarak gerçekleştirilen sağlamlık analizleriyle desteklenmektedir. Bulgular, firmaların karbon performansları ile tedarikçi temelli finansman arasında bir bağlantı olduğunu göstermektedir. Bu çalışma, Türkiye'den elde edilen ampirik kanıtları kullanarak çevresel performans ile firmalar arası finansman arasındaki ilişkiyi incelemek suretiyle ticari kredi ve kurumsal sürdürülebilirlik literatürüne katkıda bulunmaktadır. Daha spesifik olarak, bu araştırma gerçekleşen karbon performansına odaklanmaktadır.

Anahtar kelimeler: Karbon performansı, ticari kredi finansmanı, karbon yoğunluğu, Borsa İstanbul, kurumsal sürdürülebilirlik

1. INTRODUCTION

Firms' financing conditions depend on climate change and greenhouse gas emissions, not just on their environmental performance. The relationship between carbon-intensive activities and regulatory pressure, transition risk, reputational damage, and financing costs means that carbon performance is increasingly being considered in the financial assessment of investors and creditors. Prior studies have shown that carbon emissions are related to the firm value, cost of capital, and risk perceptions (Matsumura et al., 2014; Bolton & Kacperczyk, 2021), and that better carbon performance may be related to better borrowing conditions (Al Rabab'a et al., 2023).

Trade credit, one of firms' important sources of short-term financing, is based on suppliers allowing buyers to defer payment. Suppliers' ongoing commercial relationships with their customers may facilitate access to information about buyers' payment capacity and risks (Smith, 1987; Petersen & Rajan, 1997; Cuñat, 2007). Therefore, trade credit use may reflect not only the firm's financing needs but also the supplier's assessment of the buyer's risk.

In this respect the literature on sustainability and trade credit has mainly focused on environmental, social, and governance (ESG) and corporate social responsibility (CSR) indicators. Some studies report a positive relationship between stronger ESG and CSR performance and the use of trade credit (Xu et al., 2020; Tian & Tian, 2022; Luo et al., 2023; Lian et al., 2025), while others demonstrate a negative relationship (Xin et al., 2024) or nonlinear patterns (Chen et al., 2026). Differently, carbon performance is a more direct environmental performance indicator than general ESG and CSR indicators, as it reflects actual emissions relative to the magnitude of activity (Hoffmann & Busch, 2008; Busch & Hoffmann, 2011). Therefore, the relationship between carbon performance and trade credit financing should be studied separately.

Turkey is a meaningful context to study this relationship because it ratified the Paris Agreement in 2021, has extensive trade with the European Union, and the Carbon Border Adjustment Mechanism will be in its final regime by 1 January 2026 (United Nations, 2021; European Commission, 2026). Studies on ESG practices and carbon emissions regarding firm performance have been carried out on Borsa Istanbul (Sakin & Kefe, 2024; Özşahin Koç & Deran, 2024; İlkdoğan & Sakarya, 2025). However, there is still limited evidence of the link between carbon performance and trade credit financing in Türkiye.

This study examines the relationship between carbon performance and trade credit financing among non-financial firms listed on Borsa Istanbul over the 2018–2024 period. The main sample consists of 428 firm-year observations from 100 firms. Trade credit financing is measured as accounts payable to purchases, and carbon

performance is measured as a performance indicator based on revenue scaled carbon emissions intensity. Pooled OLS models with year and sector effects are estimated using Driscoll–Kraay standard errors. The results suggest that a one-standard-deviation increase in carbon performance is associated with an increase in trade credit financing of about 2.2 percentage points, or about 8.6% of the sample mean. The relationship is positive and is robust to alternative measures, samples, and model specifications.

The study makes two contributions to the existing literature. First, it adds to the literature on general sustainability indicators and trade credit by applying a more focused measure of environmental performance based on realized carbon performance. Second, it supplements the literature on financial implications of carbon performance in Türkiye with the dimension of supplier-provided financing.

2. LITERATURE REVIEW AND HYPOTHESIS DEVELOPMENT

Trade credit is a short-term source of financing provided by suppliers by allowing buyers to defer payment for goods and services. The trade credit literature explains suppliers' role in providing financing through information and commercial relationship advantages. Through direct and ongoing relationships with their customers, suppliers have an informational advantage regarding buyers' payment capacity and operations; their ability to suspend the supply of goods and the economic benefits from continuing the business relationship also affect financing decisions (Smith, 1987; Petersen & Rajan, 1997; Cuñat, 2007). Suppliers' private information can alleviate credit constraints (Biais & Gollier, 1997), while the in-kind nature of trade credit limits the diversion of funds to other purposes (Burkart & Ellingsen, 2004). Accordingly, the level of trade credit reflects not only the buyer's financing needs but also the supplier's information and risk assessment of the buyer.

Carbon performance is an outcome-based environmental performance indicator that evaluates a firm's greenhouse gas emissions relative to the scale of its operations (Hoffmann & Busch, 2008). In this respect, it differs from carbon management policies and broader ESG indicators by providing information on the firm's realized emissions performance (Busch & Hoffmann, 2011).

The first mechanism that may explain the positive relationship between carbon performance and trade credit financing is a reduction in information asymmetry. According to signaling theory, strong environmental performance serves as a positive signal that the firm manages its environmental risks effectively. Transparency in carbon and environmental performance reduces information asymmetry between buyer and supplier and allows the firm to be perceived as a more reliable trading partner (Li et al., 2025; Luo et al., 2023; Safiullah & Nguyen, 2024). Suppliers can provide more trade credit to the firm when information asymmetry is lower and trust is higher (Lian et al., 2025; Li et al., 2025; Luo et al., 2023).

A second possible mechanism concerns the risk to the firm and the continuity of the business relationship. Increased carbon emissions have been linked with higher default risk (Kabir et al., 2021), and carbon risk can result in increased borrowing costs (Owolabi et al., 2024). The results show that a better carbon performance is associated with a lower perceived risk from the suppliers' perspective. Lower operating and collection risk may also incentivize suppliers to provide more trade credit to the firm (Li et al., 2025; Lian et al., 2025; Luo et al., 2023).

Taken together, these arguments suggest that stronger carbon performance is expected to positively affect suppliers' financing decisions by reducing information asymmetry and firm risk. Accordingly, the study proposes the following hypothesis:

H1: There is a positive relationship between carbon performance and trade credit financing.

3. METHODOLOGY

3.1. Data and Sample

The financial and environmental data used in the study were obtained from the LSEG database. The sample consists of firms listed on Borsa Istanbul and excludes financial institutions because of differences in their balance sheet structures and regulatory characteristics. The main analysis period is selected as 2018-2024 because of the less availability of carbon data before 2018, and the period of 2009-2024 is separately analyzed in the robustness analysis. The final sample is an unbalanced panel of 428 firm-year observations from 100 firms based on observations for which the required data on carbon performance, trade credit financing, and control variables are jointly available. Continuous variables are winsorized at the 1st and 99th percentiles to reduce the effect of outliers. For sector classification we use the LSEG TRBC Economic Sector classification.

3.2. Variables

The dependent variable is trade credit financing and, consistent with the literature, is measured as accounts payable divided by purchases (Astvansh & Jindal, 2022; Murfin & Njoroge, 2015). Purchases are calculated as cost of revenue plus ending inventory minus beginning inventory.

Carbon performance is measured using carbon intensity based on LSEG's revenue-scaled total CO₂ equivalent emissions intensity variable (Hoffmann & Busch, 2008; Haque & Ntim, 2022). Because higher carbon intensity indicates lower performance, the variable was transformed as *Carbon Performance* = $-\ln(1 + \text{Carbon Intensity})$ and standardized (Mansour et al., 2026).

The control variables are firm size, return on assets (ROA), leverage, cash holdings, tangibility, sales growth, and Tobin's Q. The definitions and calculation methods of the variables are presented in Table 1.

Table 1. Variable definitions

Variable	Measurement
Trade Credit Financing (Main)	Accounts Payable / Purchases
Purchases	Cost of Revenue + Ending Inventory - Beginning Inventory
Alternative Trade Credit Financing 1	Accounts Payable / Cost of Revenue
Alternative Trade Credit Financing 2	Accounts Payable / Total Assets
Carbon Performance	$-\ln(1 + \text{revenue-scaled carbon emissions intensity})$; winsorized at 1%/99% and standardized
Asset-scaled Carbon Performance	$-\ln[1 + ((\text{Scope 1} + \text{Scope 2}) / \text{Total Assets} \times 1,000,000)]$
Industry-year-adjusted Carbon Performance	$-\ln(1 + \text{Carbon Intensity}) - \text{sector-year mean } \ln(1 + \text{Carbon Intensity})$
Firm Size	$\ln(\text{Total Assets})$
ROA	Net Income After Taxes / Total Assets
Leverage	Total Debt / Total Assets
Cash Holdings	Cash and Short-Term Investments / Total Assets
Tangibility	Net PPE / Total Assets
Sales Growth	$(\text{Revenue}_t - \text{Revenue}_{t-1}) / \text{Revenue}_{t-1} $
Tobin's Q	$(\text{Market Capitalization} + \text{Total Debt}) / \text{Total Assets}$
ESG Score	LSEG ESG Score (0-100); used only as an additional control.

3.3. Model

The relationship between carbon performance and trade credit financing is estimated using the following model:

$$\text{Trade Credit Financing}_{i,t} = \alpha + \beta \text{Carbon Performance}_{i,t} + \gamma X_{i,t} + \delta_t + \lambda_s + \varepsilon_{i,t}$$

Here, $\text{Trade Credit Financing}_{i,t}$ denotes trade credit financing for firm i in year t , while $\text{Carbon Performance}_{i,t}$ denotes carbon performance. $\gamma X_{i,t}$ represents the vector of control variables comprising firm size, ROA, leverage, cash holdings, tangibility, sales growth, and Tobin's Q. δ_t controls for year effects, while λ_s controls for systematic differences across sectors. The coefficient β measures the relationship between carbon performance and trade credit financing, while $\varepsilon_{i,t}$ denotes the error term. The models are estimated using pooled OLS. Driscoll-Kraay standard errors provide inference robust to potential cross-sectional dependence from common shocks across firms, heteroskedasticity, and serial correlation in the error terms (Driscoll & Kraay, 1998; Hoechle, 2007).

4. EMPIRICAL RESULTS

4.1. Descriptive Statistics And Correlations

Table 2A presents descriptive statistics for the variables used in the study. The mean of trade credit financing is 0.2545, and the median is 0.2133. Because the carbon performance variable is standardized, its mean is 0 and its standard deviation is 1. The control variables indicate that firms in the sample are profitable on average, finance

approximately 27% of their assets with debt, and hold approximately 13% of their assets in cash and short-term investments. In addition, property, plant, and equipment account for approximately 34% of total assets, while the average Tobin's Q is approximately 0.99.

Table 2B shows the correlations among variables. There is a positive correlation between carbon performance and trade credit financing ($r = 0.178$). The low correlation coefficients overall of the independent variables mean that there is no high pairwise correlation.

Table 2A. Descriptive statistics

Variable	N	Mean	Std. Dev.	Median	Min	Max
Trade Credit Financing	428	0.2545	0.1928	0.2133	0.0295	1.9447
Carbon Performance	428	0.00	1.00	0.1806	-2.3592	2.0381
Firm Size	428	21.109	1.3008	21.0657	17.5415	24.404
ROA	428	0.0624	0.0766	0.0591	-0.1935	0.2960
Leverage	428	0.2744	0.1623	0.2605	0.0002	0.6929
Cash Holdings	428	0.1294	0.0989	0.1133	0.0007	0.6673
Tangibility	428	0.3403	0.2056	0.3326	0.0001	0.9183
Sales Growth	428	0.3483	0.8836	0.0085	-0.6318	4.4464
Tobin's Q	428	0.9876	0.6352	0.8134	0.2548	4.6277

Table 2B. Correlation matrix

Variable	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
(1) Trade Credit Financing	1.00								
(2) Carbon Performance	0.178	1.00							
(3) Firm Size	-0.197	-0.169	1.00						
(4) ROA	-0.106	0.048	-0.004	1.00					
(5) Leverage	-0.103	-0.161	0.201	-0.266	1.00				
(6) Cash Holdings	-0.052	0.026	0.05	0.276	-0.038	1.00			
(7) Tangibility	-0.115	-0.373	0.066	-0.235	0.247	-0.361	1.00		
(8) Sales Growth	-0.09	0.14	-0.019	0.261	-0.113	0.005	-0.025	1.00	
(9) Tobin's Q	-0.045	0.143	-0.342	0.245	0.007	0.271	-0.127	0.072	1.00

4.2. Main Regression Results

Table 3 shows the main regression results of the relationship between carbon performance and trade credit financing. In Model (1) the coefficient on carbon performance is estimated at 0.0343, at 0.0300 in Model (2), controlling for year and sector effects, and at 0.0220 in the baseline Model (3), adding firm-level control variables. In all three models, the coefficient is positive and statistically significant at the 1% level. This result indicates that the positive association between carbon performance and trade credit finance is robust to controlling for year and sector effects and observed characteristics of firms.

Given the standardization of carbon performance, the coefficient in the baseline model can also be interpreted in terms of economic magnitude. One standard deviation increase in carbon performance is linked to an

approximate 2.2 percentage point increase in trade credit financing. This represents roughly 8.6% of the average level of trade credit financing in the sample. The results are consistent with the studies that found the positive association between sustainability and environmental performance and the use of trade credit (Xu et al., 2020; Tian & Tian, 2022; Luo et al., 2023; Li et al., 2025; Lian et al., 2025). Among control variables, firm size, ROA, leverage, and Tobin's Q are negative and statistically significant, while cash holdings, tangibility, and sales growth are not significant. The explanatory power of the baseline model is $R^2=0.2288$.

Table 3. Carbon performance and trade credit financing

Variables	Model (1)	Model (2)	Model (3)
Carbon Performance	0.0343*** (0.0093)	0.0300*** (0.0032)	0.0220*** (0.0052)
Firm Size			-0.0232*** (0.0052)
ROA			-0.4073*** (0.0837)
Leverage			-0.1332*** (0.0314)
Cash Holdings			-0.1069 (0.0972)
Tangibility			-0.0202 (0.0613)
Sales Growth			0.0105 (0.0135)
Tobin's Q			-0.0324*** (0.0081)
Year Effects	No	Yes	Yes
Sector Effects	No	Yes	Yes
Observations	428	428	428
Firms	100	100	100
R-squared	0.0317	0.1619	0.2288

Notes: Model (3) is the baseline specification. Driscoll-Kraay standard errors use the Bartlett kernel with bandwidth = 2. ***, **, and * denote statistical significance at the 1%, 5%, and 10% levels, respectively.

4.3. Robustness Analyses

Table 4A examines the sensitivity of the main findings to alternative measures of the independent and dependent variables. In Model (1), which uses an alternative measure of the independent variable, carbon performance is measured by scaling emissions by total assets, while in Model (2) carbon performance is measured as the deviation from the sector-year mean. The carbon performance coefficients in these models are estimated at 0.0382 and 0.0163, respectively, and both are statistically significant at the 1% level. In Model (3), which uses an alternative measure of the dependent variable, trade credit financing is measured as accounts

payable divided by cost of revenue, while in Model (4) it is measured as accounts payable divided by total assets. The carbon performance coefficient is 0.0308 and significant at the 10% level in Model (3), and 0.0324 and significant at the 1% level in Model (4). All models include year and sector effects and firm-level control variables and are based on Driscoll–Kraay standard errors. The findings show that the positive relationship in the baseline analysis is preserved under alternative variable measures.

Table 4A. Robustness checks: alternative measures

Variables	Alternative Measures of Carbon Performance		Alternative Measures of Trade Credit Financing	
	Model (1)	Model (2)	Model (3)	Model (4)
Asset-scaled Carbon Performance	0.0382*** (0.0054)			
Industry-year-adjusted Carbon Performance		0.0163*** (0.0047)		
Carbon Performance			0.0308* (0.0158)	0.0324*** (0.0032)
Firm Size	-0.0225*** (0.0052)	-0.0225*** (0.0051)	-0.0312*** (0.0085)	0.0003 (0.0014)
ROA	-0.3967*** (0.0771)	-0.4165*** (0.0802)	-0.5184*** (0.1950)	-0.3736*** (0.1233)
Leverage	-0.1427*** (0.0341)	-0.1166*** (0.0304)	-0.2075*** (0.0786)	-0.1944*** (0.0327)
Cash Holdings	-0.1189 (0.0958)	-0.1187 (0.0901)	0.0207 (0.1174)	0.0188 (0.0369)
Tangibility	-0.0108 (0.0564)	-0.0451 (0.0578)	-0.0017 (0.0486)	-0.0146 (0.0348)
Sales Growth	0.0104 (0.0124)	0.0114 (0.0128)	-0.0207 (0.0212)	0.0208** (0.0101)
Tobin's Q	-0.0359*** (0.0074)	-0.0338*** (0.0077)	-0.0431*** (0.0160)	-0.0049 (0.0089)
Year Effects	Yes	Yes	Yes	Yes
Sector Effects	Yes	Yes	Yes	Yes
Observations	419	414	428	428
Firms	100	100	100	100
R-squared	0.2493	0.2363	0.2378	0.3911

*Notes: Model (1) uses asset-scaled Carbon Performance, while Model (2) uses industry-year-adjusted Carbon Performance. Model (3) measures Trade Credit Financing as Accounts Payable divided by Cost of Revenue, whereas Model (4) measures it as Accounts Payable divided by Total Assets. Driscoll–Kraay standard errors with the Bartlett kernel and bandwidth = 2 are reported in parentheses. ***, **, and * denote statistical significance at the 1%, 5%, and 10% levels, respectively.

Table 4B tests the robustness of the main finding to alternative model specifications. Model (1) employs the one-period lagged value of carbon performance, with a coefficient of 0.0156 ($p < 0.01$). Model (2) re-estimates

the baseline model with HC3 heteroskedasticity-robust standard errors, and the coefficient of carbon performance is 0.0220 ($p < 0.10$). In Model (3), after adding the ESG score as another control variable, the coefficient of carbon performance is 0.0186 ($p < 0.01$). Again, the coefficient on the ESG score is positive and significant at the 1% level. The results indicate that the positive relationship between carbon performance and trade credit financing is supported when considering a lagged variable, an alternative standard error approach, and controlling for ESG performance.

Table 4B. Robustness checks: alternative specifications

Variables	Model (1) Lagged CP	Model (2) HC3 Robust SE	Model (3) Additional Controls
L. Carbon Performance	0.0156*** (0.0048)		
Carbon Performance		0.0220* (0.0116)	0.0186*** (0.0044)
ESG Score			0.0015*** (0.0005)
Firm Size	-0.0281*** (0.0073)	-0.0232** (0.0094)	-0.0290*** (0.0047)
ROA	-0.5483*** (0.1471)	-0.4073*** (0.1345)	-0.4070*** (0.0806)
Leverage	-0.1663*** (0.0366)	-0.1332** (0.0545)	-0.1487*** (0.0258)
Cash Holdings	-0.1108 (0.1060)	-0.1069 (0.1064)	-0.1375 (0.0902)
Tangibility	-0.0782* (0.0447)	-0.0202 (0.0704)	-0.0153 (0.0602)
Sales Growth	-0.0108 (0.0113)	0.0105 (0.0211)	0.0109 (0.0122)
Tobin's Q	-0.0194 (0.0126)	-0.0324** (0.0152)	-0.0261*** (0.0080)
Year Effects	Yes	Yes	Yes
Sector Effects	Yes	Yes	Yes
Observations	345	428	428
Firms	89	100	100
R-squared	0.2404	0.2288	0.2397

Notes: Model (1) uses one-year-lagged Carbon Performance. Model (2) re-estimates the baseline specification using HC3 heteroskedasticity-robust standard errors. Model (3) adds ESG Score to the baseline specification as an additional control. Models (1) and (3) use Driscoll–Kraay standard errors with the Bartlett kernel and bandwidth = 2. Standard errors are reported in parentheses. ***, **, and * denote statistical significance at the 1%, 5%, and 10% levels, respectively.

Table 4C explores the robustness of the main result to alternative sampling periods. In Model (1), with the extended 2009-2024 sample, the carbon performance coefficient is estimated to be 0.0208, and it is statistically significant at the 1% level. In Model (2), excluding the COVID-19 period of 2020 and 2021 from the 2018-2024 sample, the estimated carbon performance coefficient is 0.0235 and statistically significant at the 1% level as well. Our results suggest that the positive association between carbon performance and trade credit financing holds for different specifications of the sample period.

Table 4C. Robustness checks: alternative sample periods

Variables	Model (1) 2009-2024	Model (2) Excluding COVID-19
Carbon Performance	0.0208*** (0.0048)	0.0235*** (0.0065)
Firm Size	-0.0239*** (0.0052)	-0.0204*** (0.0078)
ROA	-0.4249*** (0.0783)	-0.4887*** (0.1379)
Leverage	-0.1276*** (0.0345)	-0.1028*** (0.0380)
Cash Holdings	-0.0805 (0.0829)	-0.1455 (0.1284)
Tangibility	-0.0319 (0.0609)	-0.0345 (0.0643)
Sales Growth	0.0139 (0.0153)	-0.0009 (0.0079)
Tobin's Q	-0.0316*** (0.0074)	-0.0237** (0.0110)
Year Effects	Yes	Yes
Sector Effects	Yes	Yes
Observations	502	322
Firms	100	99
R-squared	0.2456	0.2029

Notes: Model (1) extends the estimation period to 2009-2024. Model (2) uses the 2018-2024 sample after excluding Covid-19 Period of 2020 and 2021.

5. DISCUSSION AND CONCLUSION

The results provide evidence for a positive and economically significant relation between carbon performance and trade credit financing. In the baseline model, a one-standard-deviation increase in carbon performance is associated with approximately a 2.2 percentage point increase in trade credit financing. This finding is consistent with prior studies reporting a positive association between higher sustainability performance and greater use of trade credit (Xu et al., 2020; Tian & Tian, 2022; Luo et al., 2023; Lian et al., 2025). It also corroborates the notion that environmental performance may be translated into supplier financing through firm

risk and information asymmetry (Smith, 1987; Petersen & Rajan, 1997; Kabir et al., 2021; Al Rabab'a et al., 2023). However, the literature is inconsistent about the direction of the relationship, with Xin et al. (2024) finding a negative association and Zheng and Aishan (2023) and Chen et al. (2026) finding nonlinear relationships. Such differences, however, are indicative of measurement, institutional environment, firm characteristics, and supply chain structure that should influence the direction and magnitude of the relationship. Evidence from Borsa Istanbul expands the literature on the financial effects of carbon performance in Türkiye to supplier-provided financing. Previous studies have concentrated on carbon emissions in relation to financial performance and firm value (Sakın & Kefe, 2024; Özşahin Koç & Deran, 2024; İlkdoğan & Sakarya, 2025), but this paper demonstrates that it is positively associated with trade credit financing and may also be important in interfirm financing. Furthermore, it is adding through a specific measure based on realised emissions and not on general ESG and CSR indicators. The robustness of the result to alternative measures and model choices suggests that it is not driven by a specific specification.

There are a few limitations to be considered when interpreting the findings. Pooled OLS does not control for firm fixed effects, so the presence of unobserved firm characteristics that are fixed over time cannot be ruled out with certainty. The results should be interpreted as a conditional relationship, not as a causal effect. Second, the sample coverage is limited, with the availability of carbon data, and companies with carbon data may not represent all non-financial companies listed in Borsa Istanbul. Third, revenue-scaled carbon intensity is a function both of revenue changes and emissions changes. The analysis also assumes a linear relationship. Realized trade credit is a joint reflection of supplier supply and buyer demand, which prevents direct identification of the underlying channel. Finally, generalizability may be limited by the single-country sample and limited observations in some sectors. Future work could employ broader cross-country samples, firm fixed effects or other identification strategies, nonlinear specifications, and supplier-buyer matched data.

REFERENCES

- Al Rabab'a, E. A. F., Rashid, A., & Shams, S. (2023). Corporate carbon performance and cost of debt: Evidence from Asia-Pacific countries. *International Review of Financial Analysis*, 88, 102641. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2023.102641>
- Astvansh, V., & Jindal, N. (2022). Differential effects of received trade credit and provided trade credit on firm value. *Production and Operations Management*, 31(2), 781–798. <https://doi.org/10.1111/poms.13578>
- Biais, B., & Gollier, C. (1997). Trade credit and credit rationing. *The Review of Financial Studies*, 10(4), 903–937.
- Burkart, M., & Ellingsen, T. (2004). In-kind finance: A theory of trade credit. *American Economic Review*, 94(3), 569–590. <https://doi.org/10.1257/0002828041464579>
- Busch, T., & Hoffmann, V. H. (2011). How hot is your bottom line? Linking carbon and financial performance. *Business & Society*, 50(2), 233–265. <https://doi.org/10.1177/0007650311398780>
- Bolton, P., & Kacperczyk, M. (2021). Do investors care about carbon risk? *Journal of Financial Economics*, 142(2), 517–549. <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2021.05.008>
- Chen, L., Yan, F., Jia, F., Wang, Y., & Chao, C. (2026). The impact of ESG performance on trade credit: The role of operations and supply chain management factors. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 214, 105019. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2026.105019>
- Cuñat, V. (2007). Trade credit: Suppliers as debt collectors and insurance providers. *The Review of Financial Studies*, 20(2), 491–527. <https://doi.org/10.1093/rfs/hhl015>
- Driscoll, J. C., & Kraay, A. C. (1998). Consistent covariance matrix estimation with spatially dependent panel data. *The Review of Economics and Statistics*, 80(4), 549–560. <https://doi.org/10.1162/003465398557825>
- European Commission. (2026). Carbon Border Adjustment Mechanism: Definitive regime. Taxation and Customs Union.
- Haque, F., & Ntim, C. G. (2022). Do corporate sustainability initiatives improve corporate carbon performance? Evidence from European firms. *Business Strategy and the Environment*, 31(7), 3318–3334. <https://doi.org/10.1002/bse.3078>
- Hoechle, D. (2007). Robust standard errors for panel regressions with cross-sectional dependence. *The Stata Journal*, 7(3), 281–312. <https://doi.org/10.1177/1536867X0700700301>

- Hoffmann, V. H., & Busch, T. (2008). Corporate carbon performance indicators: Carbon intensity, dependency, exposure, and risk. *Journal of Industrial Ecology*, 12(4), 505–520. <https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2008.00066.x>
- İlkdoğan, S., & Sakarya, Ş. (2025). Karbon yoğunluğunun firma değerine etkisi: BIST Sürdürülebilirlik Endeksinde bir uygulama. *Pamukkale Üniversitesi İşletme Araştırmaları Dergisi*, 12(1), 1–17. <https://doi.org/10.47097/piar.1561454>
- Kabir, M. N., Rahman, S., Rahman, M. A., & Anwar, M. (2021). Carbon emissions and default risk: International evidence from firm-level data. *Economic Modelling*, 103, 105617. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2021.105617>
- Li, W., Hua, X., Boateng, A., Wang, Y., & Du, M. (2025). The value of being greener: Untangling the relationship between environmental investment and firms' access to trade credit. *British Journal of Management*, 36(3), 1023–1038. <https://doi.org/10.1111/1467-8551.12883>
- Lian, Y., Yang, Z., & Cao, H. (2025). Does ESG performance affect trade credit financing? Evidence from China. *Research in International Business and Finance*, 74, 102715. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2024.102715>
- Luo, C., Wei, D., & He, F. (2023). Corporate ESG performance and trade credit financing – Evidence from China. *International Review of Economics & Finance*, 85, 337–351. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2023.01.021>
- Mansour, M., Zureigat, B. N., Alharasis, E. E., Abozeid, H. O., Alomair, A., & Saleh, M. W. A. (2026). Does carbon performance mediate the link between ESG performance and corporate tax avoidance? *Sustainability*, 18(14), 6978. <https://doi.org/10.3390/su18146978>
- Matsumura, E. M., Prakash, R., & Vera-Muñoz, S. C. (2014). Firm-value effects of carbon emissions and carbon disclosures. *The Accounting Review*, 89(2), 695–724. <https://doi.org/10.2308/accr-50629>
- Murfin, J., & Njoroge, K. (2015). The implicit costs of trade credit borrowing by large firms. *The Review of Financial Studies*, 28(1), 112–145. <https://doi.org/10.1093/rfs/hhu051>
- Owolabi, A., Mousavi, M. M., Gozgor, G., & Li, J. (2024). The impact of carbon risk on the cost of debt in the listed firms in G7 economies: The role of the Paris agreement. *Energy Economics*, 139, 107925. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2024.107925>
- Özşahin Koç, F., & Deran, A. (2024). A research on the impact of carbon emissions on financial performance of companies in the Borsa Istanbul Sustainability Index. *Alanya Akademik Bakış*, 8(2), 671–686. <https://doi.org/10.29023/alanyaakademik.1436992>

- Petersen, M. A., & Rajan, R. G. (1997). Trade credit: Theories and evidence. *The Review of Financial Studies*, 10(3), 661–691. <https://doi.org/10.1093/rfs/10.3.661>
- Sakın, İ., & Kefe, İ. (2024). The impact of carbon emissions on firms' financial performance: An application in BIST Sustainability Index. *Trends in Business and Economics*, 38(1), 39–47. <https://doi.org/10.5152/TBE.2024.23215>
- Safiullah, M., & Nguyen, L. T. M. (2024). Does firm-level carbon assurance matter for trade credit? *Finance Research Letters*, 68, 106001. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2024.106001>
- Smith, J. K. (1987). Trade credit and informational asymmetry. *The Journal of Finance*, 42(4), 863–872. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1987.tb03916.x>
- Tian, H., & Tian, G. (2022). Corporate sustainability and trade credit financing: Evidence from environmental, social, and governance ratings. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 29(5), 1896–1908. <https://doi.org/10.1002/csr.2335>
- United Nations. (2021). Paris Agreement: Ratification by Turkey, 11 October 2021. United Nations Treaty Collection.
- Xin, Z., Zhang, Z., & Xiang, C. (2024). Do suppliers value clients' ESG profiles? Evidence from Chinese firms. *International Review of Economics & Finance*, 91, 241–258. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2024.01.052>
- Xu, H., Wu, J., & Dao, M. (2020). Corporate social responsibility and trade credit. *Review of Quantitative Finance and Accounting*, 54(4), 1389–1416. <https://doi.org/10.1007/s11156-019-00829-0>
- Zheng, H., & Aishan, W. (2023). ESG ratings and trade credit: Inverted U-shaped moderating role of information transparency and executives with overseas backgrounds. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(32), 78554–78568. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-27729-0>

APPENDIX

Appendix Table A1. Main-sample composition by TRBC economic sector

Sector	Observations	Firms	% of Sample
Consumer Cyclical	98	20	22.9
Industrials	77	17	17.99
Basic Materials	75	21	17.52
Consumer Non-Cyclical	67	12	15.65
Utilities	41	10	9.58
Energy	24	5	5.61
Technology	22	5	5.14
Real Estate	14	6	3.27
Healthcare	10	4	2.34
Total	428	100	100.0

Appendix Table A2. Main-sample composition by year

Year	Observations	Firms	% of Sample
2018	30	30	7.01
2019	32	32	7.48
2020	47	47	10.98
2021	59	59	13.79
2022	80	80	18.69
2023	87	87	20.33
2024	93	93	21.73
Total	428	100	100.0

ESG PERFORMANCE AND CORPORATE CASH HOLDINGS: THE MODERATING ROLE OF CEO DUALITY

Res. Asst. Dr. Nagihan AKTAŞ

¹ Gebze Technical University, Department of Business Administration, naktas@gtu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-4810-2351

Abstract

As corporate sustainability plays an increasingly important role in financial decision-making, the relationship between firms' environmental, social, and governance (ESG) performance and cash holding policies has become increasingly important. This study investigates the impact of environmental, social, and governance (ESG) performance on corporate cash holdings of Borsa Istanbul listed firms and the moderating role of CEO duality on this impact. The study uses a panel data set of 534 firm-year observations from 99 firms over the period 2008-2023. Corporate cash holdings are captured by the ratio of cash and cash equivalents to total assets, ESG performance is captured by an ESG score reflecting firms' environmental, social, and governance performance, and CEO duality is captured by whether the CEO also serves as the chair of the board of directors. The analysis uses panel regression models with firm and year fixed effects, and standard errors are computed using the Driscoll-Kraay approach. The results show a positive and significant relationship between ESG performance and corporate cash holdings. However, CEO duality is a negative moderator of this relationship. Specifically, the positive relation between ESG performance and cash holdings is weaker for firms where the CEO also holds the role of board chair. Robustness analyses using lagged ESG performance and an alternative measure of cash holdings support the findings. The results suggest that the relationship between sustainability performance and corporate liquidity policies may be contingent on the leadership structures of firms. This study sheds light on the moderating role of CEO duality and contributes to the literature of corporate sustainability, corporate governance, and corporate finance by providing empirical evidence from Türkiye on the relationship between ESG performance and corporate cash holdings.

Keywords: ESG performance, cash holdings, CEO duality

ESG PERFORMANSI VE KURUMSAL NAKİT TUTMA: CEO İKİLİĞİNİN DÜZENLEYİCİ ROLÜ

Özet

Kurumsal sürdürülebilirliğin finansal karar alma süreçlerinde giderek daha önemli bir rol oynamasıyla birlikte, firmaların çevresel, sosyal ve kurumsal yönetim (ESG) performansları ile nakit tutma politikaları arasındaki ilişki giderek daha önemli hale gelmiştir. Bu çalışma, Borsa İstanbul'da işlem gören firmaların çevresel, sosyal ve kurumsal yönetim (ESG) performanslarının kurumsal nakit tutma düzeyleri üzerindeki etkisini ve CEO ikiliğinin bu etki üzerindeki düzenleyici rolünü araştırmaktadır. Çalışmada, 2008-2023 dönemini kapsayan 99 firmaya ait 534 firma-yıl gözleminden oluşan bir panel veri seti kullanılmıştır. Kurumsal nakit tutma, nakit ve nakit benzerlerinin toplam varlıklara oranıyla; ESG performansı, firmaların çevresel, sosyal ve kurumsal yönetim performanslarını yansıtan ESG puanıyla; CEO ikiliği ise genel müdürün aynı zamanda yönetim kurulu başkanlığı görevini üstlenip üstlenmediğiyle ölçülmüştür. Analizlerde firma ve yıl sabit etkilerini içeren panel regresyon modelleri kullanılmış ve standart hatalar Driscoll-Kraay yaklaşımıyla hesaplanmıştır. Bulgular, ESG performansı ile kurumsal nakit tutma arasında pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, CEO ikiliği bu ilişkide negatif bir düzenleyici etkiye sahiptir. Özellikle, ESG performansı ile nakit tutma arasındaki pozitif ilişki, genel müdürün aynı zamanda yönetim kurulu başkanlığı görevini üstlendiği firmalarda daha zayıftır. Gecikmeli ESG performansı ve alternatif bir nakit tutma ölçütü kullanılarak gerçekleştirilen sağlamlık analizleri bulguları desteklemektedir. Sonuçlar, sürdürülebilirlik performansı ile kurumsal likidite politikaları arasındaki ilişkinin firmaların liderlik yapılarına bağlı olarak farklılaşabileceğini göstermektedir. Bu çalışma, CEO ikiliğinin düzenleyici rolüne ışık tutmakta ve ESG performansı ile kurumsal nakit tutma arasındaki ilişkiye yönelik Türkiye'den ampirik kanıtlar sunarak kurumsal sürdürülebilirlik, kurumsal yönetim ve kurumsal finans literatürüne katkıda bulunmaktadır.

Anahtar kelimeler: ESG performansı, nakit tutma, CEO ikiliği

1. INTRODUCTION

Corporate liquidity management plays an important role in maintaining financial stability and ensuring the efficient use of resources. While insufficient cash reserves may limit firms' ability to take advantage of investment opportunities, holding excessive cash reserves may lead to inefficient resource use. Therefore, identifying the factors that shape firms' cash holding policies constitutes an important area of research in accounting and finance literature. Previous studies have also examined the relationships between financial constraints, investment opportunities, corporate governance structures, and cash holding decisions (Almeida et al., 2004; Ferreira and Vilela, 2004; Denis and Sibilkov, 2010). Recently, environmental, social, and governance (ESG) performance has also emerged as one of the factors whose relationship with cash holding decisions has been investigated.

There are various studies in the literature examining the relationship between ESG performance and cash holdings (Ho and Lu, 2025; Marie et al., 2025; Yuan et al., 2025). In the context of Türkiye, Güneysu (2023) investigated this relationship among firms included in the BIST Sustainability Index. However, it should be considered that the relationship between ESG performance and cash holdings may vary depending on various characteristics. Corporate governance structures are among the characteristics considered in this context. Indeed, Marie et al. (2025) investigated the moderating role of board gender diversity in this relationship. One of the corporate governance characteristics that may shape this relationship is CEO duality. There is empirical evidence in the literature that CEO duality can play a moderating role in the relationships between ESG performance and various financial outcomes. For example, Mohapatra et al. (2025) demonstrated that CEO duality moderates the relationship between ESG and earnings management. However, the moderating role of CEO duality in the relationship between ESG performance and cash holdings has not been sufficiently investigated.

The aim of this study is to investigate the relationship between ESG performance and corporate cash holdings, as well as the moderating role of CEO duality in this relationship. In this context, 534 firm-year observations from 99 firms listed on Borsa Istanbul over the 2008-2023 period were used. The analyses were conducted using Driscoll-Kraay standard errors, accounting for firm and year fixed effects.

This study makes two main contributions to literature. First, by examining the relationship between ESG performance and corporate cash holdings using a broader sample and analysis period, the empirical evidence in the context of Türkiye is expanded. Second, by examining the moderating role of CEO duality, the study reveals how the relationship between ESG performance and corporate cash holdings varies according to firms'

leadership structures and contributes to the relationship between sustainability performance and liquidity policies from a corporate governance perspective.

2. Literature Review and Hypothesis Development

2.1. ESG Performance and Corporate Cash Holdings

Corporate cash holdings represent the liquid resources that firms maintain to sustain their operations, meet their financial obligations, and take advantage of future investment opportunities. Cash holding decisions are explained within the framework of transaction and precautionary motives, financial constraints, and agency costs (Jensen, 1986; Opler et al., 1999; Bates et al., 2009). Particularly under conditions where access to external financing is costly, cash reserves provide financial flexibility by enabling firms to continue their investment activities without interruption (Myers and Majluf, 1984; Opler et al., 1999). In this regard, environmental, social, and governance (ESG) performance can be considered an important corporate characteristic that may shape firms' resource allocation and liquidity policies.

Improving and maintaining ESG performance involves activities that require financial resources, such as investing in environmentally friendly technologies, establishing sustainable production processes, implementing practices for employees and other stakeholders, and strengthening corporate governance mechanisms. The long-term nature of these activities and the continuity of their financing needs may encourage firms with high ESG performance to hold more cash reserves to meet future sustainability expenditures and maintain existing ESG commitments. According to this approach, cash reserves are considered an element of liquidity planning for financing current and future investments. Looking at the literature, Ho and Lu (2025) document that firms with higher sustainability performance hold more cash, while Yuan et al. (2025) discuss the positive relationship between ESG and cash holdings within the framework of long-term sustainability investments, green initiatives, and financial flexibility. These findings indicate that high sustainability performance should be evaluated together with future financing needs.

The relation between ESG performance and cash holdings can also be explained from theoretical mechanisms. According to stakeholder theory, the implementation of robust ESG practices can improve stakeholder relations and build trust in the corporation, which may potentially decrease financial uncertainties and the motivation for precautionary cash holdings (Freeman, 1984). Agency theory (Jensen 1986; Dittmar and Mahrt-Smith 2007) suggests that cash holdings increase managerial discretion and lead to inefficient resource use. Cheung (2016) finds that corporate social responsibility can increase cash holdings through the systematic risk channel,

according to the empirical literature. Marie et al. (2025) find a positive relationship between ESG performance and cash holdings.

In this study, considering the long-term and continuous financing needs of ESG activities, it is argued that firms with higher ESG performance may hold more cash reserves to maintain their financial flexibility to meet future sustainability expenditures. Based on this theoretical expectation, the following hypothesis is formulated.

H₁: There is a positive relationship between ESG performance and corporate cash holdings.

2.2. The Moderating Role of CEO Duality

The extent to which the financial resources required for ESG activities are reflected in cash holding policies may vary depending on firms' corporate governance structures and managerial decision-making mechanisms. CEO duality refers to the fact that the CEO is also the chairman of the board of directors. CEO duality puts executive and supervisory powers in the same person. Agency theory suggests that independent board oversight may be limited with CEO duality, and the CEO's discretion in allocating financial resources may increase (Jensen and Meckling, 1976; Fama and Jensen, 1983). In contrast, stewardship theory argues that unified leadership structure may improve strategic coordination and facilitate the achievement of corporate goals (Donaldson and Davis, 1991). Therefore, CEO duality seems to be a corporate governance mechanism that could influence the extent to which financial needs related to maintaining ESG performance are reflected in cash holding decisions.

The literature on corporate governance and cash holdings indicates that managerial power and monitoring mechanisms are important determinants of liquidity policies. For example, Dittmar and Mahrt-Smith (2007) demonstrate that the quality of corporate governance is important for the value and use of cash holdings, while Harford et al. (2008) suggest that firms with weak corporate governance might deplete their cash balances faster. Regarding the literature on the link between ESG and cash holdings, Marie et al. (2025) demonstrate that board gender diversity moderates this link, and the moderating effect varies with the number of female board members. By contrast, Yuan et al. (2025) point out the mediating role of internal control mechanisms in the relationship between ESG performance and cash holdings. The results from these studies imply that aspects of corporate governance could be relevant in the degree to which financial results are representative of sustainability performance.

One could suggest that CEO duality can moderate the relationship between ESG performance and cash holdings via two different mechanisms under this framework. From a stewardship theory perspective, a consolidated leadership system could facilitate liquidity planning for financing ESG activities by enhancing coordination

between sustainability goals and management of financial resources. In contrast, the agency theory suggests that the concentration of executive and supervisory power in the same person may lead to decisions on cash reserves that are guided by the CEO's strategic priorities rather than the future financing needs of ESG activities. The positive effect of ESG performance on cash holdings might be mitigated in this case. Thus, CEO duality could in theory either strengthen or weaken the link between ESG performance and cash holdings. These opposite mechanisms, together with the available empirical evidence, lead to the following hypothesis.

H₂: CEO duality significantly moderates the relationship between ESG performance and corporate cash holdings.

3. METHODOLOGY

In this study, firms listed on Borsa Istanbul were used as the sample to examine the relationship between ESG and corporate cash holdings. Firms in the financial and utilities sectors were excluded from the sample due to differences in their financial statements and the significant differences in their operating characteristics compared to other sectors. The data used in the study were obtained from the LSEG Workspace database. The analysis period covers the years 2008-2023, during which ESG data are available in Türkiye. The final sample consists of 534 firm-year observations from 99 firms. All continuous variables included in the analysis were winsorized at the 1st and 99th percentiles. Two models were developed to test the research hypotheses. Model 1 examines the direct relationship between ESG performance and corporate cash holdings, while Model 2 examines the moderating role of CEO duality in this relationship.

$$NTO_{it} = \alpha + \beta_1 ESG_{it} + \sum_k \beta_k Control_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

$$NTO_{it} = \alpha + \beta_1 ESG_{it} + \beta_2 CEODUO_{i,t} + \beta_3 ESG \times CEODUO_{it} + \sum_k \beta_k Control_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

Here, *i* and *t* represent the firm and year, respectively. *NTO_{it}* represents corporate cash holdings, which is our dependent variable, and *ESG_{it}* represents the ESG performance of the firm, which is our independent variable. *CEODUO_{i,t}* represents CEO duality, a dummy variable that takes the value of 1 if the CEO also serves as the chairman of the board of directors, and 0 otherwise. The interaction term *ESG × CEODUO_{it}* represents the moderating effect of CEO duality on the relationship between ESG performance and corporate cash holdings. The *Control_{it}* vector represents firm size, leverage, return on assets, asset growth, asset tangibility, and capital

expenditures. μ_i denotes firm fixed effects, λ_t denotes year fixed effects, and ε_{it} is the error term. Detailed explanations of the variables are provided in Table 1.

Table 1. Variable descriptions

Variable Type	Variable	Abbreviation	Variable Description
<i>Dependent</i>	Cash Holdings	NTO	Measured as the ratio of cash and cash equivalents to total assets.
<i>Independent</i>	ESG Performance	ESG	Reflects the firm's performance in environmental, social, and governance areas. Ranges from 0 to 100.
Moderator	CEO Duality	CEODUO	Takes the value of 1 if the CEO also serves as the chairman of the board of directors, and 0 otherwise.
<i>Control</i>	Firm Size	FSIZE	Measured using the natural logarithm of total assets.
	Financial Leverage	FLEV	Calculated by dividing total debt by total assets.
	Sales Growth	GROWTH	Measured as the rate of change in sales revenue compared to the previous year.
	Return on Assets	ROA	Measured as the ratio of net income to total assets.
	Asset Tangibility	ATANG	Measured as the ratio of tangible fixed assets to total assets.
	Capital Expenditures	CAPEX	Measured as the ratio of capital expenditures to total assets.

Before estimating the models, the validity of the basic assumptions regarding the error terms was tested. The results presented in Table 2 indicate the presence of heteroskedasticity, first-order autocorrelation, and cross-sectional dependence. Therefore, the Driscoll–Kraay method, which provides robust standard errors against these problems, was preferred in the analyses.

Table 2. Model assumption tests

Test	Test Statistic	p-value	Conclusion
Modified Wald Test	$\chi^2(99) = 2,172,716.85$	< 0.001	Heteroskedasticity is present.
Wooldridge Test	$F(1, 71) = 35.818$	< 0.001	First-order autocorrelation is present.
Pesaran CDw+ Test	1,321.10	< 0.001	There is evidence of cross-sectional dependence.
Pesaran CD* Test	−2.11	0,035	There is evidence of cross-sectional dependence.

4. FINDINGS

Descriptive statistics for the variables are presented in Table 3. The mean value of NTO is 0.135, indicating that firms hold an average of 13.5% of their total assets in cash and cash equivalents. The mean ESG performance is 54.692, with a standard deviation of 23.663. This indicates that there are substantial differences in ESG performance among these firms. The mean value of CEO duality is 0.112. Accordingly, the CEO and the

chairman of the board of directors are the same person in approximately 11.2% of firm-year observations. The mean values of financial leverage, sales growth, return on assets, asset tangibility, and capital expenditures are 0.261, 0.272, 0.092, 0.292, and 0.067, respectively. The correlation matrix for the variables is reported in Table 4. The fact that the correlation coefficients between the variables are below 0.80 indicates that there is no multicollinearity problem.

Table 3. Descriptive statistics

Variables	N	Mean	SD	Minimum	Median	Maximum
NTO	534	0,135	0,104	0	0,118	0,561
ESG	534	54,692	23,663	2,192	59,801	94,553
CEODUO	534	0,112	0,316	0	0	1
FSIZE	534	21,293	1,316	17,542	21,436	24,298
FLEV	534	0,261	0,163	0	0,259	,693
GROWTH	534	0,272	0,574	-0,59	0,076	3,363
ROA	534	0,092	0,084	-0,282	0,078	0,314
ATANG	534	0,292	0,185	0	0,285	0,819
CAPEX	534	0,067	0,057	0	0,051	0,311

Table 4. Correlation matrix

Variables	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
(1) NTO	1.00								
(2) ESG	-0.044	1.00							
(3) CEODUO	-0.090**	0.089**	1.00						
(4) FSIZE	0.098**	0.139***	-0.080*	1.00					
(5) FLEV	-0.060	0.266***	0.027	0.191***	1.00				
(6) GROWTH	-0.088**	0.093**	0.031	0.185***	0.137***	1.00			
(7) ROA	0.266***	-0.051	0.099**	0.119***	0.316***	0.276***	1.00		
(8) ATANG	0.182***	0.107**	0.002	0.167***	0.168***	0.006	-0.081*	1.00	
(9) CAPEX	-0.028	0.112***	0.081*	-0.070*	0.088**	0.002	0.250***	0.104**	1.00

Notes: ***, **, and * indicate statistical significance at the 1%, 5%, and 10% levels, respectively.

Table 5 presents the results of our analyses on the impact of ESG performance on cash holdings and the moderating effect of CEO duality in this relationship. Model (1) tests the baseline relationship between ESG performance and corporate cash holdings without including any control variables. Model (2) includes the analysis of control variables. The coefficient of ESG performance is positive in both models (Model 1: 0.00101; Model 2: 0.00081) and statistically significant at the 0.01 level. The results indicate that an increase in ESG performance is associated with a higher cash holding ratio, which supports hypothesis H1. In Model (3) we

include the CEO duality variable in the model, and we still observe the statistically significant positive relationship between ESG performance and cash holdings. The study finds a negative and statistically significant relationship between CEO duality and cash holdings. In Model (4), we introduce the interaction term to analyze the moderating effect of CEO duality. The interaction coefficient is negative (0.00127) and significant at the 0.01 level. This result suggests that CEO duality reduces the positive impact of ESG performance on cash holdings. The results confirm hypothesis H2.

Table 5. Main analysis results

Variables	(1) Model 1	(2) Model 2	(3) Model 3	(4) Model 4
ESG	0,00101*** (5,49)	0,00081*** (4,58)	0,00088*** (5,36)	0,00097*** (5,04)
CEODUO			-0,05663*** (-3,91)	0,01936 (0,72)
ESG x CEODUO				-0,00127*** (-3,27)
FSIZE		0,02002* (1,82)	0,02650** (2,35)	0,03016*** (3,05)
FLEV		-0,01686 (-0,28)	-0,00838 (-0,14)	-0,00696 (-0,12)
GROWTH		0,00021 (0,04)	-0,00097 (-0,16)	-0,00195 (-0,33)
ROA		0,30331*** (4,58)	0,30871*** (4,71)	0,31415*** (4,95)
ATANG		-0,22783*** (-4,55)	-0,22204*** (-4,37)	-0,21191*** (-4,14)
CAPEX		-0,18297** (-2,88)	-0,20626*** (-3,16)	-0,20664*** (-3,10)
Constant	0,12886*** (19,77)	-0,21002 (-0,94)	-0,35066 (-1,51)	-0,43266** (-2,15)
Number of Observations	534	534	534	534
Number of Firms	99	99	99	99
Firm FE	Yes	Yes	Yes	Yes
Year FE	Yes	Yes	Yes	Yes
Within R-squared	0,120	0,263	0,280	0,288

Notes: The values in parentheses represent t-statistics. ***, **, and * indicate statistical significance at the 1%, 5%, and 10% levels, respectively.

To test the robustness of the findings, we re-estimate the models using the one-period lagged value of ESG performance, and the results are reported in Table 6. The coefficient of ESG performance is positive and significant at the 0.01 level in Model (1). The coefficient on the interaction term in Model (2) is negative and statistically significant at the 0.01 level. These results support our main findings.

Table 6. Robustness analysis using lagged ESG performance

Variables	(1) Lagged ESG	(2) Lagged ESG x CEODUO
L.ESG	0,00061*** (3,38)	0,00084*** (3,85)
CEODUO		0,01368 (0,45)
L.ESG x CEODUO		-0,00148*** (-3,35)
FSIZE	0,02229* (1,83)	0,03627*** (3,33)
FLEV	-0,00557 (-0,08)	0,00967 (0,14)
GROWTH	-0,00074 (-0,18)	-0,00297 (-0,70)
ROA	0,34415*** (3,88)	0,35146*** (4,09)
ATANG	-0,32920*** (-3,91)	-0,30630*** (-3,65)
CAPEX	-0,24486*** (-3,89)	-0,28140*** (-4,26)
Constant	-0,22426 (-0,90)	-0,53587** (-2,41)
Number of Observations	436	436
Number of Firms	88	88
Firm FE	Yes	Yes
Year FE	Yes	Yes
Within R-squared	0,292	0,325

Notes: The one-period lagged value of ESG performance was used. The values in parentheses represent t-statistics. ***, **, and * indicate statistical significance at the 1%, 5%, and 10% levels, respectively.

To assess whether the results are affected by variable measurement, the analyses were repeated using an alternative cash holding ratio measure. In the analyses presented in Table 7, the ratio of cash and cash equivalents to total non-cash assets was used as the dependent variable. In Column (1), a positive and statistically significant relationship was found between ESG and cash holdings. In Column (2), the interaction term is found to be negative and statistically significant. These results indicate that the main findings remain valid when an alternative cash holding measure is used.

Table 7. Robustness analysis using an alternative cash holding ratio

Variables	(1) Model 1	(2) Model 2
ESG	0,00173*** (5,24)	0,00200*** (5,71)
CEODUO		0,02772 (0,71)
ESG x CEODUO		-0,00205*** (-3,47)
FSIZE	0,04769** (2,65)	0,06432*** (3,95)
FLEV	0,01601 (0,15)	0,03240 (0,30)
GROWTH	-0,00822 (-0,64)	-0,01175 (-0,91)
ROA	0,69320*** (5,34)	0,71091*** (5,69)
ATANG	-0,38137*** (-4,16)	-0,35549*** (-3,86)
CAPEX	-0,34494*** (-3,77)	-0,38429*** (-4,02)
Constant	-0,72609* (-1,98)	-1,09162*** (-3,30)
Number of Observations	534	534
Number of Firms	99	99
Firm FE	Yes	Yes
Year FE	Yes	Yes
Within R-squared	0,278	0,297

Notes: The alternative cash holdings ratio is measured as cash and cash equivalents divided by total assets minus cash and cash equivalents. The values in parentheses represent t-statistics. ***, **, and * indicate statistical significance at the 1%, 5%, and 10% levels, respectively.

4. CONCLUSION, DISCUSSION, AND RECOMMENDATIONS

This study aimed to examine the relationship between ESG performance and corporate cash holdings and the moderating role of CEO duality in this relationship. As a result of the analyses conducted using 534 firm-year observations from firms listed on Borsa Istanbul, a positive and statistically significant relationship was found between ESG and corporate cash holdings. Furthermore, CEO duality was found to weaken this positive relationship. The findings were also supported by robustness analyses conducted using lagged ESG performance and an alternative cash holding measure.

The positive relationship between ESG performance and cash holdings is consistent with the findings of previous studies (Güneysu, 2023; Ho and Lu, 2025; Marie et al., 2025; Yuan et al., 2025). This relationship may

stem from the preference of firms with high ESG performance to hold more cash reserves to ensure the continuity of sustainability activities and secure the financing of future ESG investments. In particular, the long-term financing requirements of environmental investments, social responsibility activities, and corporate governance practices may encourage firms to adopt a precautionary liquidity policy. Within this framework, cash reserves may be considered providing financial flexibility for the uninterrupted implementation of sustainability activities and the fulfillment of future financing needs.

The negative moderating effect of CEO duality means that the positive relationship between ESG performance and cash holdings is weaker in firms where the CEO and board chairman positions are combined. This may be because cash holding decisions in these firms are related to the CEO's strategic priorities rather than the future financing needs of ESG activities. Agency theory holds that the CEO and chairman positions being held by one person can reduce independent oversight and increase the CEO's control over financial resources. Studies demonstrating the importance of corporate governance mechanisms in the management and use of cash resources also support this explanation (Dittmar and Mahrt-Smith, 2007; Harford et al., 2008). In addition, the possibility that CEO duality accelerates decision-making processes and enables cash resources to be directed toward investments more rapidly may provide an alternative explanation for the weakening of this relationship (Donaldson and Davis, 1991). Therefore, the negative moderating effect suggests that CEO duality may be associated with cash holding policies through both the concentration of managerial authority and the functioning of decision-making processes.

This study has some limitations. First, the fact that the research is limited to firms listed on the stock exchange in Türkiye restricts the generalizability of the findings to different institutional and economic conditions. Furthermore, evaluating ESG performance using the overall score does not allow the relationships between its individual dimensions and cash holdings to be examined separately. Future research may conduct comparative analyses using samples from different countries. In addition, the effects of the environmental, social, and governance dimensions on cash holdings may be examined separately, and potential differences may be identified.

REFERENCES

- Almeida, H., Campello, M., & Weisbach, M. S. (2004). The cash flow sensitivity of cash. *The Journal of Finance*, 59(4), 1777–1804. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.2004.00679.x>
- Bates, T. W., Kahle, K. M., & Stulz, R. M. (2009). Why do U.S. firms hold so much more cash than they used to?. *The Journal of Finance*, 64(5), 1985–2021. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.2009.01492.x>
- Cheung, A. W. K. (2016). Corporate social responsibility and corporate cash holdings. *Journal of Corporate Finance*, 37, 412–430. <https://doi.org/10.1016/j.jcorpfin.2016.01.008>
- Denis, D. J., & Sibilkov, V. (2010). Financial constraints, investment, and the value of cash holdings. *The Review of Financial Studies*, 23(1), 247–269. <https://doi.org/10.1093/rfs/hhp031>
- Dittmar, A., & Mahrt-Smith, J. (2007). Corporate governance and the value of cash holdings. *Journal of Financial Economics*, 83(3), 599–634. <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2005.12.006>
- Donaldson, L., & Davis, J. H. (1991). Stewardship theory or agency theory: CEO governance and CAPEXholder returns. *Australian Journal of Management*, 16(1), 49–64. <https://doi.org/10.1177/031289629101600103>
- Fama, E. F., & Jensen, M. C. (1983). Separation of ownership and control. *The Journal of Law and Economics*, 26(2), 301–325. <https://doi.org/10.1086/467037>
- Ferreira, M. A., & Vilela, A. S. (2004). Why do firms hold cash? Evidence from EMU countries. *European Financial Management*, 10(2), 295–319. <https://doi.org/10.1111/j.1354-7798.2004.00251.x>
- Freeman, R. E. (1984). *Strategic management: A stakeholder approach*. Pitman.
- Güneysu, Y. (2023). Çevresel, sosyal ve kurumsal yönetim faaliyetlerinin nakit bulundurma politikasındaki rolü: BIST Sürdürülebilirlik Endeksi örneği. *Muhasebe Enstitüsü Dergisi*, (69), 45–56. <https://doi.org/10.26650/MED.1314375>
- Harford, J., Mansi, S. A., & Maxwell, W. F. (2008). Corporate governance and firm cash holdings in the US. *Journal of Financial Economics*, 87(3), 535–555. <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2007.04.002>
- Ho, L., & Lu, Y. (2025). Does corporate sustainability performance matter for cash holdings? International evidence. *International Journal of Managerial Finance*, 21(2), 329–365. <https://doi.org/10.1108/IJMF-01-2024-0052>
- Jensen, M. C. (1986). Agency costs of free cash flow, corporate finance, and takeovers. *The American Economic Review*, 76(2), 323–329. <https://www.jstor.org/stable/1818789>

- Jensen, M. C., & Meckling, W. H. (1976). Theory of the firm: Managerial behavior, agency costs and ownership structure. *Journal of Financial Economics*, 3(4), 305–360. [https://doi.org/10.1016/0304-405X\(76\)90026-X](https://doi.org/10.1016/0304-405X(76)90026-X)
- Marie, M., Qi, B., Elamer, A. A., Khatatbeh, I. N., & Al-Fakir Al Rabab'a, E. (2025). How does board gender diversity drive the ESG performance–cash holdings relationship? Evidence from China. *International Journal of Finance & Economics*, 30(3), 2705–2723. <https://doi.org/10.1002/ijfe.3037>
- Mohapatra, S., Kumar, A., Mohapatra, M. R., & Srivastava, V. (2025). Does CEO duality moderate environmental, social, and governance performance–earnings management relationship? Evidence from emerging markets. *Finance Research Letters*, 73, 106616. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2024.106616>
- Myers, S. C., & Majluf, N. S. (1984). Corporate financing and investment decisions when firms have information that investors do not have. *Journal of Financial Economics*, 13(2), 187–221. [https://doi.org/10.1016/0304-405X\(84\)90023-0](https://doi.org/10.1016/0304-405X(84)90023-0)
- Opler, T., Pinkowitz, L., Stulz, R., & Williamson, R. (1999). The determinants and implications of corporate cash holdings. *Journal of Financial Economics*, 52(1), 3–46. [https://doi.org/10.1016/S0304-405X\(99\)00003-3](https://doi.org/10.1016/S0304-405X(99)00003-3)
- Yuan, L., Nor, M. N. M., & Kadir, D. A. (2025). Green cash flow: How ESG performance shapes corporate cash holding strategies. *Frontiers in Sustainability*, 6, 1531206. <https://doi.org/10.3389/frsus.2025.1531206>

TÜRKİYE’DE BOŞANMA SÜRECİNE YÖNELİK ÖNLEYİCİ, KORUYUCU VE DESTEKLEYİCİ MÜDAHALELER

Yüksek Lisans Öğrencisi, Gülhanım KETEN¹ / Doç. Dr. Esra IŞIK²

¹ Hitit Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Çocuk Gelişimi Anabilim Dalı,

250490003@ogrenci.hitit.edu.tr, 0009-0005-2612-5439

Hitit Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Çocuk Gelişimi Bölümü, esraisik@hitit.edu.tr, 0000-0002-8779-7248

Özet

Boşanma, bireylerin yaşamlarında birçok değişikliğe neden olan, etkileri boşanma öncesinde başlayıp boşanma sonrasında da devam edebilen toplumsal ve bireysel boyutları bulunan bir geçiş sürecidir. Bu süreçte aile bireylerinin yaşantıları değişikliğe uğramakta ve yaşanan bu değişiklikten hem çocuklar hem de ebeveynler etkilenmektedir. Yaşanan bu değişikliklere uyum sağlama sürecinde çocuklar ve/ya ebeveynler zaman zaman desteğe ihtiyaç duyabilmektedirler. Ebeveynler bir taraftan yeni düzenlerine uyum sağlamaya çalışırken bir taraftan da ebeveynlik sorumluluklarını sürdürmeye çalışırlar. Çocuklarının gelişimsel sorunları ve duygu durumları ile baş etmek durumunda kalabilirler. Yeterince stresli ve zor olan bu süreçte bireylerin yeni yaşam düzenlemelerinde karşılaştıkları güçlüklerin üstesinden gelebilmelerinde sunulabilecek psikoeğitsel programlar ve bireysel müdahaleler gibi destekler oldukça önemlidir. Sağlanan bu profesyonel destekler, boşanmanın bireyler üzerindeki olumsuz etkilerinin en aza indirgenmesine ve bu sürecin daha kolay ve sağlıklı bir şekilde atlatılmasına katkı sağlar. Bu çalışmada Türkiye’de boşanma sürecinde ve sonrasında ailelere ve çocuklara yönelik sunulan koruyucu, önleyici ve destekleyici hizmetleri incelemek amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında boşanma öncesi ve sonrasındaki süreçte destek kapsamında sunulan aile eğitim programları, aile danışmanlığı hizmetleri, ekonomik ve sosyal destek hizmetleri ile konuya ilişkin ilgili kurumların hizmet ve uygulamaları ele alınmıştır. Bu kapsamda Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı ile Adalet Bakanlığı başta olmak üzere ilgili kurumların hizmet ve uygulamaları incelenmiştir. Ayrıca boşanan ailelere sunulan ekonomik ve sosyal destek hizmetleri ile yerel yönetimlerin ve sivil toplum kuruluşlarının katkıları ele alınmıştır. Boşanma sürecine yönelik müdahalelerin, ailelerin ve çocukların üstün yararı gözetilerek bütüncül bir biçimde ele alınmasının boşanma sürecinden etkilenen bireylerin ihtiyaçlarının karşılanmasına daha fazla katkı sunacağı düşünülmektedir. Bu doğrultuda, boşanmanın uzun vadeli olumsuz etkilerinin azaltılması amacıyla, boşanmış ailelerin ihtiyaçlarına uygun hizmetlere erişimlerinin kolaylaştırılması ve bu hizmetlerin yaygınlaştırılması önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: Boşanma, çocuk, aile danışmanlığı, koruyucu ve önleyici hizmetler, müdahale

PREVENTIVE, PROTECTIVE, AND SUPPORTIVE INTERVENTIONS REGARDING THE DIVORCE PROCESS IN TURKEY

Abstract

Divorce is a transitional process that brings about many changes in individuals' lives and has both social and individual dimensions, with effects that may begin before the divorce and continue afterwards. During this process, changes occur in the lives of family members, affecting both children and parents. As they adjust to these changes, children and/or parents may occasionally need support. While parents try to adjust to their new routines, they also strive to fulfill their parenting responsibilities. They may have to cope with their children's developmental difficulties and emotional states. During this already stressful and challenging process, support such as psychoeducational programs and individual interventions is essential to helping individuals overcome the difficulties they face as they adjust to their new life circumstances. This professional support services help minimize the negative effects of divorce on individuals and enables them to navigate this process more easily and in a healthier way. The aim of this study is to examine the protective, preventive, and supportive services provided to families and children during and after divorce in Türkiye. The study examined family education programs, family counseling services, and economic and social support services provided before and after divorce, as well as the services and practices of relevant institutions in this field. In this context, the services and practices of relevant institutions, particularly the Ministry of Family and Social Services and the Ministry of Justice, were examined. In addition, the economic and social support services provided to families experiencing divorce, as well as the contributions of local governments and civil society organizations, are examined. It is believed that adopting a holistic approach to interventions throughout the divorce process, while prioritizing the best interests of families and children, will better address the needs of individuals affected by divorce. Accordingly, to mitigate the long-term negative effects of divorce, it is recommended that access to services tailored to the needs of divorced families be facilitated and that these services be made more widely available.

Keywords: Divorce, child, family counseling, protective and preventive services, intervention.

1. GİRİŞ

Toplumsal yapının temel kurumlarından biri olan aile, evlilik ve kan bağı ile şekillenen bir yapıdır. Aile, çocukların toplumsal yaşamı öğrenmelerinde, kimlik ve statü kazanmalarında önemli bir rol üstlenmektedir. Ayrıca bireylerin biyolojik, ekonomik, sosyal ve duygusal gereksinimlerinin karşılanmasına, gelişimlerinin desteklenmesine ve öğrenme süreçlerine katkıda bulunmaktadır (Aksoy, 2016; Yusufoglu, 2026). Türk tarihinin her döneminde aile, evlilik ve anne-babalık önemli bir yere sahip olmuştur. Türk toplumunda vatan ve devlet gibi kavramların anne ve baba rolleriyle ilişkilendirilmesi sonucunda ‘anavatan’ ve ‘devlet baba’ gibi ifadeler ortaya çıkmıştır. Bu durum, aile ve ebeveynlik kavramlarının Türk kültüründeki önemini ortaya koymaktadır (Ergin ve Ervüz, 2026; Şentürk, 2019). Toplumsal süreçlerdeki gelişmelerle birlikte Türk toplumunda evlilik, aile bütünlüğü ve aile ilişkileri önemli ölçüde farklılaşmaktadır. Modernleşme, kentleşme, küreselleşme, kırdan kente göç, ekonomik koşullar ve kültürel etkileşimler bu farklılaşmada etkili olan başlıca etmenler arasında yer almaktadır (Ergün ve Ervüz, 2026; Giddens, 2012).

Bu değişimlerin dikkat çeken sonuçlarından biri de evlilik birliğinin sona ermesi anlamına gelen boşanmanın giderek daha fazla gündeme gelen toplumsal bir olgu hâline gelmesidir (Yusufoglu, 2026). Boşanma, bireylerin yaşamlarında çeşitli değişimlere yol açan ve etkileri boşanma öncesinde başlayıp boşanma sonrasında da devam eden toplumsal bir süreçtir (Işık, 2024). Boşanmaya ilişkin alanyazın incelendiğinde, boşanmanın farklı yönlerini ele alan benzer ya da farklı tanımlarla karşılaşılmaktadır. Boşanma, Can ve Aksu (2016) tarafından ‘Evlilik kurumundan beklentilerini karşılayamayan çiftlerin yasal yollara başvurarak evlilik kurumunu sonlandırması durumudur’ şeklinde tanımlanmıştır. Bir başka tanımda da boşanma, eşler arasındaki duygusal, cinsel ve yasal birlikteliğin çeşitli nedenlerle sona erdirilmesi olarak tanımlanmaktadır. Bununla birlikte boşanma, bireyler tarafından farklı şekillerde deneyimlenen ve kişiden kişiye değişiklik gösteren kaotik bir süreç olarak da tanımlanmaktadır (Uyar, 1999; Yiğit, 2024).

Eşler arasında kültürel farklılıklar, rol ve sorumluluklara ilişkin beklentiler, sevgi ve saygı eksikliği ile ekonomik güçlükler gibi çeşitli nedenlerle sorunlar ortaya çıkabilmektedir. Bu sorunların çözümü kavuşturulamaması, eşlerin evliliklerinden fiziksel veya ruhsal açıdan doyum sağlayamaması, karşılıklı gereksinim ve beklentilerin karşılanamaması durumunda evlilik birliği boşanmayla sonuçlanabilmektedir (Güleç, 2018). Boşanmanın gerçekleşmesiyle birlikte ailenin yapısı değişmekte; buna bağlı olarak aile işlevlerinde, aile üyelerinin rol ve sorumluluklarında da önemli farklılaşmalar meydana gelmektedir. Boşanma süreci ve sonrasında aile üyeleri hukuki, ekonomik, psikolojik ve sosyolojik açıdan çeşitli sonuçlarla karşı karşıya kalabilmektedir. Zaman zaman mevcut sorunları sona erdirecek bir çözüm yolu olarak değerlendirilen

boşanma, sonuçları itibarıyla yalnızca eşleri değil, varsa çocukları ve diğer aile bireylerini de etkilemekte; bu etkiler toplumsal yaşama da yansıyabilmektedir (Kadim, 2026).

Boşanma sürecinde bireylerin yaşamlarında birçok değişiklik meydana gelmekte ve meydana gelen bu değişimler, eşler ve/ya çocuklar açısından çeşitli uyum sorunlarının ve güçlüklerinin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu süreçte bireyler, yeni yaşamlarına uyum sağlayabilmek ve karşılaştıkları problemlerin üstesinden gelmek için ihtiyaç duydukları desteği kimi zaman yakın çevrelerinden aldıkları teselliyle, kimi zaman da ebeveynlerinin nasihat ve önerileriyle karşılamaya çalışmaktadır. Ancak bazen direnç ve süreklilik gösteren sorunların çözümü profesyonel bir destek gerektirebilir (Işık, 2024). Ebeveynlerin ve/ya çocukların iyi oluş hallerinin desteklenmesi ve boşanmanın olumsuz etkilerinin en aza indirgenmesinde koruyucu ve önleyici uygulamalar büyük önem taşımaktadır.

Boşanma sürecinin aile bireylerine etkisi, bu süreçte bireylerin ihtiyaçlarının belirlenmesini ve gerekli destek mekanizmalarının oluşturulmasını önemli hâle getirmektedir. Özellikle çocukların yaşanan değişimlerden olumsuz etkilenmelerinin önlenmesi, ebeveynlerin yeni yaşam koşullarına uyum sağlamalarının desteklenmesi ve aile üyelerinin karşılaştıkları güçlüklerle başa çıkabilmelerine yardımcı olunması gerekmektedir. Bu doğrultuda boşanmanın yalnızca hukuki bir süreç olarak değerlendirilmemesi, aile bireylerinin psikolojik, sosyal ve ekonomik gereksinimlerini de kapsayan çok yönlü bir olgu olarak ele alınması gerekmektedir.

Aile bütünlüğünün desteklenmesi, boşanma sürecinde ortaya çıkabilecek risklerin azaltılması ve boşanma sonrasında aile bireylerinin uyumlarının kolaylaştırılması, profesyonel müdahalelerinin önemini ortaya koymaktadır. Bu müdahaleler kapsamında boşanma gerçekleşmeden önce aile ilişkilerini güçlendirmeye yönelik önleyici çalışmalar, risk altındaki bireyleri ve çocukları korumaya yönelik hizmetler ve boşanma süreci ya da sonrasında ihtiyaç duyulan destekleyici uygulamalar kapsamında çalışmaları gerekli kılmaktadır. Bu doğrultuda Türkiye’de boşanma sürecine yönelik müdahalelerinin incelenmesi, ailelerin ihtiyaçlarının ve mevcut hizmetlerin değerlendirilmesi açısından önemlidir.

Bu çalışmanın amacı, Türkiye’de boşanma sürecine yönelik önleyici, koruyucu ve destekleyici müdahaleleri incelemektir. Bu kapsamda boşanma ve yaygınlığına ilişkin bilgiler paylaşıldıktan sonra, boşanma öncesi önleyici müdahaleler ile boşanma sırası ve sonrasında uygulanan müdahalelere yer verilecektir. Bu kapsamda hizmet veren kurumlara ve işleyişlerine ilişkin bilgiler sunulacaktır.

2. YÖNTEM

2.1. Araştırmanın Modeli

Bu çalışmada, nitel araştırma yöntemlerinden literatür taramasına dayalı derleme yöntemi kullanılmıştır. Çepni'ye (2021) göre alanyazın derleme, belirli bir alanda gerçekleştirilmiş çalışmaların önceden belirlenen ölçütler doğrultusunda incelenmesi, değerlendirilmesi ve mevcut bilgilerin bir araya getirilmesi sürecidir.

2.2. Verilerin Toplanması

Bu çalışmadaki veriler, literatür taraması yöntemi kullanılarak elde edilmiştir. Veri toplama sürecinde konu ile ilişkili kitap, makale, tez ve bilimsel yayınlardan yararlanılmıştır. İlgili yayınlara ulaşmak amacıyla başta Google Akademik, DergiPark, YÖK Tez Merkezi, PubMed, ResearchGate ve ScienceDirect veri tabanlarında kapsamlı bir tarama yapılmıştır. Yapılan taramada 'boşanma, çocuk, aile danışmanlığı, koruyucu ve önleyici hizmetler, müdahale' anahtar sözcüklerinden yararlanılmıştır.

Bu çalışmanın verileri, literatür taraması yöntemiyle elde edilmiştir. Bu kapsamda, araştırma konusuyla ilişkili kitap, makale, tez ve diğer bilimsel yayınlar incelenmiştir. İlgili kaynaklara ulaşmak amacıyla Google Akademik, DergiPark, YÖK Ulusal Tez Merkezi, PubMed, ResearchGate ve ScienceDirect veri tabanlarında tarama yapılmıştır. Tarama sürecinde 'boşanma', 'çocuk', 'aile danışmanlığı', 'koruyucu ve önleyici hizmetler', 'müdahale', 'psikososyal destek' ve 'çocuk odaklı müdahaleler' anahtar sözcüklerinden yararlanılmıştır.

2.3. Literatürün Değerlendirilmesi

Literatür taraması sonucunda ulaşılan kaynaklar, araştırmanın amacı ve kapsamı doğrultusunda incelenmiştir. Kaynaklardan elde edilen bilgiler; boşanma sürecinde ve sonrasında ailelere ve çocuklara yönelik koruyucu, önleyici ve destekleyici hizmetler ile bu alanda faaliyet gösteren kurum ve kuruluşlar çerçevesinde ele alınmıştır. İlgili bilgiler, araştırmanın alt başlıkları doğrultusunda bir araya getirilerek açıklayıcı ve betimleyici bir yaklaşımla sunulmuştur.

3. Kuramsal Çerçeve

3.1. Boşanma Olgusu ve Aile Üzerindeki Yansımaları

Boşanma, eşlerin yaşamları devam ederken evlilik birliğinin mahkeme kararıyla hukuki olarak sona erdirilmesi şeklinde tanımlanmaktadır (Yıldırım, 2013; Yusufoglu, 2026). Boşanma olgusu ve nedenlerine ilişkin alanyazın incelendiğinde, bu süreci etkileyen birçok faktörün bulunduğu görülmektedir. Elmas ve Adak (2023), Türkiye'de boşanma nedenlerinin kadınlar ve erkekler açısından farklılık gösterdiğini vurgulamış; eşin sorumsuz ve ilgisiz davranışlarının, aile bireylerinin ekonomik geçimini sağlayamamasının ve aile büyüklerinin aile ilişkilerine müdahalesinin boşanmada etkili olan önemli nedenler arasında yer aldığını belirtmişlerdir.

Dildar (2025), evlilik yaşının yükselmesini, doğurganlığın düşmesini, eğitim seviyesinin artmasını ve toplumsal cinsiyet rollerinin değişmesini boşanmada etkili olan faktörler olarak belirtmiştir. Ayrıca kadınların toplumsal cinsiyet tutumları, aile muhafazakârlığı, kadına yönelik şiddete tolerans ve eşin kontrolcü davranışlarını boşanmayı etkileyen mikro düzeydeki belirleyiciler olarak ele almıştır. Kuru-Sönmez ve Yakut (2024), yerleşim yeri, evlilik süresi, işsizlik durumu, evlenme yaşı, alkol kullanımı, evlenme biçimi, hastalık durumu ile fiziksel ve sözlü şiddetin boşanma olasılığını etkileyen faktörler olduğunu ortaya koymuştur. Boşanma nedenleri incelendiğinde, bu sürecin tek bir etkene bağlı olmadığı, bireysel, ekonomik ve toplumsal birçok faktörün bir araya gelmesiyle sürecin şekillendiği görülmektedir. Eşler arasında yaşanan sorunların yanı sıra aile içindeki ilişkiler ve yaşam koşulları da evlilik birliğinin devamlılığını etkileyebilmektedir.

Gelişmiş toplumlarda giderek yaygınlaşan boşanma olgusu, bireysel ve toplumsal düzeyde çeşitli sonuçlar doğurabilmekte ve aile yaşamında bir kriz durumu olarak değerlendirilebilmektedir (Yıldız, 2017). Boşanma, eşler arasındaki ilişkinin sona ermesinin ötesinde, aile yapısında, aile işlevlerinde ve aile üyelerinin rol ve sorumluluklarında değişimlere yol açmaktadır. Bu süreçte aile üyeleri hukuki, ekonomik, psikolojik ve sosyolojik açılardan çeşitli sorunlarla karşılaşabilmekte; yaşanan değişimlerden çocuklar, diğer aile üyeleri ve yakın sosyal çevre de etkilenebilmektedir (Beşirli, 2020; Kadim, 2026). Boşanmanın aile yaşamında meydana getirdiği değişimler, özellikle çocukların deneyimlerini ve tepkilerini önemli hâle getirmektedir. Bununla birlikte çocukların boşanma sürecinden etkilenme biçimleri, içinde bulundukları koşullara göre farklılık gösterebilmektedir.

Boşanma sürecinde çocukların yaşanan değişimlerden etkilenme biçimleri; yaşları, gelişim düzeyleri, aile içindeki ilişkilerin niteliği ve ebeveynlerinden gördükleri destek gibi çeşitli etkenlere bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir. Bu süreçte çocuklarda hırçınlık, kurallara direnç ve saldırgan davranışlar gibi dışsallaştırma sorunlarının yanı sıra kaygı, terk edilme korkusu, içe kapanma ve uyku düzensizlikleri gibi tepkiler de görülebilmektedir. Bununla birlikte, çatışmalı aile ortamından uzaklaşmak bazı çocuklarda rahatlama hissi yaratabilmektedir (Özkan vd., 2025). Çocukların boşanmaya verdikleri tepkiler gelişim dönemlerine göre de farklılaşabilmekte; küçük çocuklarda ebeveyne aşırı bağlanma ve terk edilme korkusu ön plana çıkarken okul çağındaki çocuklarda suçluluk duygusu, ebeveynler arasında sadakat çatışması, dikkat sorunları ve davranışsal güçlükler görülebilmektedir (Bayrak Çelik, 2020). Bununla birlikte, söz konusu tepkilerin her çocukta aynı biçimde ortaya çıkmadığı ve çocuğun bireysel özellikleri ile aile içindeki koşullara göre değişebildiği göz önünde bulundurulmalıdır. Bu nedenle boşanma sürecinde çocukların gelişimsel özelliklerinin ve duygusal gereksinimlerinin dikkate alınması önem taşımaktadır.

3.2. Türkiye’de Evlilik ve Boşanma İstatistikleri (2025 Verileri)

Türkiye’de evlenme ve boşanma istatistikleri, aile yapısındaki değişimlerin ve evlilik birliğinin sona ermesine ilişkin eğilimlerin değerlendirilmesi açısından önemli göstergeler sunmaktadır. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK, 2026) tarafından yayımlanan 2025 yılı verilerine göre, evlenen çiftlerin sayısı 2024 yılında 569.983 iken 2025 yılında 552.237’ye gerilemiştir. Buna karşılık boşanan çiftlerin sayısı 2024 yılında 188.963 iken 2025 yılında 193.793’e yükselmiştir. Bin nüfus başına düşen evlenme sayısını ifade eden kaba evlenme hızı 2025 yılında binde 6,43, kaba boşanma hızı ise binde 2,26 olarak gerçekleşmiştir.

Ortalama ilk evlenme yaşına ilişkin veriler incelendiğinde, 2025 yılında bu yaşın erkeklerde 28,5, kadınlarda ise 26,0 olduğu görülmektedir. Kadınlar ve erkekler arasındaki ortalama ilk evlenme yaşı farkı 2,5 yıl olarak belirlenmiştir. İller arasında kaba boşanma hızı en yüksek il, binde 3,28 ile İzmir iken; İzmir’i binde 3,21 ile Antalya ve binde 3,14 ile Denizli izlemiştir. Kaba boşanma hızının en düşük olduğu iller ise Hakkâri (binde 0,51), Şırnak (binde 0,52) ve Bitlis (binde 0,63) olmuştur.

Boşanmaların evlilik süresine göre dağılımı, evliliğin ilk yıllarının müdahale ve destek hizmetleri bakımından önemini ortaya koymaktadır. TÜİK verilerine göre 2025 yılında gerçekleşen boşanmaların %34’ü evliliğin ilk beş yılı içerisinde, %20,3’ü ise evliliğin altıncı ve onuncu yılları arasında meydana gelmiştir. Bu bulgular, özellikle evliliğin ilk yıllarında eşlerin birbirlerine ve yeni yaşam düzenine uyum sağlamalarını, çocuk sahibi olunması durumunda ise artan sorumluluklarla baş etmelerini destekleyecek; iletişim, çatışma çözme ve aile ilişkilerini güçlendirmeye yönelik önleyici çalışmaların önemine ve gerekliliğine işaret etmektedir.

Boşanma sürecinin çocuklar üzerindeki etkileri de istatistiklerde dikkat çeken bir diğer konudur. Kesinleşen boşanma davaları sonucunda 2025 yılında 191.371 çocuğun velayeti karara bağlanmıştır. Velayet kararlarının %74,6’sı anneye, %25,4’ü ise babaya verilmiştir. Bu veriler, boşanma sürecinin yalnızca eşler arasındaki hukuki ilişkinin sona ermesiyle sınırlı olmadığını, çocukların bakım ve ebeveynlik düzenlemeleri açısından da önemli sonuçlar doğurduğunu göstermektedir. Dolayısıyla boşanma öncesinde, sırasında ve sonrasında çocukların üstün yararını gözeten, ebeveynlerin sorumluluklarını destekleyen ve ailelerin psikososyal gereksinimlerine yanıt veren hizmetlerin önemi ortaya çıkmaktadır.

Sonuç olarak, Türkiye’de 2025 yılına ait evlenme ve boşanma istatistikleri, boşanan çiftlerin sayısında bir önceki yıla göre artış yaşandığını ve boşanmaların önemli bir bölümünün evliliğin ilk on yılında gerçekleştiğini göstermektedir. Bu çerçevede, aile ilişkilerini güçlendirmeye yönelik önleyici çalışmaların yanı sıra boşanma sürecinde bireyleri ve çocukları koruyan, boşanma sonrasında ise uyum sürecini destekleyen hizmetlerin bütüncül bir yaklaşımla ele alınması önem taşımaktadır (TÜİK, 2026).

3.3. Türkiye’de Boşanma Sürecine Yönelik Sosyal Hizmet Uygulamaları

Aileye yönelik sosyal hizmet uygulamaları, aile üyelerinin beklenti ve sorunlarının belirlenmesini, bu sorunların çözümüne yönelik rehberlik sunulmasını, sağlıklı bir aile ortamının oluşturulmasını ve kriz durumlarında müdahalede bulunularak ailenin parçalanma riskinin azaltılmasını amaçlayan uygulamaları kapsamaktadır (Arslan, 2021). Sosyal hizmet, aile bütünlüğünün korunması ve ailenin dağılmasının önlenmesi amacıyla koruyucu, sürdürücü ve eğitici nitelikte müdahaleler gerçekleştirmektedir. Bu doğrultuda aile üyeleri arasındaki ilişkilerin geliştirilmesi, aile içinde yaşanan güçlüklerin giderilmesi ve mevcut sorunların çözümüne yönelik rehberlik ve danışmanlık hizmetleri sunulmaktadır. Bunun yanı sıra aile yaşamı ve aile planlamasına ilişkin eğitim programları düzenlenmekte; boşanma ve aile içi uyumsuzluk gibi aile bütünlüğünü tehdit eden sorunların çözümüne yönelik çalışmalar yürütülmektedir (Demirbilek, 2017). Sosyal hizmetin aile bütünlüğünün korunmasına yönelik müdahaleleri; aile danışmanlığı ve rehberlik hizmetleri, ekonomik destek ve sosyal yardım uygulamaları, aileye yönelik psikososyal destek hizmetleri, bağımlılıkla mücadele ve rehabilitasyon hizmetleri, aile içi şiddetin önlenmesine yönelik çalışmalar ile koruyucu ve önleyici hizmetler kapsamında ele alınabilir (Kılıç ve Ünal, 2026).

3.3.1. Aile Bütünlüğünün Korunması ve Evlilik İlişkilerinin Güçlendirilmesine Yönelik Hizmetler

Aile bütünlüğünün korunması ve evlilik ilişkilerinin güçlendirilmesi, ailelere yönelik eğitim, danışmanlık ve rehberlik çalışmalarının temel amaçları arasında yer almaktadır. Bu kapsamda aile eğitimleri, aile danışmanlığı ve evlilik öncesi eğitimler öne çıkan hizmet alanlarıdır.

Ülkemizde konuya ilişkin çalışmalar yapan en önemli kurum Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı’dır. Nitekim Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı tarafından yürütülen *Aile Eğitim Programı (AEP)*, aile bireylerinin temel yaşam becerilerini geliştirmeyi amaçlayan kapsamlı bir eğitim programıdır. Program kapsamında etkili iletişim, anne-baba olma, çocuk yetiştirme, aile bütçesi ve kaynak yönetimi, bilinçli medya kullanımı, sağlık ve hukuk okuryazarlığı gibi alanlarda eğitimler sunulmaktadır. Programın aile içi iletişim ve ebeveynlik becerilerini geliştirmeye yönelik içeriği, boşanma sürecinde ve sonrasında çocukların ihtiyaçlarının anlaşılması ve ebeveynlerin çocuk yetiştirme sorumluluklarını sürdürmeleri açısından destekleyici bir çerçeve sunabilir (Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı [ASHB], 2026).

Hamamcı’ya (2005) göre aile eğitimi; sağlıklı aile yaşamı, eşler arasındaki ilişkiler ve etkileşim, cinsel eğitim, aile planlaması, bireysel gelişim ve parçalanmış ailelere yönelik programların yanı sıra aile-çocuk etkileşimi, çocuk bakımı, eğitimi ve gelişimi ile aile katılımı gibi konuları kapsamaktadır. Aile ilişkilerinin güçlendirilmesinde önemli bir yere sahip olan aile danışmanlığı ve rehberlik hizmetleri ise çiftler arasında

yaşanan iletişim sorunları, çatışmalar, rol dağılımına ilişkin anlaşmazlıklar ve duygusal uzaklaşma gibi problemlerin çözümünü desteklemeyi amaçlamaktadır. Ayrıca bu hizmetler, bireylerin kendi potansiyellerini geliştirmelerine ve daha sağlıklı ilişkiler kurmalarına katkı sağlamayı hedeflemektedir (Yıldırım, 2024).

Aile ilişkilerini güçlendirmeye yönelik önleyici hizmetlerden biri de Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı tarafından yürütülen Evlilik Öncesi Eğitim Programı'dır. Evlilik çağına gelmiş ve aile kurmayı planlayan bireylerin evlilik yaşamına hazırlanmalarını amaçlayan program; eşler arasında etkili iletişim ve yaşam becerilerinin geliştirilmesi, aile hukukuna ilişkin bilgilerin edinilmesi ve evlilik ile sağlık konularında farkındalık kazanılması gibi alanları kapsamaktadır. Program aracılığıyla çiftlerin birbirlerini daha iyi tanımaları, evlilik yaşamına ilişkin gerçekçi beklentiler geliştirmeleri ve karşılaşılabilecekleri sorunlarla baş etme becerilerinin desteklenmesi hedeflenmektedir (ASHB, t.y.).

Sosyal hizmet disiplini açısından aile danışmanlığı ve rehberlik hizmetleri, yalnızca kriz dönemlerinde müdahalede bulunmakla sınırlı değildir. İlişkilerde henüz ciddi sorunlar ortaya çıkmadan evlilik öncesi danışmanlık programlarının yaygınlaştırılması da aile içi sorunların önlenmesine ve çiftlerin karşılaşılabilecekleri güçlüklerle baş etme becerilerinin geliştirilmesine katkı sağlayabilir. Bu tür hizmetlerin, evlilik ilişkilerinin sürdürülebilirliğinin desteklenmesinde ve boşanma riskinin azaltılmasında rol oynayabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle aile danışmanlığı ve rehberlik hizmetleri, aile birliğinin korunmasına yönelik müdahaleler arasında değerlendirilebilir (Kılıç ve Ünal, 2026).

3.3.2. Boşanma Sürecinde Ailelere Yönelik Psikososyal Destek ve Danışmanlık Hizmetleri

Psikososyal destek, bireylerin yaşamları boyunca karşılaşılabilecekleri beklenmedik değişim ve güçlüklerle başa çıkma ve değişen koşullara uyum sağlamalarını destekleyen yardımları kapsamaktadır (Armutlu, 2024). Aileye yönelik psikososyal destek hizmetleri ise aile bütünlüğünün korunmasını bireysel, ailesel ve toplumsal boyutlarıyla ele alarak sosyal hizmet müdahalelerinde önemli bir yer tutmaktadır (Kılıç ve Ünal, 2026). Bu kapsamda evliliğe hazırlık sürecinde danışmanlık ve rehberlik sunulması, aile içindeki rol ve sorumluluklara ilişkin farkındalık kazandırılması ve stres, kayıp, hastalık ve işsizlik gibi kriz durumlarında uygun psikolojik ve sosyal destek mekanizmalarının devreye sokulması önem taşımaktadır (Özkan ve Kılıç, 2013). Aileye yönelik bu müdahaleler, bireylerin psikolojik iyilik hâllerinin desteklenmesine ve aile ilişkilerinin güçlendirilmesine katkı sağlayabilir (Karataş ve Güre, 2017).

3.3.3. Boşanma Sürecinde ve Sonrasında Çocuklara Yönelik Koruyucu ve Destekleyici Hizmetler

Boşanma sürecinin çocuklar üzerindeki etkileri, ebeveynlerin boşanma öncesinde ve sonrasında kurdukları iletişimin niteliği ve çocukların gelişimsel özellikleriyle yakından ilişkilidir (Özdemir, 2025). Boşanma,

çocukların yaşam koşullarında, bakım düzenlerinde ve ebeveynleriyle kurdukları ilişkilerde önemli değişikliklere yol açabilmektedir. Bu nedenle boşanma sürecinde çocukların ihtiyaçlarının değerlendirilmesi ve haklarının korunması, çocuk hakları temelli bir yaklaşım çerçevesinde ele alınmalıdır. Türkiye'nin de taraf olduğu Birleşmiş Milletler Çocuk Haklarına Dair Sözleşme (ÇHS), çocukların korunması ve gelişimlerinin desteklenmesi bakımından bu sürece rehberlik eden temel uluslararası belgelerden biridir (Doğruyol, 2026). Nitekim Sözleşme'nin 3. maddesinde, çocukları ilgilendiren kararlarda çocuğun üstün yararının öncelikli olarak dikkate alınması gerektiği belirtilmektedir (Birleşmiş Milletler, 1989, md. 3). Bu ilke, boşanma sürecinde velayet, bakım ve yaşam düzenine ilişkin kararların alınmasında çocuğun ihtiyaçlarının ve esenliğinin ön planda tutulmasını gerektirmektedir. Ebeveynler arasındaki anlaşmazlıkların çözümünde çocukların çıkarlarının geri planda bırakılmaması, bu ilkenin uygulamaya yansıtılması açısından önemlidir (Doğruyol, 2026).

Boşanma sürecinde çocukların korunması, yalnızca hukuki haklarının güvence altına alınmasıyla sınırlı olmayıp duygusal ihtiyaçlarının karşılanmasını ve yeni yaşam koşullarına uyumlarının desteklenmesini de kapsamaktadır. Bu süreçte çocukların yaş ve gelişim düzeylerine uygun biçimde bilgilendirilmesi, boşanmanın kendilerinin davranışlarından kaynaklanmadığının açıklanması ve ebeveynleri tarafından sevmeye devam edeceklerine ilişkin güvence verilmesi önem taşımaktadır. Ebeveynler arasındaki ayrılığın çocukların kendilerine yönelik sevgi ve bakımın sona ermesi anlamına gelmediğinin anlaşılması, çocukların güven duygularının korunmasına katkı sağlayabilir. Boşanma sonrasında çocukların her iki ebeveynle ilişkilerinin, çocuğun üstün yararı ve güvenliği gözetilerek sürdürülmesi önemlidir. Çocukların ebeveynleri arasında taraf seçmeye zorlanmaması, ebeveynler arasındaki çatışmalara dâhil edilmemesi ve her iki ebeveynle ilişkilerini sürdürebilmeleri için uygun koşulların oluşturulması gerekmektedir. Bunun yanında çocuğun nerede yaşayacağı, diğer ebeveyniyle ne zaman görüşeceği ve günlük yaşamında ne gibi değişiklikler olacağı konusunda yaşına uygun açıklamalar yapılması, belirsizliklerin azaltılmasına yardımcı olabilir. Çocuğun boşanma sonrasında karşılaşacağı değişikliklerin mümkün olduğunca sınırlı tutulması ve zorunlu değişikliklerin aşamalı biçimde gerçekleştirilmesi de uyum süreci açısından önemlidir. Okul, arkadaş çevresi ve diğer sosyal ilişkilerin korunması, çocuğun alışık olduğu yaşam düzeninin devamlılığını destekleyebilir. Bu süreçte okul yönetimi ve öğretmenlerle gerekli iletişimin kurulması, çocuğun yaşadığı güçlüklerin fark edilmesine ve ihtiyaç duyduğu desteğin sağlanmasına katkıda bulunabilir. Ayrıca çocukların duygu ve düşüncelerini rahatça ifade edebilecekleri güvenli bir ortamın oluşturulması, boşanmaya bağlı üzüntü, öfke ve kaygı gibi duygularının anlaşılması bakımından önemlidir. Ebeveynlerin tutarlı davranışlar sergilemeleri, verdikleri sözleri yerine getirmeleri ve çocuklarına karşı sorumluluklarını sürdürmeleri, çocukların güven duygularının yeniden

oluşmasına yardımcı olur. Çocuğun veya ailenin ihtiyaç duyması hâlinde psikolojik danışmanlık ve sosyal hizmet desteğine başvurulması da boşanma sürecinin daha sağlıklı yönetilmesine yardımcı olabilir (Türkarslan, 2007).

Boşanma sonrasında çocuklar birtakım duygusal ve davranışsal problemler sergileyebilmektedir. Çocuklarda görülen bu duygusal ve davranışsal problemlerin giderilmesi ve uyumlarının desteklenmesi amacıyla, çocuğun bireysel ihtiyaçlarına ve yaşadığı güçlüklerin düzeyine uygun psikolojik destek hizmetlerinden yararlanılabilir. *Türkiye’de Sağlık Bakanlığına bağlı Sağlıklı Hayat Merkezlerinde* boşanma gibi kriz durumları yaşayan birey ve ailelere yönelik psikososyal danışmanlık ve destek hizmetleri sunulmakta; gerekli durumlarda psikiyatrik değerlendirme veya tedavi için ilgili kurumlara yönlendirme yapılmaktadır (T.C. Sağlık Bakanlığı, Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü, t.y.). *Çocuk ve Ergen Ruh Sağlığı ve Hastalıkları polikliniklerinde* ise çocuğun duygusal, davranışsal ve gelişimsel ihtiyaçları değerlendirilerek bireysel psikoterapi, aile danışmanlığı ve psikoeğitim gibi müdahaleler uygulanabilmekte; gerektiğinde ilaç tedavisi planlanabilmekte ve okulun rehberlik birimleriyle iş birliği yapılabilmektedir (T.C. Sağlık Bakanlığı, Bakırköy Prof. Dr. Mazhar Osman Ruh Sağlığı ve Sinir Hastalıkları Eğitim ve Araştırma Hastanesi, t.y.). Bu kapsamda çocukla bireysel görüşmeler yürütülmesi, ebeveynlere çocuğun duygusal ihtiyaçları ve boşanma sürecindeki ebeveynlik tutumları hakkında psikoeğitim verilmesi, gerekli durumlarda aile görüşmelerinin gerçekleştirilmesi ve çocuğun okul uyumunun desteklenmesi olası müdahale yöntemleri arasında değerlendirilebilir. Bununla birlikte, söz konusu hizmetler boşanmış çocuklara özgü, ülke genelinde standart biçimde uygulanan tek bir tedavi programı olarak değerlendirilmemelidir. Müdahalenin türü ve kapsamı çocuğun ihtiyaçlarına göre belirlenmelidir.

Boşanma sürecinde ve sonrasında çocukların korunması, yalnızca temel gereksinimlerinin karşılanmasını değil, psikososyal uyumlarının desteklenmesini ve ebeveynler arasındaki çatışmalardan olumsuz etkilenmelerinin önlenmesini de gerektirmektedir. Uluslararası literatürde boşanmış ebeveynlere ve çocuklara yönelik geliştirilen müdahale programlarının ebeveynler arası çatışmaların azaltılması, ebeveynlik becerilerinin geliştirilmesi ve çocukların boşanmaya uyumlarının desteklenmesi gibi amaçlar taşıdığı belirtilmektedir (Işık, 2024). Bu doğrultuda Türkiye’de boşanma sürecinde ve sonrasında sunulan hizmetlerin, çocukların gelişimsel ve psikososyal gereksinimlerini gözetken müdahalelerle desteklenmesi önem taşımaktadır.

3.3.4. Boşanma Sonrasında Ekonomik ve Sosyal Destek Mekanizmaları

Sosyal ve Ekonomik Destek (SED) Hizmeti, *Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı tarafından Çocuk Hizmetleri Genel Müdürlüğü* bünyesinde destek sunmaktadır. Sosyal ve Ekonomik Destek (SED) Hizmeti, çocukların ihtiyaçlarının karşılanması, ailelerin güçlendirilmesi ve geçici sosyal ve ekonomik güçlüklerin aşılması

amacıyla yürütülmektedir. Hizmet kapsamında çocukların öz aileleri veya yakınları yanında bakım ve desteklerinin sürdürülmesi, fırsat eşitliğinin desteklenmesi ve ailelerin ekonomik güçlüklerinin azaltılmasının yanı sıra psikososyal açıdan da desteklenmesi hedeflenmektedir. Ayrıca SED hizmetinden yararlanan okul çağındaki çocukların akademik, sportif, sanatsal ve kültürel alanlarda gelişimlerinin desteklenmesine önem verilmektedir (ASHB, 2026).

3.3.5. Aile İçi Şiddetle Mücadele ve Şiddet Mağdurlarına Yönelik Koruyucu Hizmetler

Şiddet Önleme ve İzleme Merkezleri (ŞÖNİM), şiddetin önlenmesi, koruyucu ve önleyici tedbirlerin etkin biçimde uygulanması amacıyla danışmanlık, rehberlik, yönlendirme ve izleme hizmetleri sunan kuruluşlardır. Bu merkezlerde hizmetler, gerekli mesleki personel tarafından haftanın yedi günü, günün yirmi dört saati esasına göre yürütülmektedir. ŞÖNİM teşkilatlanmasının henüz tamamlanmadığı illerde ise ilgili yönetmelik kapsamında merkeze verilen görevler, Aile ve Sosyal Hizmetler İl Müdürlükleri tarafından yerine getirilmektedir (ASHB, 2026).

Kadın konukevleri, fiziksel, duygusal, cinsel, ekonomik veya sözlü şiddete maruz kalan kadınların korunması ve güçlendirilmesi amacıyla hizmet sunan yatılı sosyal hizmet kuruluşlarıdır. Bu kuruluşlarda kadınların psikososyal ve ekonomik sorunlarının çözümüne katkı sağlanmakta; varsa çocuklarıyla birlikte temel ihtiyaçlarının karşılanması ve geçici süreyle güvenli bir ortamda barınmaları desteklenmektedir. Kadın konukevlerinde kalan kadınların yaşadıkları sorunların değerlendirilmesi ve aileleriyle ya da eşleriyle yaşadıkları anlaşmazlıkların çözümüne yönelik mesleki çalışmalar da yürütülmektedir. Bu kapsamda kadınlara ve beraberlerindeki çocuklara güvenlik, danışmanlık, tıbbi destek, geçici maddi yardım, kreş, mesleki eğitim, grup çalışmaları ile sosyal, sanatsal ve sportif faaliyetler gibi alanlarda doğrudan veya ilgili kurumlara yönlendirme yoluyla destek sağlanmaktadır (ASHB, 2026).

Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı tarafından sunulan *ALO 183 Şiddetle Mücadele Hattı* aracılığıyla kadın, çocuk, aile, engelli ve yaşlı bireyler ile şehit yakınları ve gazilere yönelik hizmetler hakkında başvurular değerlendirilmekte, rehberlik ve danışmanlık desteği sağlanmaktadır. Ayrıca ihmal, istismar ve şiddet vakalarına ilişkin bildirimler alınmakta; acil müdahale gerektiren durumlarda ilgili ildeki acil müdahale ekipleri ve/veya kolluk kuvvetleri bilgilendirilmektedir. Gerekli görülen durumlarda emniyet ve jandarma birimleriyle koordinasyon kurularak vakaya müdahale edilmesi sağlanmaktadır (ASHB, 2026).

3.3.6. Boşanma Sürecinde Kurumlar Arası İş Birliği ve Destek Hizmetleri

Adli Destek ve Mağdur Hizmetleri Müdürlükleri (ADM), adli süreçte suç mağdurlarının ihtiyaç duydukları desteğe erişimini kolaylaştırmak amacıyla kurulmuştur. Adalet ve sosyal hukuk devleti ilkeleri doğrultusunda

faaliyet gösteren bu müdürlükler, özellikle kırılgan gruplar başta olmak üzere mağdurlara bilgilendirme, ilgili kurumlara yönlendirme ve psikososyal destek hizmetleri sunmaktadır. Müdürlüklerin faaliyete geçmesiyle birlikte mağdurlara yönelik bilgilendirme ve yönlendirme hizmetleri daha sistematik hâle getirilmiş; psikososyal destek uygulamaları çocuk ve aile mahkemelerinin yanı sıra Cumhuriyet başsavcılıkları, ceza mahkemeleri ve hukuk mahkemelerini de kapsayacak biçimde genişletilmiştir. Ayrıca hizmet sunumunda standartların geliştirilmesi, vaka yönetiminin uygulanması ve adli görüşme odalarından yararlanılmasıyla destek hizmetlerinin daha koordineli yürütülmesi hedeflenmiştir. Bu müdürlükler bünyesinde bilgilendirme ve yönlendirme, kırılgan grupları destekleme, ceza ve hukuk yargılamalarına destek, adli yardım ile çocuk teslimi ve çocukla kişisel ilişki işlemlerine yönelik bürolar bulunmaktadır (Adalet Bakanlığı, 2020).

Çocuk Adalet Merkezleri, çocuklara yönelik adli süreçlerin tek bir merkezde ve çocuk dostu yaklaşımlar doğrultusunda yürütülmesini sağlamak amacıyla yapılandırılmaktadır. Bu merkezlerde çocuk ağır ceza mahkemesi, çocuk mahkemesi, Cumhuriyet başsavcılığı çocuk bürosu ve Adli Destek ve Mağdur Hizmetleri Müdürlüklerinin bir arada bulunması öngörülmektedir. Bunun yanı sıra çocuk polisi, adli tıp uzmanları ve Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı personelinin yanı sıra barolar ve ilgili üniversite bölümlerinin de sürece dâhil edilmesi hedeflenmektedir. Hukuk klinikleri ile psikososyal destek kliniklerinin oluşturulması sayesinde hukuk, psikoloji, rehberlik ve psikolojik danışmanlık ile sosyal hizmet alanlarının katkılarından yararlanılması ve çocuklara yönelik hizmetlerin kurumlar arası iş birliğiyle bütüncül bir yaklaşımla sunulması amaçlanmaktadır (Adalet Bakanlığı, 2022).

Adalet Bakanlığı bünyesinde adliyelerde hizmet veren *Adli Görüşme Odaları (AGO)*, adli süreçte görüşme yapılacak kişi(ler)in ikincil mağduriyet yaşamasının önüne geçmek amacıyla özel olarak düzenlenmiş alanlardır. Bu odalar bekleme, görüşme ve gözlem olmak üzere üç ayrı bölümden oluşmaktadır. Özellikle ifadelerinin özel koşullarda alınması gereken veya şüpheli ya da faille yüz yüze gelmesi uygun görülmeyen kişilerin adli işlemlerinin yürütülmesinde kullanılmaktadır. Bu kapsamda mağdur, tanık ve suça sürüklenen çocukların yanı sıra cinsel suçlara ve aile içi şiddete maruz kalan kişiler ile diğer kırılgan gruplardaki mağdurların ifade ve beyanlarının uygun koşullarda alınmasına olanak sağlanmaktadır (Adalet Bakanlığı, 2020).

Çocuk İzlem Merkezleri (ÇİM), cinsel istismara maruz kaldığından şüphelenilen 0-18 yaş aralığındaki çocuklara yönelik adli ve tıbbi işlemlerin koordineli biçimde yürütülmesini sağlayan merkezlerdir. Sağlık Bakanlığı bünyesinde hizmet veren bu merkezlerde çocukların adli görüşmeleri, adli muayeneleri ve gerekli psikiyatrik değerlendirmeleri uzman personel tarafından gerçekleştirilmektedir. Sürecin çocukların üstün yararı gözetilerek

yürütülmesi, tekrarlayan ifade işlemlerinin ve ikincil örselenmenin önlenmesi açısından önem taşımaktadır. Cumhuriyet savcılığının talimatıyla başlatılan süreçte çocuğun merkeze kabulü, avukat görevlendirilmesi ve ön görüşmelerin ardından adli görüşme gerçekleştirilmektedir. Görüşme sırasında çocuğun beyanı, uzman adli görüşmeci aracılığıyla alınmakta ve sesli-görüntülü kayıt altına alınmaktadır. Gerekli görülen durumlarda adli muayene, sosyal inceleme ve ruh sağlığı değerlendirmesi gibi işlemler de yürütülebilmektedir (Adalet Bakanlığı, 2020). Çocuk İzlem Merkezleri'nin hizmet kapsamı boşanma olmamakla birlikte, boşanma sürecindeki veya boşanma sonrasındaki çocukların cinsel istismara maruz kaldığının ya da böyle bir şüphenin bulunduğu ortaya çıkması durumunda bu merkezlerin sunduğu adli ve psikososyal destek hizmetleri önem taşımaktadır.

Sağlıklı Hayat Merkezleri (SHM), toplum sağlığının korunması, sağlıklı yaşam alışkanlıklarının geliştirilmesi ve birinci basamak sağlık hizmetlerine erişimin kolaylaştırılması amacıyla faaliyet gösteren, toplum sağlığı merkezlerine bağlı kuruluşlardır. Bu merkezler aracılığıyla aile hekimliği hizmetlerinin desteklenmesi, hastalıkların ortaya çıkmadan önlenmesine yönelik çalışmaların yaygınlaştırılması ve bireylerin yaşam kalitesinin artırılması hedeflenmektedir. Ayrıca tütün ve benzeri zararlı maddelerin kullanımının önlenmesi, sağlıklı beslenme alışkanlıklarının kazandırılması, fiziksel aktivitenin artırılması ve obeziteyle mücadele edilmesi gibi konularda danışmanlık hizmetleri sunulmaktadır. Sağlıklı Hayat Merkezlerinde beslenme, kronik hastalıklar, fiziksel aktivite, kadın ve üreme sağlığı, kanser taramaları, çocuk ve ergen sağlığı, bağımlılıkla mücadele ve ağız-diş sağlığı gibi farklı alanlarda hizmetler sunulmaktadır. Bunun yanı sıra koruyucu ruh sağlığı çalışmalarının yürütülmesi amacıyla psikososyal destek birimleri de bulunmaktadır. Psikologlar, sosyal çalışmacılar ve çocuk gelişimcilerin görev aldığı bu birimlerde bireylerin ruhsal, sosyal ve ailevi sorunlarına yönelik danışmanlık hizmetleri sunulmaktadır. Aile içi iletişim, ebeveyn-çocuk ilişkileri, eşler arasındaki sorunlar ve iş ya da okul yaşamında karşılaşılan güçlükler, bu kapsamda ele alınan konular arasında yer almaktadır. Böylece bireylerin ve ailelerin psikososyal açıdan desteklenmesi ve koruyucu ruh sağlığı hizmetlerinden yararlanabilmesi amaçlanmaktadır (Sağlık Bakanlığı, 2025).

3.3.7. Sivil Toplum Kuruluşlarının Ailelere, Ebeveynlere ve Çocuklara Yönelik Çalışmaları

Boşanma sürecinde ve sonrasında çocukların ve ebeveynlerin desteklenmesinde sivil toplum kuruluşları da önemli bir rol üstlenmektedir. Bu kuruluşlar; çocukların gelişimsel ve psikososyal ihtiyaçlarının karşılanması, ebeveynlerin bilinçlendirilmesi, aile içi ilişkilerin güçlendirilmesi ve şiddet, ihmal gibi risk durumlarıyla karşılaşan kadın ve çocukların desteklenmesine yönelik çeşitli çalışmalar yürütmektedir. Bununla birlikte, kuruluşların faaliyet alanları ve sundukları hizmetler farklılık göstermektedir. Bu kapsamda AÇEV ve Mor Çatı

gibi sivil toplum kuruluşlarının çalışmaları, çocukların ve ailelerin ihtiyaçlarına yönelik destek mekanizmaları çerçevesinde ele alınabilir.

3.3.7.1. Anne Çocuk Eğitim Vakfı (AÇEV)

Anne Çocuk Eğitim Vakfı (AÇEV), erken çocukluk gelişimini desteklemek ve ebeveynlerin çocuk yetiştirme konusundaki bilgi ve becerilerini geliştirmek amacıyla çeşitli eğitim programları yürütmektedir. Vakfın Anne Destek Programı, 3-6 yaş arasında çocuğu olan annelerin çocuk gelişimi konusunda bilgi edinmelerini, çocuklarıyla etkili iletişim kurmalarını ve ebeveynlik becerilerini geliştirmelerini amaçlamaktadır. Baba Destek Programı ise 3-6 ve 7-11 yaş gruplarında çocuğu olan babaların çocuk bakımına ve gelişimine aktif katılımını, çocuklarıyla yakın ilişki kurmalarını ve destekleyici, demokratik ebeveynlik tutumları geliştirmelerini hedeflemektedir (Anne Çocuk Eğitim Vakfı [AÇEV], t.y.-a, t.y.-b). Bu çalışmalar, boşanma sürecine özgü danışmanlık hizmetleri olmamakla birlikte, ebeveynlerin çocukların gelişimsel ve duygusal ihtiyaçlarını anlamaları, çocuklarla sağlıklı iletişim kurmaları ve ebeveynlik sorumluluklarını yerine getirmeleri açısından önleyici ve destekleyici müdahaleler kapsamında değerlendirilebilir.

3.3.7.2. Mor Çatı Kadın Sığınağı Vakfı

Mor Çatı Kadın Sığınağı Vakfı, kadına yönelik erkek şiddetiyle mücadele etmek ve şiddete maruz kalan kadınların şiddetten uzak, bağımsız bir yaşam kurmalarını desteklemek amacıyla çalışmalar yürütmektedir. Vakıf, dayanışma merkezi aracılığıyla kadınlara sosyal destek sunmakta; ihtiyaçları doğrultusunda psikolojik ve hukuki desteğe erişmelerine yardımcı olmakta ve sığınak desteği sağlamaktadır. Bu süreçte kadınların kendi yaşamlarına ilişkin kararlarını kendilerinin vermesi ve güçlenmeleri esas alınmaktadır. Mor Çatı, şiddete maruz kalan kadınlarla birlikte çocuklarının da güvenliğini ve ihtiyaçlarını dikkate almakta; kadınların çocuklarıyla birlikte şiddetten uzak bir yaşam kurmalarını desteklemektedir (Mor Çatı Kadın Sığınağı Vakfı, t.y.-a, t.y.-b). Bu çalışmalar, boşanma sürecinde şiddet riskiyle karşılaşan kadınların ve çocukların korunması, kadınların güçlendirilmesi ve sosyal destek mekanizmalarına erişimin sağlanması bakımından koruyucu ve destekleyici müdahaleler kapsamında değerlendirilebilir. Bununla birlikte, Mor Çatı'nın çalışmaları doğrudan boşanma danışmanlığına yönelik olmayıp kadına yönelik şiddetle mücadele çerçevesinde yürütülmektedir.

3.3.7.3. Kadının İnsan Hakları Derneği (KİH)

Kadının İnsan Hakları Derneği (KİH), kadınların insan hakları konusunda bilinçlenmesini, yasal haklarını öğrenmesini ve bu hakları kullanabilme kapasitelerinin güçlendirilmesini amaçlayan çalışmalar yürütmektedir. Derneğin uyguladığı *Kadının İnsan Hakları Eğitim Programı (KİHEP)* kapsamında kadınların medeni hakları, boşanma, çocukların velayeti, nafaka, kadına yönelik şiddet ve ekonomik haklar gibi konularda

bilgilendirilmesi hedeflenmektedir (Kadının İnsan Hakları Derneği [KİH], t.y.-a). Dernek ayrıca boşanma ve nafaka düzenlemelerine ilişkin bilgi notları ve kadınların yasal haklarını açıklayan yayınlar aracılığıyla hak temelli farkındalığın geliştirilmesine katkı sağlamaktadır (KİH, t.y.-b, t.y.-c). Bu çalışmalar, boşanma öncesinde kadınların hakları hakkında bilgi edinmelerini, boşanma sürecinde velayet ve nafaka gibi konularda bilinçli kararlar alabilmelerini ve boşanma sonrasında haklarını koruyabilmelerini desteklemesi bakımından önleyici ve destekleyici müdahaleler kapsamında değerlendirilebilir. Bununla birlikte, derneğin faaliyetleri doğrudan boşanma danışmanlığı veya bireysel hukuki ve psikolojik destek sunmaya değil, kadınların hak temelli bilgiye erişimine, güçlenmesine ve savunuculuk çalışmalarına odaklanmaktadır.

3.3.7.4. UCİM-Saadet Öğretmen Çocuk İstismarı ile Mücadele Derneği

UCİM-Saadet Öğretmen Çocuk İstismarı ile Mücadele Derneği, boşanma sürecine özgü bir destek programı yürütmemekle birlikte, bu süreçte ihmal veya istismara maruz kalan ya da istismar riski bulunan çocukların korunması açısından önemli bir sivil toplum kuruluşudur. Derneğe çevrim içi ihbar formu veya destek hattı aracılığıyla ulaşılabilen; başvurular kapsamında hukuki destek süreci değerlendirilebilmekte ve ihtiyaç duyan çocukların psikolojik destek hizmetlerine erişimi için rehberlik ve yönlendirme sağlanabilmektedir (UCİM, t.y.-a, t.y.-b). Bu yönüyle UCİM'in çalışmaları, boşanma sürecinde çocukların güvenliğinin gözetilmesi, haklarının korunması ve gerekli destek mekanizmalarına erişimlerinin kolaylaştırılması bakımından koruyucu ve destekleyici müdahaleler kapsamında değerlendirilebilir. Bununla birlikte, derneğin sunduğu desteklerin kapsamı başvurunun değerlendirilmesine bağlı olup resmî çocuk koruma ve adli süreçlerin yerine geçmemektedir.

3.3.7.5. Koruncuk Vakfı

Koruncuk Vakfı, temel ihtiyaçları ve eğitime erişimleri risk altında olan kız çocuklarının korunmasını, eğitimlerini sürdürmelerini ve gelişimlerinin desteklenmesini amaçlamaktadır. Vakfın Aile Destek Birimi, vakfın kız öğrenci yurtlarından ailelerinin yanına dönen veya mezuniyet sonrasında yurttan ayrılan çocukların eğitim ve gelişim süreçlerini desteklemek amacıyla ailelere danışmanlık ve rehberlik hizmetleri sunmakta; çocukların eğitim masraflarına katkı sağlamaktadır (Koruncuk Vakfı, t.y.). Ayrıca vakfın çocuk hakları, çocuk ihmal ve istismarı konularındaki eğitimleri, çocukların korunmasına ilişkin farkındalığın artırılmasına katkı sunmaktadır (Koruncuk Vakfı, 2023). Bu çalışmalar doğrudan boşanma sürecine yönelik olmamakla birlikte, ailevi güçlükler yaşayan ve korunma ihtiyacı bulunan çocukların desteklenmesi açısından önleyici ve destekleyici müdahaleler kapsamında değerlendirilebilir.

4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Boşanma, yalnızca eşler arasındaki evlilik ilişkisinin sona ermesi olarak değerlendirilmemeli; aile bireylerinin psikososyal durumlarını, ekonomik koşullarını ve özellikle çocukların gelişim süreçlerini etkileyebilen çok boyutlu bir süreç olarak ele alınmalıdır. Bu süreçte yaşanan güçlüklerin azaltılması, aile bireylerinin ihtiyaçlarının belirlenmesi ve çocukların gelişimsel açıdan desteklenmesi, önleyici, koruyucu ve destekleyici sosyal hizmet uygulamalarının önemini ortaya koymaktadır. Türkiye’de boşanma sürecine yönelik hizmetler incelendiğinde, aile bütünlüğünün korunması ve evlilik ilişkilerinin güçlendirilmesinden psikososyal danışmanlığa, ekonomik desteklerden şiddetle mücadeleye kadar farklı alanlarda çalışmalar yürütüldüğü görülmektedir.

Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı tarafından sunulan aile eğitimi, danışmanlık ve sosyal destek hizmetleri, ailelerin karşılaştıkları sorunlarla baş etmelerine ve ihtiyaç duydukları desteğe erişmelerine katkı sağlamaktadır. Bununla birlikte, boşanma sürecinde ve sonrasında çocukların üstün yararının gözetilmesi, çocukların yaş ve gelişim özelliklerine uygun biçimde bilgilendirilmesi, ebeveynleriyle güvenli ilişkilerini sürdürebilmeleri ve eğitim yaşamlarının mümkün olduğunca kesintiye uğramaması önem taşımaktadır. Ebeveynler arasındaki çatışmaların çocuklara yansıtılmaması ve çocukların taraf seçmeye zorlanmaması da bu süreçte dikkate alınması gereken temel hususlar arasındadır.

Boşanma sürecinin farklı ihtiyaçlar doğurması, sunulan hizmetlerin kurumlar arası iş birliği içerisinde yürütülmesini gerekli kılmaktadır. Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı, Adalet Bakanlığı, Sağlık Bakanlığı ve Millî Eğitim Bakanlığı başta olmak üzere ilgili kurumların koordineli çalışması; ailelerin psikososyal, hukuki, ekonomik ve eğitsel desteklere daha bütüncül biçimde ulaşmasını sağlayabilir. Özellikle risk altındaki çocukların erken dönemde belirlenmesi, şiddete maruz kalan bireylerin güvenliğinin sağlanması ve ihtiyaç duyulan hizmetlere yönlendirme yapılması, müdahalelerin etkililiği açısından önemlidir.

Bu doğrultuda, boşanma sürecine yönelik hizmetlerin yalnızca kriz ortaya çıktıktan sonra sunulan müdahalelerle sınırlı kalmaması; evlilik öncesinden başlayarak aile yaşamının farklı dönemlerini kapsayan önleyici çalışmalarla desteklenmesi önerilmektedir. Ayrıca ebeveynlere yönelik danışmanlık hizmetlerinin erişilebilirliğinin artırılması, çocukların psikososyal ihtiyaçlarının düzenli olarak değerlendirilmesi, ekonomik güçlük yaşayan ailelerin destek mekanizmalarına yönlendirilmesi ve kurumlar arasındaki bilgi paylaşımı ile iş birliğinin güçlendirilmesi gerekmektedir. Sunulan hizmetlerin etkililiğinin düzenli olarak değerlendirilmesi ve uygulamaların elde edilen sonuçlar doğrultusunda geliştirilmesi de önem taşımaktadır.

Sonuç olarak, boşanma sürecinin aile bireyleri ve özellikle çocuklar üzerindeki olumsuz etkilerinin azaltılabilmesi, bireylerin ihtiyaçlarını merkeze alan, çocukların üstün yararını esas kabul eden ve kurumlar arası iş birliğine dayanan bütüncül bir yaklaşımı gerektirmektedir. Önleyici, koruyucu ve destekleyici sosyal hizmet uygulamalarının güçlendirilmesi, boşanma sürecindeki ailelerin desteklenmesine ve çocukların gelişimsel iyilik hâllerinin korunmasına katkı sağlayacaktır.

Türkiye’de boşanmaya yönelik önleyici ve koruyucu müdahalelerin güçlendirilmesi amacıyla evlilik öncesi eğitim ve aile danışmanlığı hizmetlerinin yaygınlaştırılması, boşanma sürecinde ve sonrasında çocukların psikososyal gereksinimlerini esas alan destek hizmetlerinin geliştirilmesi ve ilgili kurumlar arasındaki iş birliğinin güçlendirilmesi önerilmektedir. Ayrıca Türkiye’de boşanma sürecinde ve sonrasında ebeveynlerin ve çocukların gereksinimlerine doğrudan odaklanan, bilimsel temellere dayalı ve standartlaştırılmış müdahale programlarının geliştirilmesi; bu programların ilgili kamu kurumları tarafından uygulanması ve etkililiklerinin bilimsel araştırmalarla değerlendirilmesi önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Adalet Bakanlığı. (t.y.-a). *Adli Destek ve Mağdur Hizmetleri Müdürlükleri (ADM) nedir?* <https://magdur.adalet.gov.tr/Home/SayfaDetay/adm-nedir>
- Adalet Bakanlığı. (t.y.-b). *Adli Görüşme Odaları (AGO) nedir?* <https://magdur.adalet.gov.tr/Home/SayfaDetay/agonedir>
- Adalet Bakanlığı. (t.y.-c). *Çocuk Adalet Merkezi nedir?* <https://magdur.adalet.gov.tr/Home/SayfaDetay/cocukadaletmerkezinedir>
- Adalet Bakanlığı, Adli Destek ve Mağdur Hizmetleri Dairesi Başkanlığı. (2020). *Destek hizmetleri neler?* <https://magdurbilgi.adalet.gov.tr/299/Destek-Hizmetleri-Neler>
- Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı. (t.y.-a). *Aile eğitim programı.* <https://www.aile.gov.tr/btgmd/e-hizmetler-yeni/aile-egitim-programi/>
- Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı, Aile ve Toplum Hizmetleri Genel Müdürlüğü. (t.y.). *Evlilik öncesi eğitim programı.* <https://www.aile.gov.tr/media/316001/evlilik-oncesi-egitim.pdf>
- Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı. (2026). *Hizmet alanı.* <https://www.aile.gov.tr/alo-183/alo183pages/hizmet-alani/>
- Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı. (2026). *Kadın konukevi nedir?* <https://www.aile.gov.tr/sss/kadinin-statusu-genel-mudurlugu/q-0001/>
- Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı. (2026). *Sosyal ve ekonomik destek (SED) hizmeti.* <https://www.aile.gov.tr/sss/cocuk-hizmetleri-genel-mudurlugu/sed-hizmeti/>
- Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı. (2026). *Şiddet önleme ve izleme merkezi (ŞÖNİM) nedir?* <https://www.aile.gov.tr/sss/kadinin-statusu-genel-mudurlugu/q-00021/>
- Anne Çocuk Eğitim Vakfı. (t.y.-a). *Anne Destek Programı.* <https://www.acev.org/neler-yapiyoruz/programlarimiz/anne-babalar-icin/anne-destek-programi/>
- Anne Çocuk Eğitim Vakfı. (t.y.-b). *Baba Destek Programı.* <https://www.acev.org/neler-yapiyoruz/programlarimiz/anne-babalar-icin/baba-destek-programi/>
- Armutlu, A. (2024). Aile Sosyal Destek Programının (ASDEP) COVID-19 pandemisi süreci ve sonrasındaki rolü. *Turkish Research Journal of Academic Social Science*, 6(2), 154–164.
- Arslan, K. (2021). Sosyal hizmet uygulamalarında aile dayanıklılığına etki eden faktörler. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 23(2), 365–374.

- Bayrak Çelik, S. (2020). Boşanmanın çocuk üzerindeki etkisi. *Türk & İslam Dünyası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 75–83.
- Beşirli, H. (2020). Aile, kuşaklar ve toplumsal değişme. İçinde L. Eraslan (Ed.), *Aile sosyolojisi* (ss. 34–59). Anadolu Üniversitesi Yayınları.
- Birleşmiş Milletler. (1989). *Çocuk Haklarına Dair Sözleşme*. UNICEF Türkiye. <https://www.unicef.org/turkiye/%C3%A7ocuk-haklar%C4%B1na-dair-s%C3%B6zle%C5%9Fme>
- Can, Y., & Aksu, N. B. (2016). Boşanma sürecinde ve sonrasında kadın. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 15(58), 888–902. <https://doi.org/10.17755/esosder.25593>
- Çepni, S. (2021). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş* (9. basım). Celepler Matbaacılık Yayın ve Dağıtım.
- Demirbilek, M. (2017). Sosyal politika ve aile politikaları bağlamında aile danışmanlığı ve sosyal hizmet. *Turkish Journal of Family Medicine and Primary Care*, 11(4), 278–287.
- Dildar, Y. (2025). Examining the rise in marriage dissolution in Turkey: Demographic shifts and gender dynamics. *Social Politics: International Studies in Gender, State & Society*, 32(4), 971–999. <https://doi.org/10.1093/sp/jxaf010>
- Doğruyol, G. (2026). Boşanmanın çocuklara yansımaları: Psikolojik dayanıklılık ve çocuk hakları temelli bir inceleme. *Disiplinlerarası Çocuk Hakları Araştırması Dergisi*, 56–69.
- Elmas, Ç., & Adak, N. (2023). Türkiye’de boşanma nedenlerinin toplumsal kökenleri ve boşanma sonrası deneyimler. *İstanbul University Journal of Sociology*, 43(1), 84–97. <https://doi.org/10.26650/SJ.2023.43.1.0030B>
- Ergin, H. A., & Ervüz, C. (2026). Türkiye’de aile, nüfus politikaları ve sosyal hizmetlerin önemi: 2025 Aile Yılı perspektifinde. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 56–73.
- Güleç, G. (2018). Evlilikte ilişki sorunları. İçinde G. Aksaray (Ed.), *Aile psikolojisi ve eğitimi* (ss. 18–35). Anadolu Üniversitesi Yayınları.
- Hamamcı, Z. (2005). Üç-altı yaşlarında çocukları olan anne babaların aile eğitim ihtiyaçlarının belirlenmesi. *Çağdaş Eğitim Dergisi*, (319), 28–36.
- Işık, E. (2024). Boşanma müdahale programları: Ebeveynler ve çocuklar için. İçinde H. Altıntaş, M. Mete ve S. Batal (Ed.), *Sosyal ve beşerî bilimlerde uluslararası çalışma ve değerlendirmeler* (ss. 207–226). Serüven Yayınevi.
- Kadim, M. (2026). Çocukların gözünden boşanma olgusu. İçinde A. V. Kocaman (Ed.), *Çocukların gözünden çocuk gelişimi 2* (ss. 261–278). Efe Akademi Yayınları.

- Karataş, M., & Güre, M. D. P. (2017). Göçmenlerde aile bütünlüğü: Fiziksel, ekonomik ve psikososyal etkilerin çok boyutlu analizi. *Türkiye Sosyal Hizmet Araştırmaları Dergisi*, 9(1), 32–48.
- Kılıç, Ö. S., & Ünal, V. (2026). Aile bütünlüğünü korumaya yönelik sosyal hizmet uygulamaları. *Oğuzhan Sosyal Bilimler Dergisi*, 120–133.
- Kadının İnsan Hakları Derneği. (t.y.). KİHEP kapsamı. <https://kadinininsanhaklari.org/programlar/kihep-nedir/kihep-kapsami/>
- Koruncuk Vakfı. (2023). 2023 faaliyet raporu. https://koruncuk.org/uploads/KORUNCUK_VAKFI-FAALİYET_RAPORU_2023.pdf
- Koruncuk Vakfı. (t.y.). Aile yanı destek. <https://koruncuk.org/destek-modellerimiz/aile-yani-destek/>
- Kuru Sönmez, Ö., & Yakut, E. (2024). Determination of the factors affecting divorce in Türkiye according to gender: A research with TÜİK data. *Sosyoekonomi*, 32(59), 105–127. <https://doi.org/10.17233/sosyoekonomi.2024.01.05>
- Mor Çatı Kadın Sığınağı Vakfı. (t.y.-a). Sığınak. <https://morcati.org.tr/neler-yapiyoruz/siginak/>
- Mor Çatı Kadın Sığınağı Vakfı. (t.y.-b). Yöntemlerimiz. <https://morcati.org.tr/neler-yapiyoruz/yontemlerimiz/>
- Özdemir, N. E., & Korkutan, M. (2025). Aile ve sosyal politika. İçinde M. Ak, A. O. Közleme ve E. Dikici (Ed.), *Aile ve toplumsal yaşam* (ss. 176–203). Çizgi Kitabevi.
- Özkan, B., Uzun, S. M., & Tuğral, S. (2025). Okul öncesi dönem çocuğu olan boşanmış ebeveynlerin boşanma sürecine ilişkin deneyimleri. *SSD Journal*, 10(49), 29–46. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15002392>
- Özkan, Y., & Kılıç, E. (2013). Ailenin psiko-sosyal destek ihtiyacını karşılamada yeni bir model önerisi: Aile sağlığı merkezlerinde aile psiko-sosyal destek birimi. *Sosyal Politika Çalışmaları Dergisi*, 7(30), 25–44.
- Sağlık Bakanlığı, Bakırköy Prof. Dr. Mazhar Osman Ruh Sağlığı ve Sinir Hastalıkları Eğitim ve Araştırma Hastanesi. (t.y.). Çocuk ergen ruh sağlığı ve hastalıkları poliklinikleri. <https://bakirkoyruhsinireah.saglik.gov.tr/TR-1474815/cocuk-ergen-ruh-sagligi-ve-hastaliklari-poliklinikleri.html>
- Sağlık Bakanlığı, Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü. (t.y.). Sağlıklı hayat merkezleri rehberi. https://hsgm.saglik.gov.tr/depo/Yayinlarimiz/Rehberler/SAGLIKLI_HAYAT_MERKEZLERI_REHBERI.pdf
- Türkarslan, D. N. (2007). Boşanmanın çocuklar üzerindeki olumsuz etkileri ve bunlarla baş etme yolları. *Aile ve Toplum Eğitim Kültür ve Araştırma Dergisi*, 99–107.
- Türkiye İstatistik Kurumu. (2026). *Evlenme ve boşanma istatistikleri, 2025*.

UCİM – Saadet Öğretmen Çocuk İstismarı ile Mücadele Derneği. (t.y.-a). *Sıkça sorulan sorular*.

<https://ucim.org.tr/sikca-sorulan-sorular>

UCİM – Saadet Öğretmen Çocuk İstismarı ile Mücadele Derneği. (t.y.-b). *Rehberlik ve yönlendirme formu*.

<https://ucim.org.tr/rehberlik.asp>

Yıldırım, S. (2024). Aile danışmanlığının aile içi sorunlar özelinde inşası ve sürdürülebilirliği üzerine bir değerlendirme. *Anasay*, (27), 125–137.

Yıldız, Y. (2017). *Tek ebeveynli çocukların yaşam deneyimleri* (Yayımlanmamış doktora tezi). İstanbul Üniversitesi.

Yiğit, Z. (2024). *Evli bireylerin yaşam ve evlilik doyumları ile boşanma eğilimi arasındaki ilişki* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Lefke Avrupa Üniversitesi.

Yusufoğlu, Ö. Ş. (2026). Sosyoloji literatüründe boşanma: Türkiye'de yazılan lisansüstü tezler üzerine bir bibliyometrik analiz. *EKEV Akademi Dergisi*, 530–551.

DENİZCİLİKTE DİJİTALLEŞMEDE BİRLİKTE ÇALIŞABİLİRLİK, YÖNETİŞİM VE BENİMSENMEYE YÖNELİK DÖRT KATMANLI TANISAL BİR ÇERÇEVE

Ender YALÇIN¹

¹Bandırma Onyedil Eylül University, Maritime Faculty, ender_yalcin@hotmail.com, ORCID: 0000-0001-5898-3191

Özet

Gemi limana uğradığında eşgüdüm, farklı denizcilik aktörlerinin aynı operasyonel bilgilere doğru zamanda ulaşabilmesiyle mümkündür. Dijitalleşme programları çoğu kez yerel algılama ve modellemeyi güçlendirir; ortak tanımlar, güvence düzenleri ve günlük örgütsel kullanım ise geride kalmaktadır. Bu dengesizlik, sosyo-teknik yapıda katman uyumsuzluğudur. Sonuç olarak iş yeniden telefon, e-posta ve ikili geçici çözümlere kaymakta; dijital liman uğrağı süreçlerinden beklenen verimlilik gerçekleşmemektedir. Bu bildiri, tasarım bilimi yaklaşımıyla gemi-kıyı ve liman uğrağı eşgüdümüne yönelik dört katmanlı bir tanısal çerçeve sunmaktadır. Katmanlar şunlardır: algılama ve modelleme; birlikte çalışabilir veri değişimi; yönetim ve güvence; sosyo-teknik benimseme. Tasarım gereksinimleri, denizcilik yazınındaki eşgüdüm sorunlarına ve yetkili kuruluşların kolaylaştırma, veri modeli ile siber güvenlik araçlarına dayandırılmıştır. Çerçeve, yazına dayanan bileşik bir liman uğrağı senaryosuyla katman netliği, gereksinimlere göre yeterlilik ve tanısal yarar bakımından analitik olarak sınanmıştır; bu bir saha çalışması bulgusu değil, dijitalleşme programlarını tanılayan kavramsal bir araçtır. Bileşik senaryo okuması göstermiştir ki benimseme ve güvence, algılama, veri değişimi ve yönetimle aynı tasarım kesitinde yer almalıdır. Bunların sonradan eklenmesi gemi-kıyı eşgüdümünü geçici çözümlere bağımlı bırakmaktadır.

Anahtar kelimeler: denizcilikte dijitalleşme; birlikte çalışabilirlik; veri yönetimi; sosyo-teknik benimseme.

A FOUR-LAYER DIAGNOSTIC FRAMEWORK FOR INTEROPERABILITY, GOVERNANCE AND ADOPTION IN MARITIME DIGITALISATION

Abstract

When a ship calls at a port, coordination is possible only if heterogeneous maritime actors can reach the same operational facts at the right time. Digitalisation programmes often strengthen local sensing and modelling, while shared definitions, assurance arrangements and day-to-day organisational use lag behind. This imbalance is layer misalignment in the socio-technical stack. As a result, work shifts back to telephone, e-mail and bilateral workarounds, and the efficiency expected from digital port-call workflows is not realised. This paper develops, from a design-science approach, a four-layer diagnostic framework for ship–shore and port-call coordination. The layers are sensing and modelling; interoperable data exchange; governance and assurance; and socio-technical adoption. The design requirements are grounded in coordination problems reported in the maritime digitalisation literature and in facilitation, data-model and cybersecurity instruments issued by authoritative bodies. The framework has been tested analytically on a literature-based composite port-call scenario for layer clarity, adequacy against those requirements, and diagnostic usefulness; the result is not a field finding but a conceptual instrument for diagnosing digitalisation programmes. The composite-scenario reading has shown that adoption and assurance must sit in the same design cut as sensing, exchange and governance. Adding them later leaves ship–shore coordination dependent on workarounds.

Keywords: maritime digitalisation; interoperability; data governance; socio-technical adoption.

1. Introduction

Roughly four-fifths of international goods trade by volume still moves by sea (UNCTAD, 2024). At that scale, aligning ships with shoreside actors is not a peripheral operations issue. Arrival windows, berth readiness, cargo handling and administrative clearances have to be negotiated among ships, ports, terminals, coastal services, regulators, agents and other shore organisations under uncertainty and uneven information. Sensors, analytics and shared information services are widely offered as ways to shrink that uncertainty and to support safety and environmental aims (Heilig and Voß, 2017; Sanchez-Gonzalez et al., 2019). Facilitation and commercial instruments likewise push electronic port-call and ship–port exchange (IMO, 2023; BIMCO, 2021a; BIMCO, 2021b). Yet once timestamps, status events and readiness signals cannot be trusted across organisational lines, desks fall back on voice, e-mail and pairwise improvisation. The efficiency case for digitalisation then stalls with them.

The difficulty examined here is layer misalignment: sensing and modelling, exchange interfaces, governance and assurance, and organisational adoption do not move in step. One recognisable pattern is a terminal that funds high-fidelity local models while arrival-window definitions stay bilateral and contested. Another is an electronic data exchange interface that opens before liability for late or wrong updates is settled. A third is a governed platform that still leaves planners confirming critical events by telephone and e-mail. Port community system (PCS) evidence shows that formal and informal channels can sit side by side where information quality and interoperability remain incomplete (Mubder and Fredriksson, 2025). Semantic fragmentation, thin trust in shared platforms, uneven cyber maturity and organisational inertia are repeatedly tied to these concurrent failures (Tijan et al., 2021; Zeng et al., 2025). Prior work covers pieces of the puzzle without closing the diagnostic gap. Maritime intelligent transport systems architectures specify roles, processes and information models for scalable ship–port digitalisation, yet place assurance and organisational embedding largely outside the main design objects (Hagaseth et al., 2023). Enabler–barrier reviews gather technological, organisational and ecosystem constraints with useful breadth, usually as checklists rather than as layers that must advance together (Zeng et al., 2025). Facilitation guidance and reference data models urge harmonised definitions but do not supply a cut that runs through modelling, exchange, governance and use (IMO, 2023; De Cauwer et al., 2021). Still missing is a compact analytical instrument that places interoperability, governance and socio-technical adoption inside one design cut for multi-actor maritime settings.

The aim is to design and evaluate analytically a four-layer diagnostic framework that makes layer misalignment in ship–shore coordination both visible and actionable. Research question 1 (RQ1) asks which analytically

separable layers a maritime digitalisation programme must treat as mutually required if familiar ship–shore failures are to be explained, rather than waved away as “insufficient technology”. Research question 2 (RQ2) asks how those layers should be related so that misalignment—above all between interoperable exchange and governance or assurance—shows up as a design problem, not as a late adoption failure. Relative to Hagaseth et al. (2023), the artefact is a diagnostic overlay; it does not replace architectural specification. Relative to Zeng et al. (2025), recurring constructs are reorganised into design layers whose omission leaves recognisable coordination failures unexplained. Section 2 situates the artefact. Section 3 sets out the research approach, defines the four-layer instrument and evaluates it through a literature-grounded composite port-call scenario. Section 4 draws implications. Section 5 concludes.

2. Literature review

2.1 Maritime and port digitalisation barriers

Scholarship on maritime digitalisation no longer stops at inventories of tools. Accounts now reach across shipboard systems, port community arrangements, hydrographic services and administrative facilitation (Sanchez-Gonzalez et al., 2019; Tijan et al., 2021). When drivers, success factors and barriers are reviewed together, technology spend alone seldom delivers coordinated multi-actor outcomes. Mixed organisational forms, skills gaps, resistance to change and thin stakeholder collaboration keep slowing programmes (Tijan et al., 2021; Jović et al., 2022). Port studies make the same point more sharply: interoperability failures, resource asymmetry, cyber anxiety and organisational resistance impede adoption, and smaller ports are often the most exposed (Brunila et al., 2021). Enabler–barrier syntheses place ecosystem fragmentation beside sensing and analytics rather than treating either as sufficient on its own (Zeng et al., 2025). An earlier logistics digitisation review already judged theory, empirical grounding and actionable restructuring guidance to be thin relative to the operational domains being digitised (Fruth and Teuteberg, 2017). Foresight scenarios for seaports likewise tie technology paths to political, organisational and legal framing, not merely to which tools are listed (Inkinen, Helminen and Saarikoski, 2021). These strands explain stalling and divergent futures well enough. They still stop short of a compact diagnostic cut that ties modelling, exchange, governance and everyday use into one design problem instead of a flat barrier list.

2.2 Port information systems, PCS and ship–shore exchange

Work on seaport information systems centres on flows that cross organisational lines among terminals, carriers, authorities and hinterland partners (Heilig and Voß, 2017). Studies of digital transformation in modern ports keep returning to coordination and collaboration as the hard parts, even after substantial technology spend

(Heilig, Lalla-Ruiz and Voß, 2017; Heilig, Schwarze and Voß, 2017). Port Community Systems (PCS) are the main institutional vehicle for one-to-many exchange. Cost–benefit analyses find favourable stakeholder balances when modules cut duplicate messaging, but the balance depends on who pays for development and how widely actors join (Carlan, Sys and Vanelslander, 2016). Structured PCS reviews still find academic coverage thinner and more fragmented than industry practice, and urge attention to business, integration and legal frames rather than connectivity alone (Moros-Daza, Amaya-Mier and Paternina-Arboleda, 2020). A Swedish PCS continuance study shows telephone and e-mail surviving beside the platform where information quality and interoperability stay incomplete (Mubder and Fredriksson, 2025).

Port-call digitalisation programmes—Port Collaborative Decision Making among them—hold that predictable timings need near-real-time sharing of intentions and outcomes among actors who meet only episodically, with standards adapted locally rather than dropped in as one technical package (UNCTAD, 2020). Global dependence on seaborne trade (UNCTAD, 2024) and friction at the individual call therefore belong in the same frame. In the hard cases, ships, terminals, port authorities and shore services must act on shared information under time pressure. PCS and port-call studies describe platforms and collaboration arrangements that support shared timings (Carlan, Sys and Vanelslander, 2016; Moros-Daza et al., 2020; Mubder and Fredriksson, 2025). Fewer isolate which mix of semantic, assurance and adoption shortfalls keeps informal channels alive once electronic exchange is already on offer.

2.3 Interoperability, standards and facilitation

IMO facilitation guidance on harmonised communication and electronic exchange of operational port-call data presses parties toward common definitions of events and timing expectations (IMO, 2023). Reference data modelling makes a parallel claim: one shared semantic base cuts the cost of bilateral mappings (De Cauwer et al., 2021). For maritime intelligent transport systems, Hagaseth et al. (2023) put roles, processes and information models among the primary design objects and thereby supply architectural depth for scalable specification. Hydrographic work on S-100 shows the same investment in structured meaning where information is safety-critical (IHO, 2024). Maritime informatics writing likewise privileges open interoperable standards and shared situational awareness as conditions for collaboration (Lind et al., 2021). Platforms and electronic data exchange interfaces can carry one-to-many exchange, but technical openness quickly raises access scope, quality responsibility and liability. BIMCO’s Just in Time Arrival and Port Call Data Exchange clauses treat commercial agreements as companions to technical harmonisation, not as optional annexes (BIMCO, 2021a; BIMCO, 2021b)—design evidence that governance and assurance deserve a layer of their

own. Architecture and facilitation are strong on what must be shared. They are weaker on how to diagnose a stall once semantics are declared but reliance and routine use never follow.

2.4 Digital twins and local sensing–modelling limits

Port and terminal digital twins show what local modelling can do—and where it stops. Historical and real-time data feed simulation, planning and decarbonisation-oriented decision support (Neugebauer et al., 2024; Klar et al., 2023; Eom et al., 2023). A twin that only optimises inside one organisation, without shared identifiers, quality measures and exchange protocols, does not repair ship–shore coordination (Klar et al., 2023; Hagaseth et al., 2023). Local sensing and modelling—of which twins are only one optional form—therefore remain incomplete for coordination until shared exchange, governance and assurance, and organisational adoption move with them.

2.5 Governance and assurance

Governance here covers access policy, limits on secondary use, stewardship roles, dispute routes and how liability for shared operational data is allocated. Cyber risk sits inside that bundle: integrity and controlled access shape whether parties will rely on shared port-call and ship–shore channels (IMO, 2025; ISO/IEC, 2022). PCS legal and business analyses show that integration without settled rights and responsibilities leaves platforms institutionally thin (Moros-Daza et al., 2020). BIMCO clauses, for their part, hitch commercial allocation to data-exchange practice (BIMCO, 2021b). Read together, the sources justify treating assurance as a design layer, not as a compliance add-on bolted on afterwards.

2.6 Socio-technical adoption and informal workarounds

Adoption studies show that a system can be technically live without becoming the ordinary instrument of work (Tornatzky and Fleischer, 1990; Tijan et al., 2021; Jović et al., 2022; Zeng et al., 2025). Whether digital channels displace voice and e-mail hinges on skills, incentives, legacy processes and partner trust (Tornatzky and Fleischer, 1990; Tijan et al., 2021; Zeng et al., 2025). In ports those factors meet security worries and user resistance (Brunila et al., 2021), and they meet interoperability costs and weak stakeholder cooperation as well (Jović et al., 2022). Technology–Organisation–Environment reasoning is a common grouping for such port-level factors and helps explain uneven diffusion inside single organisations (Tornatzky and Fleischer, 1990; Jović et al., 2022). It says less about the exchange contracts and stewardship mechanisms that multi-actor port-call coordination actually needs. PCS continuance work makes the gap concrete: informal channels can survive

beside formal electronic exchange, so adoption belongs in multi-actor design rather than only in residual change management (Mubder and Fredriksson, 2025).

Two prior approaches dominate the strands just reviewed. Architectural accounts specify roles, processes and information models for ship–port digitalisation (Hagaseth et al., 2023; Lind et al., 2021). Enabler–barrier reviews gather technological, organisational and ecosystem constraints (Tijan et al., 2021; Zeng et al., 2025; Brunila et al., 2021; Fruth and Teuteberg, 2017). Neither isolates adoption and assurance as design conditions that must be satisfied together when underused electronic exchange is diagnosed. Telephone and e-mail confirmation continuing alongside PCS platforms makes the gap concrete (Mubder and Fredriksson, 2025; Tijan et al., 2021). The four-layer framework answers by placing sensing and modelling, interoperable exchange, governance and assurance, and socio-technical adoption in one design cut. Table 1 makes that argument visible: each literature strand is broken into a claim, representative sources and one reported coordination implication that feeds the artefact developed below.

Table 1. Claim-level synthesis of related work informing the diagnostic artefact.

Literature strand	Representative sources	Reported pattern / implication
Digitalisation barriers: skills and organisational inertia	Tijan et al. (2021); Zeng et al. (2025)	Skills gaps, organisational inertia and ecosystem fragmentation keep slowing maritime and port digitalisation programmes even after technology spend.
Interoperability costs and weak cooperation	Jović et al. (2022)	Interoperability costs and weak stakeholder cooperation limit digital transformation outcomes in maritime settings.
Security threats and organisational resistance	Brunila et al. (2021)	Cyber anxiety and organisational resistance impede port digitalisation adoption; smaller ports are often most exposed.
Foresight and institutional framing conditions	Inkinen, Helminen and Saarikoski (2021)	Scenario foresight shows seaport digitalisation futures diverge with political, organisational and legal framing, not tooling lists alone.
Seaport information systems as a multi-actor problem	Heilig and Voß (2017); Heilig, Lalla-Ruiz and Voß (2017)	Cross-organisational information flows and collaboration remain hard even where technology investment is present.
PCS cost–benefit and participation	Carlan, Sys and Vanelslander (2016)	PCS modules can show favourable stakeholder cost–benefit balances when they cut duplicate messaging, depending on funding and how widely actors join.
PCS business, integration and legal frames	Moros-Daza, Amaya-Mier and Paternina-Arboleda (2020)	Business, integration and legal frames for PCS remain thinner than technical connectivity work, leaving platforms institutionally weak without settled rights and responsibilities.
PCS continuance and informal channels	Mubder and Fredriksson (2025)	Telephone and e-mail can survive beside PCS where information quality and interoperability stay incomplete.
Port-call collaboration and shared timings	UNCTAD (2020)	Predictable port calls need near-real-time sharing of intentions and timings among episodic actors; standards are adapted locally rather than imposed as one package.
Facilitation guidance and reference data models	IMO (2023); De Cauwer et al. (2021)	Harmonised event and timing definitions, plus a shared semantic base, are urged to cut bilateral mapping costs for electronic port-call exchange.
Architecture: roles, processes and information models	Hagaseth et al. (2023); Lind et al. (2021)	Roles, processes and information models—together with open standards and shared situational awareness—are treated as primary design objects for scalable maritime digital collaboration.
Hydrographic semantic work (S-100)	IHO (2024)	Hydrographic S-100 work keeps investing in structured semantics for safety-critical maritime information.
Contractual complements to data exchange	BIMCO (2021a); BIMCO (2021b)	Just in Time Arrival and Port Call Data Exchange clauses treat commercial liability and stewardship as companions to technical data-exchange harmonisation.
Digital twins and local modelling limits	Neugebauer et al. (2024); Klar et al. (2023)	High-fidelity local twins support planning and simulation but do not by themselves create shared coordination objects across organisations.
Cyber and assurance instruments	IMO (2025); ISO/IEC (2022)	Integrity, controlled access and information-security management shape whether parties will rely on shared operational channels.
Socio-technical adoption and peripheral use	Tornatzky and Fleischer (1990); Tijan et al. (2021)	Available systems may stay peripheral to work unless skills, incentives and process redesign make digital channels ordinary practice.

3. Research approach and the diagnostic artefact

3.1 Design-science approach and design requirements

The work takes a design-science stance toward conceptual artefacts in information systems research (Hevner et al., 2004). The intended artefact is an analytical tool for diagnosing why ship–shore programmes stall even when local technical investment is real. In Hevner’s vocabulary it is a construct set plus a model of layer interdependence. Utility is claimed in evaluative and argumentative terms, not predictive ones. Three analytical criteria are stated up front: clarity of layer distinctions in a familiar coordination breakdown; completeness against design requirements DR1–DR4; and diagnostic usefulness on the literature-grounded composite scenario—especially whether the share-versus-liability tension between interoperable exchange and governance or assurance can be discussed without collapsing the failure into missing technology. No scoring spreadsheet or multi-case sample is claimed.

Four design requirements follow from the problem statement and the gaps in related work. DR1 keeps representation fidelity apart from cross-boundary meaning, because local models and shared semantics break differently. DR2 keeps governance and assurance apart from message or electronic data exchange interface design, because access, liability and cyber integrity cannot be reduced to payload specification. DR3 treats socio-technical adoption as a design layer rather than leftover change management, because unused interfaces keep recurring in maritime settings. DR4 states mutual dependence among layers so that sequential technology rollout is not mistaken for co-evolution. Relational adequacy was the selection rule: a candidate layering was kept only if dropping a proposed layer left a recognisable multi-actor failure unexplained.

Warrants come from peer-reviewed work on maritime digitalisation, port information systems and digital twins, and from IMO, IHO, ISO/IEC and UNCTAD instruments. Vendor materials were not used as primary warrants. Three alternatives were set aside. A technology-only stack of sensing, platforms and analytics could not explain unused interfaces, disputed liability or stubborn voice workarounds. A pure Technology–Organisation–Environment box captured diffusion drivers but left exchange contracts and stewardship mechanisms thin. Folding assurance into interoperable exchange collapsed access policy, stewardship and cyber integrity into message design, hiding institutional work that standards and clauses keep flagging (IMO, 2025; BIMCO, 2021b; ISO/IEC, 2022). The retained cut separates sensing and modelling, interoperable exchange, governance and assurance, and socio-technical adoption. Subsection 3.2 defines those layers as the four-layer diagnostic artefact.

Evaluation is analytical. The composite port-call scenario is built from coordination-failure patterns that recur in the literature synthesised in Section 2 and Table 1. It serves as a probe of the artefact against the three criteria above, with special weight on the share-versus-liability tension between interoperable exchange and governance or assurance. It is not a single-port empirical case study; episodes are stylised amalgams of reported patterns, not fieldwork at one terminal. The full walkthrough and Table 5 diagnosis follow in subsection 3.3 once the layers are defined.

3.2 Four-layer structure

Figure 1 shows the artefact as four interdependent layers. Each answers a distinct failure class and thereby meets DR1–DR3 through representation fidelity (L1), cross-boundary meaning (L2), legitimacy and security of sharing (L3), and embedding in work (L4). DR4 is met by treating the layers as mutually dependent rather than as a one-way ladder.

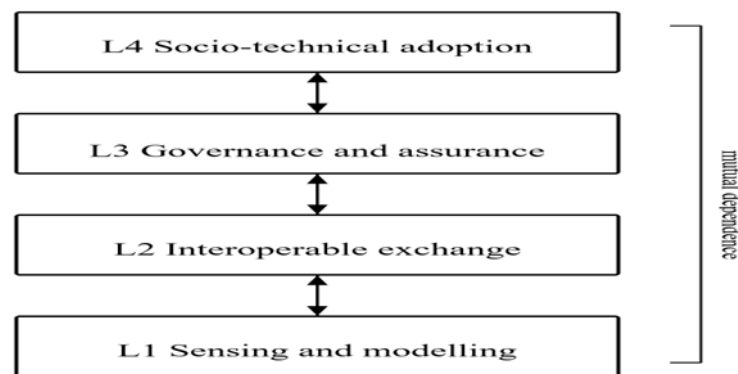


Figure 1. Interdependent layers of maritime digitalisation.

Bidirectional arrows mark mutual dependence across the stack: capability at one layer remains contingent on conditions at the others. Table 2 then defines each layer by its diagnostic focus and by illustrative concerns that belong to that failure class.

Table 2. Four-layer diagnostic framework for maritime digitalisation.

Layer	Focus	Illustrative concerns
L1 Sensing and modelling	Representing physical and process states	Telemetry quality, twin fidelity, local decision-support models
L2 Interoperable exchange	Making meaning travel across boundaries	Shared data models, identifiers, electronic data exchange interfaces, ship–shore interfaces
L3 Governance and assurance	Making sharing legitimate, liable and secure	Access policy, stewardship, cybersecurity, auditability, liability
L4 Socio-technical adoption	Embedding digital practice in work	Skills, incentives, process redesign, partner readiness

Table 2 keeps sensing and modelling distinct from interoperable exchange so that local representation gains are not mistaken for multi-actor coordination. Governance and assurance stay apart from payload alignment, and socio-technical adoption is not collapsed into policy completeness. The table therefore supplies the layer vocabulary used later in this subsection and in the analytical evaluation. The separation matters: ship–shore strands in the related literature specify roles, models and flows more fully than they specify how governance, assurance and organisational use co-evolve with those flows. Without a distinct diagnostic cut, those concerns tend to be absorbed into interface or modelling projects. Table 3 maps selected literature strands onto the resulting gaps and onto the artefact’s responses.

Table 3. Literature strand, diagnostic gap and artefact response.

Literature strand	Diagnostic gap	Artefact response
Maritime ITS architecture (Hagaseth et al., 2023)	Roles and information models specified; assurance and adoption peripheral	L3–L4 overlay testing whether governance and use co-evolve with models
Seaport information systems / Port Community Systems (PCS) (Heilig and Voß, 2017)	Cross-organisational flows catalogued; thin joint design of assurance and use with exchange	Layers relating port-community-style exchange to L3 assurance and L4 adoption
Port digital-twin studies (Neugebauer et al., 2024; Klar et al., 2023; Eom et al., 2023)	Local optimisation mistaken for ecosystem coordination capability	Twins located primarily at L1; boundary-object use requires L2–L4
Facilitation and reference data models (IMO, 2023; De Cauwer et al., 2021)	Harmonised definitions without a cut across modelling, exchange, governance and use	L1–L4 separation with explicit L2 semantic focus
Cyber and assurance instruments (IMO, 2025; ISO/IEC, 2022)	Integrity and availability pressed as guidance without a diagnostic layer relative to exchange	Distinct L3; share-versus-liability and trustworthiness made discussable
Socio-technical / transformation barriers (Tijan et al., 2021; Zeng et al., 2025)	Barriers listed with useful breadth; weak joint-necessity test for programme design	Four layers whose omission leaves recognisable failures unexplained
Contractual complements (BIMCO, 2021a; BIMCO, 2021b)	Commercial clauses treated as side agreements rather than design warrants for reliance	JIT and data-exchange duties located in L3 alongside technical L2

Table 3 is a literature-to-gap device, not a systematic-review matrix. Architectural and port-community accounts catalogue exchange while leaving joint design of assurance and use thin. Twin studies risk treating local optimisation as if it were ecosystem coordination capability. Cyber and contractual instruments press integrity or liability without a layer that ties those concerns back to exchange. Keeping L1–L4 separable lets those gaps be named. Table 3 thus shows where governance and assurance remain thin relative to exchange and modelling. L3 stays separate from L2 for the discriminative reasons in Table 4 and for DR2: collapsing governance into interoperability would treat stewardship, liability and cyber assurance as side-effects of interface projects.

Table 4. Constructs that force a distinct governance and assurance layer (L3).

Construct that cannot sit only in L2	Why a distinct L3 is required
Access, restrictions on secondary use and stewardship roles	Exchange contracts specify payloads; they do not allocate decision rights or dispute routes (DR2)
Liability when shared timestamps shift after labour or equipment is committed	Semantic alignment does not settle accountability for late or erroneous updates (scenario L2–L3 break)
Cyber integrity and availability of shared operational information	Exchange presupposes trustworthiness that must be designed and evidenced (IMO, 2025; ISO/IEC, 2022)

Reported barriers and institutional instruments resist that collapse. Trust deficits, access control and cyber risk sit beside semantic fragmentation rather than inside it (Zeng et al., 2025; IMO, 2025; ISO/IEC, 2022). Semantics can align while parties still refuse to rely on shared timestamps because the commercial consequences of wrong or delayed updates remain unclear (BIMCO, 2021b). Table 4 underwrites the separation of L3 from L2 on that basis.

With L1–L3 held apart diagnostically, the remaining question is how each layer fails in practice. Beyond Table 2’s row summary, the distinctive L1 risk is local optimisation. A high-quality local model that cannot export authoritative event objects still improves only the organisation that owns it. Twin studies report the same limit: local models without shared exchange protocols do not resolve ship–shore coordination (Klar et al., 2023; Hagaseth et al., 2023). Consistent with DR1, L1 investment improves representation fidelity but leaves multi-actor coordination incomplete until L2–L4 conditions are met. L2 asks whether meaning travels. Shared data models, identifiers, electronic data exchange interfaces and ship–shore interfaces matter because port-call timestamps and status events are useful only where definitions, timing expectations and provenance are held in common (IMO, 2023). Alignment with reference models lowers bilateral mapping costs (De Cauwer et al., 2021; Hagaseth et al., 2023). At the point of use, L4 asks whether digital artefacts become ordinary instruments of work and thereby answers DR3. Skills, incentives, process redesign and partner readiness decide whether a governed feed displaces telephone confirmation (Tornatzky and Fleischer, 1990; Tijan et al., 2021). Folding L4 into L3 would equate policy completeness with organisational use. Practice stays in the familiar channel until roles, training and accountability travel with the investment (Zeng et al., 2025; Mubder and Fredriksson, 2025).

3.3 Analytical evaluation of the artefact

The artefact is evaluated here against the three criteria in subsection 3.1, using a literature-grounded composite scenario. Picture a mid-sized container call with a morning berth window. The vessel operator and the terminal each run rich local estimated time of arrival (ETA) and berth-readiness models; the terminal planner schedules gangs against a local readiness flag (L1). The agent’s “arrival” tracks pilot-boarding time, while the terminal’s window tracks berth-ready conditions for cargo operations. No shared arrival-window event object with agreed

provenance passes between them (L2 failure). An electronic data exchange interface then carries ETA updates, yet once gangs and equipment are committed the parties still hesitate to rely on the feed, because access scope, quality responsibility and liability for a late shift remain unsettled (L3 failure). The night desk and planners therefore keep telephone and e-mail confirmation as the default standard operating procedure (SOP), and the digital channel stays peripheral to work practice (L4 failure). Published PCS evidence that informal channels can sit beside platforms supports the L4 pattern as a literature-grounded motif (Mubder and Fredriksson, 2025). Table 5 restates the composite as a layer diagnosis and returns to RQ1. Omit any layer and a recognisable failure stays unexplained. Judged on clarity of layer distinctions, completeness versus DR1–DR4, and diagnostic usefulness on the share-versus-liability break, the composite shows incomplete co-evolution across layers rather than a missing technical component in sequence (DR4). L1 sensing and modelling can be present while coordination still stalls where L2 would create a shared arrival-window object, where L3 would make reliance legitimate after labour is committed, and where L4 would displace telephone confirmation as default procedure. Local models support shared coordination only when exchange, stewardship and routine use travel with them (Klar et al., 2023; Neugebauer et al., 2024).

Table 5. Illustrative composite port-call scenario mapped to layer diagnosis.

Scenario episode	Illustrative breakdown	Layer diagnosis	Literature warrant
Morning container call; vessel and terminal each run local ETA / berth-readiness models; terminal schedules gangs on a local readiness flag	Internal plans look coherent; no shared coordination object	L1 present; multi-actor break unexplained by L1 alone (DR1)	Neugebauer et al. (2024); Klar et al. (2023); Eom et al. (2023)
Agent “arrival” = pilot boarding; terminal window = berth-ready for cargo ops; no shared arrival-window event with provenance	Timestamps and windows disagree across organisations	L2 failure (semantic / exchange break; DR1)	IMO (2023); Heilig and Voß (2017); De Cauwer et al. (2021)
Electronic feed carries ETA updates; access scope, quality duty and liability for late shifts unsettled after gangs committed	Parties hesitate to rely on the shared feed	L2–L3 misalignment (share vs liability; DR2)	IMO (2025); ISO/IEC (2022); BIMCO (2021b); Moros-Daza et al. (2020)
Night desk and planners keep telephone / e-mail as default confirmation standard operating procedure (SOP)	Digital channel remains peripheral to work practice	L4 failure (adoption / practice gap; DR3); co-evolution incomplete (DR4)	Mubder and Fredriksson (2025); Tijan et al. (2021); Zeng et al. (2025)

The L2–L3 tension answers RQ2 directly and is easy to misread in the field. Against the composite, treating underused electronic data exchange interfaces as a payload or training deficit alone would add message fields, status displays or training courses without settling reliance. Extra message fields would not decide who bears

responsibility when a published ETA shifts after the terminal has already committed labour and equipment. Training would not invent dispute routes. Drafting access policies without shared event semantics would, conversely, govern an empty channel. Architectural frameworks that specify roles and information models (Hagaseth et al., 2023) remain necessary for scalable design. The four-layer artefact asks a further question: are governance and adoption co-designed with those models, or postponed until exchange arrangements already exist? A staged reading of capability follows. Scoped, standards-aligned exchanges come first; richer modelling (and twin use where relevant) follows; stewardship and role redesign travel in parallel rather than as a closing change-management exercise. That staging is the practical reading of DR4.

4. Implications

For practitioners who coordinate ship–shore and port-call information, the artefact and the composite yield diagnostic check points rather than generic readiness advice. At L2, divergent arrival-window definitions in the composite, together with facilitation and reference-model warrants (IMO, 2023; De Cauwer et al., 2021; Hagaseth et al., 2023), point to two questions. Do ship and shore parties share one operational definition of the arrival window and related status events, or do bilateral mappings persist? When an ETA or berth-readiness timestamp travels, is provenance explicit enough that disagreement reads as a semantic failure rather than as “bad data”? At L3, the share-versus-liability break and cyber and contractual instruments (IMO, 2025; ISO/IEC, 2022; BIMCO, 2021b) raise a different pair. Who is accountable if a published timestamp is late or wrong after labour and equipment have already been committed? Are access scope, stewardship and cyber integrity of the shared channel specified with the same seriousness as the exchange interface itself? At L4, persistent telephone confirmation in the composite and socio-technical barrier evidence (Tijan et al., 2021; Zeng et al., 2025; Mubder and Fredriksson, 2025) push two further questions. Has voice or e-mail confirmation of critical port-call events been narrowed as procedure, or does it remain the default? Do roles, training and accountability travel with the digital channel so that reliance becomes ordinary work? An optional L1 check asks whether local ETA or berth-readiness models are treated as inputs to shared coordination objects, or as substitutes for them (Klar et al., 2023). The checks operationalise DR1–DR4 for programme diagnosis. They draw on the composite reading and on the literature patterns in Section 2 and Table 1; they are implications of the artefact and scenario, not field findings or unsupported prescriptions. Returning to RQ1 and RQ2, the artefact also supports a research proposition. Proposition P1 states that, in multi-actor port-call settings, measurable layer alignment will predict coordination performance more strongly than binary labels of organisations as “digitalised” or not. Alignment here tracks semantic conformance of exchanged port-call objects; cross-organisation reuse of those objects in

operational decisions; assurance maturity of the shared channel; and depth of substitution of voice or e-mail workarounds. P1 is offered for later field studies, not as a finding of the present study. It makes the mutual requirement of L1–L4 testable and closes the loop from the research questions to future empirical design.

5. Conclusion

Ship–shore and port-call programmes still struggle with uneven progress across the socio-technical stack. Local sensing and modelling can move ahead while shared meaning, assurance and routine operational use lag. Treated as sequential afterthoughts rather than as conditions that must be satisfied together, those elements leave local technical investment without durable coordination gains. A four-layer diagnostic artefact has been set out covering sensing and modelling, interoperable exchange, governance and assurance, and socio-technical adoption. Its role is diagnostic rather than architectural. Against accounts that specify roles and information models, and against enabler–barrier checklists, the point is to keep interoperability, governance and assurance, and socio-technical adoption inside the design cut so that familiar multi-actor failures can be explained without being reduced to a shortage of technology.

Design requirements were drawn from coordination failures that recur in the maritime digitalisation literature and from facilitation, data-model and cyber instruments that urge shared definitions without cutting across modelling, exchange, governance and use. The layers were then read through a literature-grounded composite port-call scenario and judged analytically on clarity of layer distinctions, completeness versus DR1–DR4, and diagnostic usefulness on the share-versus-liability break. Table 5 records that reading for an illustrative composite. Programme diagnosis can use the layer-linked check points in Section 4. Those checks ask whether shared information enters operational decisions and whether workaround reliance has narrowed—not merely whether a platform has been commissioned. Relational adequacy for a familiar failure pattern is shown. Prevalence, effect sizes and boundary conditions across ports and trades are not claimed; the framework remains scoped to ship–shore and port-call coordination. Field evaluation is the necessary next step: comparative applications across ports or fleets at different digitalisation stages, and a test of proposition P1 on measurable layer alignment.

References

- BIMCO (2021a). Just in Time Arrival Clause for Voyage Charter Parties 2021. Bagsværd: BIMCO. Available at: <https://www.bimco.org/contractual-affairs/bimco-clauses/current-clauses/just-in-time-arrival-clause-for-voyage-charter-parties-2021/> (Accessed: 17 October 2026).
- BIMCO (2021b). Port Call Data Exchange Clause 2021. Bagsværd: BIMCO. Available at: <https://www.bimco.org/contractual-affairs/bimco-clauses/current-clauses/port-call-data-exchange-clause-2021/> (Accessed: 17 October 2026).
- Brunila, O.-P., Kunnaala-Hyrkki, V. and Inkinen, T. (2021). 'Hindrances in port digitalization? Identifying problems in adoption and implementation', *European Transport Research Review*, 13, 62. Available at: <https://doi.org/10.1186/s12544-021-00523-0>
- Carlan, V., Sys, C. and Vanelslander, T. (2016). 'How port community systems can contribute to port competitiveness: Developing a cost–benefit framework', *Research in Transportation Business & Management*, 19, pp. 51–64. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2016.03.009>
- De Cauwer, N., Fontanet, M., Abril Garcia, J., Greven, H., Juhl, J.S., Probert, S., Renz, M. and Rødseth, Ø.J. (2021). 'The IMO Reference Data Model: One solution fits most!', in Lind, M., Michaelides, M., Ward, R. and Watson, R.T. (eds.) *Maritime Informatics: Additional Perspectives and Applications*. Cham: Springer, pp. 61–77.
- Eom, J.-O., Yoon, J.-H., Yeon, J.-H. and Kim, S.-W. (2023). 'Port digital twin development for decarbonization: A case study using the Pusan Newport International Terminal', *Journal of Marine Science and Engineering*, 11(9), 1777. Available at: <https://doi.org/10.3390/jmse11091777>
- Fruth, M. and Teuteberg, F. (2017). 'Digitization in maritime logistics—What is there and what is missing?', *Cogent Business & Management*, 4(1), 1411066. Available at: <https://doi.org/10.1080/23311975.2017.1411066>
- Hagaseth, M., Rødseth, Ø.J., Krogstad, T. and Bakke, M. (2023). 'A new architectural framework for digitalization of maritime intelligent transport systems', *TransNav, the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, 17(4), pp. 769–779. Available at: <https://doi.org/10.12716/1001.17.04.02>
- Heilig, L. and Voß, S. (2017). 'Information systems in seaports: A categorization and overview', *Information Technology and Management*, 18(3), pp. 179–201. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10799-016-0269-1>

- Heilig, L., Lalla-Ruiz, E. and Voß, S. (2017). 'Digital transformation in maritime ports: analysis and a game theoretic framework', *NETNOMICS: Economic Research and Electronic Networking*, 18(2–3), pp. 227–254. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11066-017-9122-x>
- Heilig, L., Schwarze, S. and Voß, S. (2017). 'An analysis of digital transformation in the history and future of modern ports', in *Proceedings of the 50th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)*. Available at: <https://doi.org/10.24251/HICSS.2017.160>
- Hevner, A.R., March, S.T., Park, J. and Ram, S. (2004). 'Design science in information systems research', *MIS Quarterly*, 28(1), pp. 75–105.
- IHO (2024). S-100: Universal Hydrographic Data Model, Edition 5.2.0. Monaco: International Hydrographic Organization.
- IMO (2023). Guidelines for Harmonized Communication and Electronic Exchange of Operational Data for Port Calls. FAL.5/Circ.52. London: International Maritime Organization.
- IMO (2025). Guidelines on Maritime Cyber Risk Management. MSC-FAL.1/Circ.3/Rev.3. London: International Maritime Organization.
- Inkinen, T., Helminen, R. and Saarikoski, J. (2021). 'Technological trajectories and scenarios in seaport digitalization', *Research in Transportation Business & Management*, 41, 100633. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2021.100633>
- ISO/IEC (2022). ISO/IEC 27001:2022 Information security, cybersecurity and privacy protection — Information security management systems — Requirements. Geneva: International Organization for Standardization.
- Jović, M., Tijan, E., Vidmar, D. and Pucihar, A. (2022). 'Factors of digital transformation in the maritime transport sector', *Sustainability*, 14(15), 9776. Available at: <https://doi.org/10.3390/su14159776>
- Klar, R., Fredriksson, A. and Angelakis, V. (2023). 'Digital twins for ports: Derived from smart city and supply chain twinning experience', *IEEE Access*, 11, pp. 71777–71799. Available at: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3295495>
- Lind, M., Michaelides, M., Ward, R. and Watson, R.T. (eds) (2021). *Maritime Informatics*. Cham: Springer. Available at: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-50892-0>
- Moros-Daza, A., Amaya-Mier, R. and Paternina-Arboleda, C. (2020). 'Port Community Systems: A structured literature review', *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 133, pp. 27–46. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.12.021>

- Mubder, A. A. A. M. and Fredriksson, A. (2025). 'Mechanisms supporting the continuance use of Port Community Systems: A Swedish case-study', *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 34, 101715. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.trip.2025.101715>
- Neugebauer, J., Heilig, L. and Voß, S. (2024). 'Digital twins in the context of seaports and terminal facilities', *Flexible Services and Manufacturing Journal*, 36(3), pp. 821–917. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10696-023-09515-9>
- Sanchez-Gonzalez, P.-L., Díaz-Gutiérrez, D., Leo, T.J. and Núñez-Rivas, L.R. (2019). 'Toward digitalization of maritime transport?', *Sensors*, 19(4), 926. Available at: <https://doi.org/10.3390/s19040926>
- Tijan, E., Jović, M., Aksentijević, S. and Pucihar, A. (2021). 'Digital transformation in the maritime transport sector', *Technological Forecasting and Social Change*, 170, 120879. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120879>
- Tornatzky, L.G. and Fleischer, M. (1990). *The Processes of Technological Innovation*. Lexington, MA: Lexington Books.
- UNCTAD (2020). *Digitalizing the Port Call Process*. Transport and Trade Facilitation Series No. 13 (UNCTAD/DTL/TLB/2019/2). Geneva: United Nations Conference on Trade and Development.
- UNCTAD (2024). *Review of Maritime Transport 2024: Navigating Maritime Chokepoints*. Geneva: United Nations Conference on Trade and Development.
- Zeng, F., Chen, A., Xu, S., Chan, H.K. and Li, Y. (2025). 'Digitalization in the maritime logistics industry: A systematic literature review of enablers and barriers', *Journal of Marine Science and Engineering*, 13(4), 797. Available at: <https://doi.org/10.3390/jmse13040797>

TÜRKÇE ÖĞRETMENİ ADAYLARININ TÜRKÇE DERSİ ÖĞRETİM PROGRAMI İLE TÜRKÇE DERS KİTABI ARASINDAKİ İLİŞKİYE YÖNELİK METAFORİK ALGILARININ İNCELENMESİ

Dr. Öğr. Üyesi, Fatih ARSLAN

Kırıkkale Üniversitesi, Türkçe Eğitimi, fatiharslan@kku.edu.tr, ORCID: 0000-0002-8714-2022

Özet

Türkçe öğretiminde öğretim programı, öğretme-öğrenme sürecinin temel çerçevesini belirlerken ders kitapları bu çerçevenin sınıf içi uygulamalara yansıtılmasında önemli bir işlev üstlenmektedir. Bu araştırmanın amacı, Türkçe öğretmeni adaylarının Türkçe Dersi Öğretim Programı ile Türkçe ders kitabı arasındaki ilişkiye yönelik metaforik algılarını belirlemektir. Temel nitel araştırma deseninde yürütülen çalışmanın katılımcılarını, 2023–2026 yılları arasında Kırıkkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Türkçe Öğretmenliği Programında öğrenim gören, ilgili program ve ders kitabı inceleme derslerini almış öğrenciler oluşturmaktadır. Ölçüt örnekleme yöntemiyle belirlenen katılımcılardan veriler, açık uçlu metafor formuyla toplanmıştır. İçerik analiziyle çözümlenen 165 geçerli metafor ifadesi dört kavramsal kategoride sınıflandırılmıştır. Bağımsız puanlayıcılar arası uyum katsayısı 0,86 olarak hesaplanmıştır. Bulgular, metaforların “Tamamlayıcı/Ayrılmaz Bütün” (%33,3), “Kaynak/Besleyici ve Somut Ürün” (%29,1), “Kılavuz/Yönlendirici ve Uygulayıcı” (%25,4) ve “Yansıtıcı ve Somutlaştırıcı Çerçeve” (%12,2) kategorilerinde toplandığını göstermiştir. Araştırma sonucunda öğretmen adaylarının öğretim programı ile ders kitabını ağırlıklı olarak birbirini tamamlayan, programın yön verdiği ve ders kitabının somutlaştırdığı ilişkili bileşenler şeklinde algıladıkları belirlenmiştir. Bu doğrultuda öğretmen yetiştirme sürecinde program ve ders kitabının birlikte incelendiği uygulamalara ağırlık verilmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Türkçe öğretmeni adayları, Türkçe Dersi Öğretim Programı, Türkçe ders kitabı, metaforik algı.

AN EXAMINATION OF PROSPECTIVE TURKISH LANGUAGE TEACHERS' METAPHORICAL PERCEPTIONS REGARDING THE RELATIONSHIP BETWEEN THE TURKISH LANGUAGE CURRICULUM AND THE TURKISH LANGUAGE TEXTBOOK

Abstract

In Turkish language instruction, while the curriculum defines the basic framework of the teaching-learning process, textbooks play a key role in translating this framework into classroom practice. The purpose of this study is to determine pre-service Turkish language teachers' metaphorical perceptions of the relationship between the Turkish Language Curriculum and Turkish language textbooks. Conducted using a basic qualitative research design, the study's participants consisted of students enrolled in the Turkish Language Teaching Program at the Faculty of Education, Kırıkkale University, between 2023 and 2026, who had taken courses on the relevant curriculum and textbook analysis. Data from the participants, selected using criterion sampling, were collected using an open-ended metaphor form. A total of 165 valid metaphorical expressions, analyzed using content analysis, were classified into four conceptual categories. The inter-rater reliability coefficient was calculated as 0.86. The findings indicate that metaphors fall into the categories of "Complementary/Indivisible Whole" (33.3%), "Source/Nurturing and Concrete Product" (29.1%), "Guide/Director and Implementer" (25.4%), and "Reflective and Concretizing Framework" (12.2%) categories. The study concluded that teacher candidates predominantly perceive the curriculum and the textbook as complementary components—where the curriculum provides direction and the textbook concretizes it. Accordingly, it is recommended that teacher education programs place greater emphasis on practices that examine the curriculum and the textbook together.

Keywords: Prospective Turkish language teachers, Turkish Language Curriculum, Turkish textbook, metaphorical perception.

1. GİRİŞ

Türkçe öğretiminde amaçların belirlenmesi ile bu amaçların sınıf içi uygulamalara yansıtılması, birbiriyle ilişkili ancak farklı işlevler üstlenen öğretim bileşenleri üzerinden gerçekleşmektedir. Gültekin (2013), eğitim programlarını kazandırılması öngörülen bilgi, beceri ve tutumlarla öğretme-öğrenme ve değerlendirme süreçlerine yön veren bir çerçeve olarak ele almakta; programın uygulanmasında öğretmenin rolüne dikkat çekmektedir. Özdemir (2012) de öğretmen adaylarının hizmet öncesi dönemde program kavramına ilişkin geliştirdikleri algıların öğretmen yetiştirme bakımından önemini vurgulamaktadır. Bu iki yaklaşım birlikte düşünüldüğünde programın yalnızca hazırlanmış bir belge olarak değil öğretmenin yorumları ve uygulamalarıyla anlam kazanan bir yönlendirici çerçeve olarak ele alınması gerektiği anlaşılmaktadır.

Öğretim programının öngördüğü hedeflerin öğrenciyle buluşmasında ders kitapları temel materyaller arasında yer almaktadır. Çalışkan (2016), Türkçe öğretiminin niteliğini değerlendirirken öğretim programı ile programa göre hazırlanan ders kitaplarının birlikte düşünülmesi gerektiğini belirtmekte ve metin seçiminin dil becerilerini geliştirme amacıyla ilişkisini ele almaktadır. Kana ve Kiler (2021), Türkçe ders kitaplarında öğretim programındaki anahtar yetkinliklerin metinler ve etkinlikler üzerinden temsil edilmesini inceleme konusu yapmıştır. Ugan ve Ateş (2023), Türkçe ders kitaplarının okuma ve dinleme metinleri, etkinlikler ve değerlendirme bölümleri aracılığıyla öğrenme sürecini destekleyen yapısını açıklamaktadır. Bu çalışmalar, programda yer alan beklentilerin ders kitaplarına yalnızca içerik seçimiyle değil, metinlere bağlı öğrenme ve değerlendirme etkinlikleriyle de taşındığını göstermektedir. Bununla birlikte öğretim programı ile ders kitabı arasındaki bağ, birinin diğerini eksiksiz biçimde tekrar etmesi olarak değerlendirilemez. Ceran (2015), Türkçe ders kitaplarını öğretim programındaki amaç ve içeriklerin öğretim sürecinde somutlaşmasına katkı sağlayan kaynaklar olarak ele alırken metinlerin niteliği, düzeye uygunluğu ve dil becerilerini destekleme işlevine dikkat çekmektedir. Kana ve Kiler (2021), inceledikleri ders kitaplarında programdaki anahtar yetkinliklerin dengeli dağılmadığını; Ugan ve Ateş (2023) ise tema öğretimine yönelik etkinliklerde dil becerilerinin eşit ölçüde temsil edilmediğini ortaya koymuştur. Bu bulgular, ders kitaplarının programla ilişkisini değerlendirirken yalnızca var olan öğeleri değil bunların işlevini ve dağılımını da dikkate almayı gerektirir.

Öğretmen adayları, meslek yaşamlarında hem programı yorumlayacak hem de ders kitabını öğretim ortamına uyarlayacak kişilerdir. Bu nedenle iki bileşenin birbiriyle ilişkisini nasıl anlamlandırdıkları ayrıca araştırılmaya değerdir. Aykaç ve Çelik (2014), öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının eğitim programına yükledikleri anlamları metaforlar üzerinden karşılaştırarak program algısının incelenmesini önemli görmektedir. Çırak Kurt (2017) ise öğretim programının uygulayıcıları olan öğretmenlerin program hakkındaki algılarının uygulama

sürecine ilişkin ipuçları sunabileceğine işaret etmektedir. Bu araştırmada ise tek başına programın veya ders kitabının algılanma biçiminden ziyade ikisi arasında kurulan ilişkisel anlam üzerinde durulmaktadır. Bu tür ilişkisel anlamları incelemede kullanılabilecek yollardan biri metaforlardır. Saban (2006), metaforların öğretmenlerin mesleki düşünme biçimlerini ve eğitimsel olguları kavramsallaştırmalarını anlamada işlev gördüğünü, bu yönleriyle öğretmen eğitiminde farklı amaçlarla kullanılabildiğini açıklamaktadır. Yine Saban (2009), metaforu birbirine benzemeyen iki olgu arasında kurulan ilişki yoluyla bir zihinsel şemanın diğerine yansıtılmasını mümkün kılan kavramsal bir araç olarak ele almaktadır. Aydın ve Pehlivan (2010), metaforların öğretmen adaylarının eğitimsel kavramları deneyimleriyle ilişkilendirerek açıklamasına imkân verdiğini tartışmaktadır. Dolayısıyla metaforların değeri yalnızca benzetme içeren bir sözcük üretmelerinde değil bireyin eğitimsel olguyu hangi yönüyle kavradığını göstermektedir.

Metaforların sağlıklı yorumlanabilmesi için benzetme adı kadar benzetmenin nedeninin de dikkate alınması gerekir. Saban (2009), metaforun konusunu, kaynağını ve bu ikisi arasındaki bağı birlikte çözümlemiş; katılımcıların “çünkü” açıklamalarını kategori geliştirme sürecine katmıştır. Yıldırım Bilgen (2022) de metaforik ifadeleri değerlendirirken yalnızca kullanılan metafor adına değil katılımcının gerekçesine ve benzetme ilişkisinin yönüne odaklanmıştır. Bu iki örnek, aynı metafor adının farklı gerekçelerle ayrı kavramsal anlamlara karşılık gelebileceği ve sınıflandırmanın ifade bütünü üzerinden yapılması gerektiğini göstermektedir.

Literatürde öğretim programı ile Türkçe ders kitabına yönelik metaforik algıları ayrı ayrı ele alan araştırmalar bulunmaktadır. Gültekin (2013), öğretmen adaylarının eğitim programı için geliştirdikleri metaforları rehber, sistemli bütün, şekillendirici ve karmaşık yapı gibi farklı kategorilerde değerlendirmiştir. Özdemir (2012), eğitim programını düzenli işleyen bir yapı, süreç ve yol gösterici olarak kavramsallaştıran imgelerin öne çıktığını belirlemiştir. Ceran (2015) ise Türkçe öğretmeni adaylarının ders kitaplarına yönelik geliştirdikleri metaforları olumlu, olumsuz ve iki yönlü algılar çerçevesinde incelemiştir. Türkçe öğretmeni adaylarının mesleklerine ve alanlarına ilişkin algıları da metafor araştırmalarında ele alınmıştır. Karakoç ve Yangil (2026), öğretmen adaylarının “Türkçe öğretmeni” kavramını rehberlik ve yönlendirme; “Türkçe” kavramını değer ve zenginlik; “Türkçe dersi” kavramını ise yaşamla ilişki ve gelişim odaklılık gibi anlamlarla açıkladıklarını belirtmiştir. Yıldırım (2021), Türkçe öğretimine yönelik 51 farklı metaforu yedi kavramsal kategoride incelemiştir. Coşkun (2018), ortaokul öğrencilerinin Türkçe ders kitaplarına yönelik metaforlarında kitabı bilgiye ulaşmayı kolaylaştıran bir kaynak olarak görmenin yanında eleştirel ve olumsuz değerlendirmelerin de bulunduğunu belirlemiştir. Pilav ve Elkatmış (2013), Türkçe ve sınıf öğretmeni adaylarının Türkçe kavramına

ilişkin benzetmelerini farklı anlam yönlerinden hareketle kategorileştirmiştir. Sevim, Veyis ve Kınay (2012) ise öğretmen adaylarının Türkçeyi tarihsel zenginlik, kültür, düşünme ve toplumsal birlik gibi çeşitli boyutlarla ilişkilendirdiklerini göstermiştir. Bu araştırmaların katılımcı grupları ve ele aldıkları kavramlar farklılık göstermekle birlikte bu çalışmalar metaforik algıların farklı kavramsal kategoriler altında incelenebileceğini ortaya koyması bakımından mevcut araştırmaya kuramsal bir dayanak sunmaktadır. Bununla birlikte farklı eğitimsel kavramların çeşitli benzetme yönleriyle anlamlandırılabilmesine ilişkin bulgular, öğretim programı ile ders kitabı ilişkisinin de tek bir benzetme kalıbına indirgenmeden incelenmesi gerektiğini göstermektedir.

Önceki araştırmaların önemli bir bölümü programı, ders kitabını veya Türkçe öğretimine ilişkin başka bir kavramı kendi başına incelemiştir. Bu araştırmada ise metaforun konusu doğrudan “Türkçe Dersi Öğretim Programı ile Türkçe ders kitabı arasındaki ilişki” olarak belirlenmiştir. Programın yönlendirici işlevi, ders kitabının öğrenme sürecindeki aracılığı ve öğretmen adaylarının bu bileşenlere yükledikleri farklı anlamlar birlikte ele alındığında ilişkisel metaforların incelenmesi, iki bileşenin öğretim sürecindeki konumunun nasıl kavrandığını açıklayabilecek bir araştırma odağı sunmaktadır. Bu doğrultuda araştırmanın amacı, Türkçe öğretmeni adaylarının Türkçe Dersi Öğretim Programı ile Türkçe ders kitabı arasındaki ilişkiye yönelik geliştirdikleri metaforları belirlemek ve bu metaforları katılımcıların gerekçelerinden hareketle kavramsal kategoriler altında incelemektir. Araştırmada öğretmen adaylarının hangi metaforları ürettikleri ve bunların hangi ortak anlamlar çerçevesinde gruplandığı sorularına yanıt aranmıştır.

2. YÖNTEM

Bu araştırma, temel nitel araştırma deseni doğrultusunda yürütülmüştür. Temel nitel araştırmalar, bireylerin olgu ve deneyimlere yükledikleri anlamları ortaya çıkarmaya ve yorumlamaya odaklanır. Verilerin analizinde tekrar eden anlam örüntüleri ve kategoriler belirlenir (Merriam, 2013). Bu doğrultuda araştırmada, Türkçe öğretmeni adaylarının öğretim programı ile ders kitabı arasındaki ilişkiye yükledikleri anlamlar metaforlar aracılığıyla incelenmiştir.

Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu, 2023–2026 yılları arasında Kırıkkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Türkçe Öğretmenliği Programının 2., 3. ve 4. sınıflarında öğrenim gören öğrenciler oluşturmaktadır. Çalışma grubunun belirlenmesinde amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme kullanılmıştır. Bu yöntemde katılımcılar önceden belirlenen ölçütleri karşılama durumlarına göre seçilir (Baltacı, 2018). Öğrencilerin “Türkçe Öğretim Programları” ve “Türkçe Ders Kitabı İncelemeleri” derslerini almış olmaları katılım ölçütü olarak belirlenmiştir. Analizde 165 geçerli metafor ifadesi değerlendirilmiştir.

Veri Toplama Aracı ve Süreci

Veriler, “Türkçe ders kitabı ve Türkçe öğretim programı arasındaki ilişki ... gibidir. Çünkü ...” ifadesinin tamamlanmasını gerektiren açık uçlu metafor formuyla toplanmıştır. Metafor araştırmalarında “gibi” benzetmeyi, “çünkü” ise benzetmenin gerekçesini açıklığa kavuşturmak amacıyla kullanılmaktadır (Saban, 2009). Öğrenciler formu ortalama 20 dakikada tamamlamıştır.

Verilerin Analizi

Veriler içerik analiziyle çözümlenmiştir. İçerik analizi, nitel verilerin sistematik biçimde incelenerek benzer anlamlar taşıyan ifadelerin belirli kavramlar ve temalar altında bir araya getirilmesini amaçlayan bir analiz yöntemidir. Bu süreçte veriler arasındaki ilişkiler ve ortak örüntüler ortaya çıkarılarak araştırılan olgunun daha kapsamlı biçimde yorumlanması sağlanır (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Öğrencilerin metaforları, benzetme yönleri ve “çünkü” gerekçeleri birlikte incelenmiş; benzer anlamlar dört kavramsal kategoride toplanmıştır. Frekans ve yüzdelere hesaplanarak tablolaştırılmıştır. Metaforun konusu, kaynağı ve bu ikisi arasındaki ilişkinin birlikte değerlendirilmesi, kategori geliştirmede önem taşır (Saban, 2009).

Geçerlik ve Güvenirlik

Araştırmanın geçerlik ve güvenilirliğini desteklemek amacıyla veri analizi süreci ayrıntılı biçimde açıklanmış ve bulgular katılımcıların özgün ifadeleriyle örneklendirilmiştir. Oluşturulan kategorilere ilişkin eşleştirmeler bağımsız puanlayıcılar tarafından değerlendirilmiştir. Miles ve Huberman'ın (1994; akt. Tavşancıl ve Aslan, 2001, s. 81) önerdiği $[Görüş\ birliği / (Görüş\ birliği + Görüş\ ayrılığı)] \times 100$ formülü kullanılarak hesaplanan puanlayıcılar arası uyum oranı %86 (0,86) olarak bulunmuştur.

3. BULGULAR

3.1. Metaforik Algıların Kavramsal Kategorilere Göre Dağılımı

Araştırma kapsamında Türkçe öğretmeni adaylarının Türkçe Dersi Öğretim Programı ile Türkçe ders kitabı arasındaki ilişkiye yönelik geliştirdikleri metaforlar, benzetme yönleri ve katılımcıların gerekçeleri dikkate alınarak incelenmiştir. Belirlenen kategoriler, bu kategorilerin frekans ve yüzde dağılımları ile öne çıkan metafor örnekleri Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1. Türkçe öğretmeni adaylarının Türkçe dersi öğretim programı ile Türkçe ders kitabı arasındaki ilişkiye yönelik metaforik algılarının kavramsal kategorilere göre dağılımı

Kategori Adı	Öne Çıkan Metaforlar	f	%
1. Tamamlayıcı/Ayrılmaz Bütün	Et ve tırnak (4), Akrep ve yelkovan (4), Tahin ve pekmez (3), Tencere ve kapak (3), Bir elmanın iki yarısı (3), Yapboz parçaları (3), Çay ve simit (2)	55	33.3
2. Kılavuz/Yönlendirici ve Uygulayıcı	Pusula/Harita-yolcu (10), Turist ve rehber (3), Mimar, proje ve bina (3), Yemek tarifi ve malzeme (3), Harita ve yol (3)	42	25.4
3. Kaynak/Besleyici ve Somut Ürün	Anne ve çocuk/bebek (10), Toprak ve tohum/su/bitki (6), Ağaç ve meyve/ürün (5), Tohum ve ağaç/bitki (3), Ağacın kökü ve gövdesi (3)	48	29.1
4. Yansıtıcı ve Somutlaştırıcı Çerçeve	Ayna ve yansıma/görüntü (5), Su ve kap/şişe (3), Boya ve tuval/duvar (2)	20	12.2
Toplam	Geçerli Katılımcı Sayısı	165	100

Tablo 1 incelendiğinde, araştırmaya katılan 165 Türkçe öğretmen adayının Türkçe Öğretim Programı ve Türkçe ders kitabı ilişkisine yönelik ürettikleri metaforların dört ana kavramsal kategori altında toplandığı görülmektedir. Bu kategoriler kullanım sıklığına göre sırasıyla; "Ayrılmaz Bir Bütün ve Tamamlayıcı Unsur" (%33.3), "Kaynak/Besleyici ve Ürün İlişkisi" (%29.1), "Kılavuz/Yönlendirici ve Uygulayıcı İlişkisi" (%25.5) ve "Yansıtıcı ve Somutlaştırıcı Çerçeve" (%12.1) şeklinde sıralanmaktadır.

Tablo 1'e bakıldığında öğretmen adaylarının en çok (%33.3) öğretim programı ile ders kitabını birbirini tamamlayan, biri olmadan diğerinin eksik veya işlevsiz kalacağı organik bir bütün (et ve tırnak, akrep ve yelkovan vb.) olarak algıladıkları anlaşılmaktadır. Bunun yanı sıra adayların yarısından fazlası (%54.6'lık kesim; 2. ve 3. kategorilerin toplamı), bu iki unsur arasında kural koyucu/besleyici bir kaynak (anne, tohum, pusula) ile bu kaynaktan doğan/uygulayan somut bir ürün (çocuk, ağaç, yolcu) ilişkisi kurmuştur. Bu tablo, öğretmen adaylarının program ve ders kitabı arasındaki ilişkiyi, birbirini destekleyen ve eğitim sisteminin vazgeçilmez yapı taşları olarak kavradıklarını ortaya koymaktadır.

3.2. Ayrılmaz Bir Bütün ve Tamamlayıcı Unsur Olarak Program ve Kitap

Bu kategorideki katılımcılar, öğretim programı ve ders kitabının birbirine organik ve işlevsel olarak sıkı sıkıya bağlı olduğunu, biri olmadan diğerinin anlamsızlaşacağını vurgulamışlardır.

Tablo 2. Ayrılmaz bir bütün kategorisinde üretilen metaforlar

Sıra	Metafor Adı	f	Katılımcı Kodları
1	Et ve tırnak / Etle tırnak	4	K28, K45, K112, K120
2	Akrep ve yelkovan	4	K5, K107, K148, K166
3	Tahin ve pekmez	3	K19, K34, K80
4	Tencere ve kapak	3	K29, K50, K97
5	Bir elmanın iki yarısı	3	K96, K113, K171
6	Yapboz (Puzzle) / Parçaları	3	K39, K43, K95
7	Çay ve simit	2	K108, K111
8	Yemek ve tuz / Kuru fasulye-pilav	2	K2, K66
9	İki yakın dost / İki kardeş	2	K107*, K109
			K14 (Hidrojen-oksijen), K15 (Dil-kültür), K16 (Bir bütün), K17 (Görme-dokunma), K18 (Bal-kaymak), K23 (Zincir halkası), K24 (Tekerlek-araba), K30 (Defter-silgi), K31 (Okul-sınıf), K36 (Ray-tren), K46 (Telefon-şarj aleti), K67 (Eşleştirme oyunu), K81 (Ayak-ayakkabı), K82 (Makina çarkları), K83 (Köprü), K93 (Edebi eser-yazar), K101 (El-kol), K118 (Araç-gereç), K123 (Öğretmen-öğrenci), K128 (Kalem-uç), K132 (Madalyonun iki yüzü), K135 (Akıl-kalp), K139 (Kilit-anahtar), K142 (Kadın-erkek), K143 (Bardak-su), K146 (Tarih-coğrafya), K150 (Gemi-kaptan), K151 (Çark parçaları), K154 (Yazım-imla).
10	Diğer	2 9	
Toplam		5 5	

Tablo 2 incelendiğinde, araştırmaya katılan öğretmen adaylarının en çok bu kategoride metafor ürettikleri (55) görülmektedir. Adaylar; et ve tırnak, akrep ve yelkovan, tencere ve kapak, yapboz parçaları gibi ikili ve ayrılmaz yapıları kullanarak, Türkçe Öğretim Programı ile Türkçe ders kitabının birbirine organik bir bağla bağlı olduğunu vurgulamışlardır. Bu kategorinin odak noktası "karşılıklı bağımlılık"tır. Öğretmen adaylarının algılarına göre; tıpkı bir saatin yelkovanı olmadan akrebinin zamanı tam olarak gösterememesi gibi öğretim programı olmadan ders kitabının, ders kitabı olmadan da öğretim programının eğitim-öğretim sürecinde tek başına yeterli ve işlevsel olamayacağı düşünülmektedir. Bu bulgu, adayların programı ve kitabı birbirinin rakibi veya alternatifi olarak değil aynı sistemin birbirini tamamlayan iki asli unsuru olarak gördüklerini göstermektedir. Bu değerlendirmeleri destekleyen ve öğretim programı ile ders kitabı arasındaki tamamlayıcılık ilişkisini farklı benzetmelerle ortaya koyan katılımcı ifadelerinden bazıları aşağıda sunulmuştur.

"Ders kitapları hazırlanırken en başta bakılacak şey öğretim programıdır. Öğretim programı yansımadır. Ders kitabı bu sebeple de et ve tırnak gibidir." (K120)

"Akrep ve yelkovan birbirini tamamlar. Çünkü akrep olmadan saatin tam olarak kaç olduğunu anlayamayız. Yelkovan olmadan da saatin kaç geçtiğini bilemeyiz." (K5)

"Programlar ders kitaplarının rehberidir ve bu durumda Türkçe Öğretim Programı ile ders kitapları arasındaki uyum tencere ile kapak arasındaki uyuma benzetilebilir." (K29)

"İkisinin parçaları bir araya geldiğinde anlamlı bir bütün, güzel manalı bir resim ortaya çıkar. Puzzle'in parçaları tam olmaz ise bütün bozulur." (K95)

"Çay ve simit birlikte güzeldir. Simit kötü ise çay tek başına anlamsızdır. Çay-simit keyfi için ikisinin de iyi olması gerektiği gibi, iyi bir öğretim için de nitelikli öğretim programına ve ders kitabına ihtiyaç vardır." (K108)

"Kuru fasulye ve pilav ayrılmaz ikilidir... Türkçe Öğretim programı olmadığı zaman Türkçe ders kitabı sade kalır. Bir amacı olmaz, tadını alamayız, tatsız tuzsuz bir şey olur." (K66)

3.3. Yönlendirici/Kılavuz ve Uygulayıcı İlişkisi Olarak Program ve Kitap

Bu kategoride öğretim programı kural koyan, hedef belirleyen ve yön gösteren bir kılavuz (pusula, rehber, proje) olarak algılanırken; ders kitabı bu yönlendirmeyi sahada uygulayan araç olarak görülmüştür.

Tablo 3. Kılavuz ve Uygulayıcı Kategorisinde Üretilen Metaforlar

Sıra	Metafor Adı	f	Katılımcı Kodları
1	Pusula / Pusula ve harita-yolcu	10	K21, K25, K104, K105, K133, K138, K141, K167, K168, K169
2	Turist ve rehber / Seyahat-rehber	3	K37, K51, K88
3	Mimar, proje ve bina	3	K136, K147, K157
4	Yemek tarifi ve malzeme/kitap	3	K69, K145, K156
5	Harita ve yol / Yol ve trafik lambası	3	K44, K71, K130
6	Diğer	20	K4 (Tasarımcı-model), K9 (Ok-yay), K10 (Lego-yönerge), K26 (Öğrenci-kitap), K38 (Öğretmen-öğrenci), K52 (Araba-navigasyon), K68 (Yemek-tuz), K74 (Yemek yapma), K84 (Türkçe dersi-sözlük), K85 (Kültür-millet), K86 (Devlet-anayasa), K90 (Öğretmen-öğrenci), K92 (Uçurtma-rüzgar), K98 (Otomobil-sürücü), K99 (Arkeolog-tarihi eser), K102 (Direksiyon-gaz), K110 (Yol-variş noktası), K129 (Çırak-usta), K153 (Anayasa-mahkeme), K160 (Kılavuz)
Toplam		42	

Tablo 3'teki verilere bakıldığında öğretmen adaylarının ağırlıklı olarak öğretim programına bir "yönlendirici/rehber", ders kitabına ise bu yönlendirmeyi sahada izleyen "uygulayıcı" rolü biçtikleri

anlaşılmaktadır. Öğretmen adayları, Türkçe Öğretim Programı'nı hedefleri, sınırları ve kuralları çizen teorik bir çerçeve olarak; Türkçe ders kitabını ise bu çerçeveyi ders ortamında somutlaştıran, öğrenciyi hedefe ulaştıran pratik bir araç olarak algılamaktadır. Adayların ifadelerinden hareketle, programın "ne ve niçin" sorularına yanıt verdiği, kitabın ise "nasıl" sorusunu karşılayarak öğretmene kılavuzluk ettiği sonucuna ulaşılmaktadır. Öğretim programının yönlendirici, ders kitabının ise uygulamaya dönük işlevini vurgulayan bu algıları somutlaştıran katılımcı ifadelerinden bazıları aşağıda sunulmuştur.

"Ders kitabı 'Pusulula', Eğitim süreci 'Keşif', Ders programı 'Harita'dır. Ders programı eğitim sürecinin genel çerçevesini niteleyen bir haritadır; ders kitapları ise yol gösteren pusuladır." (K167)

"Nasıl bir rehber turistlere yön gösteriyor, kılavuz oluyor, yardımcı oluyorsa, programlar da aynı şekilde ders kitaplarına yön gösterip içeriğini belirliyor ve kılavuzluk ediyor." (K37)

"Ders kitabı, Türkçe öğretim programında belirlenmiş temel üzerine hazırlanır. Nasıl ki bir inşaat ustası projeye göre hareket edip belirli ölçü ve kurallara uyarsa, öğretmen de programda kararlaştırılan bilgileri ders kitabı aracılığıyla öğrencilere aktarır." (K136)

"Program bir yemek tarifi ise ders kitabı da o tarif için gerekli olan malzemeler ve nasıl yapılacağıdır. Ders kitabı programı uygulama aşamasında öğretmene kılavuz niteliğindedir." (K156)

"Program haritaya benzer çünkü öğrenme sürecinin yönünü, hedeflerini ve kazanımlarını belirler. Ders kitabı da bu haritada izlenen yol gibidir." (K130)

3.4. Kaynak/Besleyici ve Ürün/Çıktı İlişkisi Olarak Program ve Kitap

Katılımcılar, öğretim programını ders kitabını doğuran, büyüten ve besleyen doğal bir kaynak (toprak, tohum, anne) olarak tanımlamıştır. Ders kitabı ise bu temel üzerine yeşeren, gelişen bir üründür.

Tablo 4. Kaynak ve ürün kategorisinde üretilen metaforlar

Sıra	Metafor Adı	f	Katılımcı Kodları
1	Anne ve çocuk/bebek/evlat	10	K6, K12, K61, K63, K72, K79, K140, K149, K164, K170
2	Toprak ve tohum/su/bitki	6	K3, K13, K22, K33, K57, K78
3	Ağaç ve meyve/ürün	5	K35, K49, K56, K104, K137
4	Tohum ve ağaç/bitki	3	K8, K27, K103
5	Ağacın kökü ve gövdesi/yaprakları	3	K41, K76, K87
6	Diğer	21	K32 (Bitki-güneş ışığı), K40 (Yağmur-bulut), K42 (Şair-şiir), K70 (Su-ağaç), K73 (Bina-temeli), K75 (Kanun-Hakim), K89 (Hayat-su), K100 (Benzin-araba), K114 (Çiçek-su), K117 (Ağaç), K119 (Bulut-yağmur), K122 (Sanat-sanatçı), K125 (Bitki-su), K127 (İnsan-yaşam), K134 (Yemek-kaşık), K155 (Sözlük-sözcük), K158 (Anahtar-kilit)*, K159 (Bitki-kök), K162 (Bahçe-bahçıvan), K163 (Defter-kitap), K165 (Senaryo-film).
Toplam		48	

Tablo 4'te yer alan metaforlar incelendiğinde, Türkçe Öğretim Programı'nın var edici, besleyici ve büyütücü bir ana kaynak (anne, toprak, tohum, ağaç kökü) olarak nitelendirildiği görülmektedir. Bu kategoride, ders kitabının öğretim programından doğan ve onun sunduğu kazanım, tema ve ilkelerle şekillenen bir "somut ürün/çıktı" (çocuk, meyve, bitki) olduğuna yönelik bir algı söz konusudur. Adaylar, tohumun kalitesi ağacın meyvesini belirler veya anne ne kadar donanımlıysa çocuk da öyle yetişir mantığından yola çıkarak Türkçe Öğretim Programı'nın niteliğinin doğrudan doğruya Türkçe ders kitabının kalitesini belirlediğine inanmaktadırlar. Bu durum, öğretmen adaylarının eğitimdeki nitelik artışının kaynağını doğrudan öğretim programına dayandırdıklarını göstermektedir. Öğretim programının ders kitabı için temel bir kaynak ve belirleyici unsur olarak görüldüğü bu kategoriye ilişkin katılımcı ifadelerinden bazıları aşağıda sunulmuştur.

"Tohum (öğretim programı) sayesinde ağaç (ders kitabı) oluşur. Ağacın oluşumda yıllar geçse dahi besinini geçmişte tohumundan düşüğü köklerden alır." (K8)

"Tıpkı toprak nasıl bitkiye hayat veriyorsa, Türkçe Öğretim Programı da ders kitabına hayat vermektedir. Nasıl toprağı bitkisiz düşünemiyorsak bu ikiliyi de birbiri olmadan düşünemeyiz." (K33)

"Ağacın sağlam ve sağlıklı olması, verdiği meyveyi doğrudan etkiler. Burada Türkçe öğretim programı ağaçken, Türkçe ders kitabı meyvesidir." (K49)

"Tohumu ekersin büyür ağaç olur, fakat sen neyin tohumunu ekersen onun ağacına sahip olursun. Tohum Türkçe Öğretim Programıdır. Ağaç ise Türkçe ders kitabı." (K27)

"Tıpkı ağaç kökünde bulunan su ve vitaminin gövde sayesinde dal ve yapraklara ulaşması gibi... Kök ve gövde birbirine mecburdur, birbirini tamamlar." (K87)

3.5. Yansıtıcı ve Somutlaştırıcı Çerçeve Olarak Program ve Kitap

Bu grupta öğretim programının soyut bir çerçeve ve sınırlandırıcı olduğu, ders kitabının ise bu çerçeveyi aynadaki fiziksel yansıması, kılıfı veya somut hali olduğu belirtilmiştir.

Tablo 5. Yansıtıcı ve somutlaştırıcı çerçeve kategorisinde üretilen metaforlar

Sıra	Metafor Adı	f	Katılımcı Kodları
1	Ayna ve yansıma / Görüntü	5	K59, K116, K121, K124, K126
2	Su ve kap / Su şişesi ve kapak	3	K55, K65, K91
3	Boya ve tuval / Duvar	2	K7, K48
4	Diğer	10	K20 (Eylem ve düşünce), K47 (İnsan ve giysi), K53 (Öğrenci-öğretmen), K54 (Domino taşı), K58 (Türkiye ve Cumhuriyet), K60 (İnsan-bitki), K62 (Divit-hokka), K64 (Asker ve silahı), K94 (Duvar ve harç), K152 (Işık ve lamba).
Toplam		20	

Tablo 5'e yansıyan metaforik algılar değerlendirildiğinde, öğretmen adaylarının iki unsur arasındaki ilişkiyi "biçim verme ve yansıtma" bağlamında düşündükleri görülmektedir. Adaylar tarafından sıklıkla üretilen ayna-

yansıma ve su-kap gibi metaforlar, ders kitabının öğretim programına göre esneklik gösterdiğini, onun şeklini aldığını ve onun prensiplerini doğrudan öğrenciye aksettiren şeffaf bir aracı olduğunu vurgulamaktadır. Adaylar, programda yer alan yapılandırmacı yaklaşım, metin türleri ve dil bilgisi sınırlandırmalarının ancak ders kitabının "aynası" vasıtasıyla sınıf ortamına yansıtılabileceğini düşünmektedirler. Öğretim programının ders kitabı aracılığıyla somutlaştırılmasına yönelik bu algıları yansıtan katılımcı ifadelerinden bazıları aşağıda sunulmuştur.

"Öğretim Programının yansıması ders kitabındadır. Hazırlanan Öğretim Programı ders kitabına düzenli bir biçimde yansıtılır. Öğretim Programı olmazsa ders kitabına yansıtılacak bir malzeme bulamayız." (K116)

"Türkçe ders kitabı, Türkçe Öğretim Programının yansıması niteliğindedir. Türkçe Öğretim Programını nesne olarak, Türkçe ders kitabını da ayna olarak düşünürsek, Türkçe Öğretim Programı aynaya baktığında kendini görecektir." (K59)

"Su, içine girdiği kaba göre şekillenirken ders kitapları, öğretim programına göre şekillenmektedir. Nasıl ki su kabın her ayrıntısına kadar giriyor ve şekil alıyorsa ders kitapları da detaylara uygun hazırlanmalıdır." (K65)

"Program boya, tuval ise ders kitabıdır. Çünkü tuvale ne renk boya sürersen resim ona göre şekillenir. Program da aynı boya gibi tuvali yani kitabı boyayarak ona yön verir." (K7)

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Türkçe öğretmeni adaylarının Türkçe Dersi Öğretim Programı ile Türkçe ders kitabı arasındaki ilişkiye yönelik metaforları dört kavramsal kategoride toplanmıştır. En çok “Ayrılmaz Bir Bütün ve Tamamlayıcı Unsur” kategorisinde metafor geliştirilmiş; bunu “Kaynak/Besleyici ve Ürün/Çıktı” “Kılavuz/Yönlendirici ve Uygulayıcı” ve “Yansıtıcı ve Somutlaştırıcı Çerçeve” kategorileri izlemiştir. Bulgular, öğretmen adaylarının iki bileşeni çoğunlukla birbirini destekleyen, birinin yön verdiği diğerinin somutlaştırdığı ilişkiler üzerinden anlamlandırdıklarını ortaya koymaktadır. Ancak bu metaforlar, adayların algılarına ilişkin veriler sunmakta; ders kitaplarının öğretim programına fiilen ne ölçüde uygun olduğunu göstermemektedir.

Araştırmanın en geniş kategorisi olan “Ayrılmaz Bir Bütün ve Tamamlayıcı Unsur” (55), öğretmen adaylarının program ve ders kitabını karşılıklı olarak birbirini tamamlayan öğeler şeklinde anlamlandırdıklarını göstermektedir. “Et ve tırnak”, “akrep ve yelkovan” ve “yapboz parçaları” benzetmelerine ilişkin tablo altı açıklamalarında da iki bileşenin birlikte işlev kazanması vurgulanmaktadır. Gültekin (2013) eğitim programına yönelik metaforlar arasında sistemli bir bütün ve rehberlik yönlerinin bulunduğunu; Özdemir (2012) ise programın düzenli işleyen yapı ve yol gösterici olarak kavramsallaştırıldığını belirlemiştir. Bu araştırmaların programın bütünlüğüne ilişkin bulguları, mevcut çalışmadaki tamamlayıcılık algısıyla belirli ölçüde

örtüşmektedir. Bununla birlikte önceki araştırmalar program kavramına odaklanırken burada doğrudan program–ders kitabı ilişkisi ele alınmıştır.

“Kılavuz/Yönlendirici ve Uygulayıcı” kategorisinde (42) yer alan “pusula/harita–yolcu”, “turist–rehber” ve “mimar–proje–bina” metaforları, programın hedefleri belirlemesi ile kitabın bu hedefleri öğretim ortamına taşıması arasında kurulan ilişkiye işaret etmektedir. Bu benzetmelerde planlama ve uygulama arasındaki bağlantı öne çıkmaktadır. Bununla birlikte bazı katılımcı ifadelerinde yol gösterme işlevi ders kitabına da atfedilmiştir; dolayısıyla bütün metaforları tek yönlü bir hiyerarşi olarak okumamak gerekir. Aykaç ve Çelik (2014), öğretmen adaylarının eğitim programına ilişkin algılarının öğretmenlere göre daha olumlu olduğunu ve bu farkı adayların uygulama deneyimleriyle ilişkili olarak tartışmıştır. Bu araştırmada da programın yönlendirici rolünün sıkça vurgulanması, adayların iki bileşen arasındaki ilişkiyi çoğunlukla destekleyici bir çerçevede düşündüklerini göstermektedir.

“Kaynak/Besleyici ve Ürün/Çıktı” kategorisindeki “anne–çocuk”, “toprak–bitki” ve “ağaç–meyve” benzetmeleri, ders kitabını programdan beslenen bir ürün olarak konumlandırmaktadır. “Yansıtıcı ve Somutlaştırıcı Çerçeve” (20) kategorisindeki “ayna–yansıma”, “su–kap” ve “boya–tuval” metaforlarında ise programın ders kitabında görünür hâle gelmesi öne çıkmaktadır. Bu iki kategori öğretmen adaylarının programı kaynak veya çerçeve, ders kitabını ise onun somut karşılığı olarak gördüklerini göstermektedir. Çalışkan (2016), Türkçe öğretiminin niteliği bakımından program ile ders kitaplarının birlikte değerlendirilmesi gerektiğini belirtmektedir. Kana ve Kiler (2021), programdaki anahtar yetkinliklerin ders kitaplarında dengeli temsil edilmediğini; Ugan ve Ateş (2023) de tema etkinliklerinin dil becerilerine dağılımında farklılıklar bulunduğunu belirtmiştir. Bu bulgular birlikte ele alındığında öğretmen adaylarının ders kitabını programın yansıması olarak görmesi ile kitapların programı uygulamada hangi düzeyde karşılayabildiğinin ayrı değerlendirme konuları olduğu anlaşılmaktadır.

Kategoriler arasındaki farklılık, öğretmen adaylarının aynı ilişkiyi bütünlük, yönlendirme, kaynak olma ve somutlaştırma gibi ayrı yönlerden açıkladıklarını göstermektedir. Katılımcıların gerekçeleri bu ayrımın yapılmasında belirleyicidir. Saban (2009), metaforların konusunu, kaynağını ve aralarındaki ilişkiyi birlikte inceleyerek kategoriler oluşturmuştur. Ceran (2015) da Türkçe ders kitaplarına ilişkin metaforları farklı algı yönleri çerçevesinde değerlendirmiştir. Bu yaklaşımlar, mevcut bulgulardaki benzetmelerin yalnızca adlarına göre değil katılımcıların açıklamalarında öne çıkan ilişki türüne göre yorumlanmasını desteklemektedir.

Araştırma bulguları, Türkçe öğretmeni adaylarının öğretim programı ile ders kitabı arasındaki ilişkiyi tamamlayıcılık, yönlendirme, kaynak olma ve somutlaştırma boyutlarında anlamlandırdıklarını ortaya

koymuştur. Bu sonuçlara göre öğretmen yetiştirme sürecinde program–ders kitabı ilişkisinin ele alınması, ders kitaplarının geliştirilmesi ve sınıf içi uygulamaların düzenlenmesi açısından aşağıdaki öneriler sunulabilir:

1. Türkçe öğretmeni adaylarının öğretim programı ile ders kitabını birbirini tamamlayan unsurlar olarak algıladıkları dikkate alınarak, öğretmen yetiştirme sürecinde programın öğrenme çıktıları ile ders kitaplarındaki metin ve etkinliklerin ilişkilendirildiği uygulamalara daha fazla yer verilmelidir.
2. Öğretmen adaylarının ders kitabını öğretim programının somut bir yansıması olarak değerlendirdikleri göz önünde bulundurularak, ders kitaplarının hazırlanmasında programın amaçlarının, öğrenme çıktılarının ve beceri alanlarının metinlere ve etkinliklere dengeli biçimde yansıtılmasına özen gösterilmelidir.
3. Türkçe öğretmenlerinin sınıf içi uygulamalarında, ders kitapları tek başına öğretimi belirleyen kaynaklar olarak görülmemeli; öğretim programının amaçları doğrultusunda farklı materyallerle desteklenerek esnek biçimde kullanılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Aydın, İ. S., & Pehlivan, A. (2010). Türkçe öğretmeni adaylarının “öğretmen” ve “öğrenci” kavramlarına ilişkin kullandıkları metaforlar. *Turkish Studies*, 5(3), 818–842.
- Aykaç, N., & Çelik, Ö. (2014). Öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının eğitim programına ilişkin metaforik algılarının karşılaştırılması. *Eğitim ve Bilim*, 39(173), 328–340.
- Baltacı, A. (2018). Nitel araştırmalarda örnekleme yöntemleri ve örnek hacmi sorunsalı üzerine kavramsal bir inceleme. *Bitlis Eren Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7(1), 231–274.
- Çalışkan, G. (2016). Türkçe dersi öğretim programı ve Türkçe ders kitapları: 5. sınıf Türkçe ders kitabına yönelik bir inceleme. *Ana Dili Eğitimi Dergisi*, 4(2), 200–214.
- Ceran, D. (2015). Türkçe öğretmeni adaylarının Türkçe ders kitaplarına ilişkin metaforları. *Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(3), 121–140.
- Çırak Kurt, S. (2017). Ortaokul öğretmenlerinin “öğretim programı” kavramına ilişkin metaforik algıları. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31, 631–641. <https://doi.org/10.14582/DUZGEF.654>
- Coşkun, H. (2018). 8. sınıf öğrencilerinin Türkçe ders kitaplarına yönelik algılarının metaforlar aracılığıyla belirlenmesi. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 22(3), 947–970.
- Gültekin, M. (2013). İlköğretim öğretmen adaylarının eğitim programı kavramına yükledikleri metaforlar. *Eğitim ve Bilim*, 38(169), 126–141.
- Kana, F., & Kiler, B. (2021). Ortaokul Türkçe ders kitaplarının öğretim programındaki anahtar yetkinlikler açısından incelenmesi. *Uluslararası Türkçe Edebiyat Kültür Eğitim Dergisi*, 10(2), 741–755.

- Karakoç, Z., & Yangil, M. K. (2026). Öğretmen adaylarının “Türkçe öğretmeni”, “Türkçe” ve “Türkçe dersi” kavramlarına ilişkin metaforik algıları. *RumeliDE Dil ve Edebiyat Araştırmaları Dergisi*(53), 159–197. <https://doi.org/10.5281/zenodo.21495711>
- Merriam, S. B. (2013). Nitel araştırma desen ve uygulama için bir rehber [Qualitative Research: A guide to design and implementation] (Çev. Ed. S. Turan). Ankara: Nobel.
- Özdemir, S. M. (2012). Eğitim programı kavramına ilişkin öğretmen adaylarının metaforik algıları. *Kuramsal Eğitim Bilim Dergisi*, 5(3), 369–393.
- Pilav, S., & Elkatmış, M. (2013). Öğretmen adaylarının Türkçe kavramına ilişkin metaforları. *Turkish Studies*, 8(4), 1207–1220.
- Saban, A. (2006). Functions of metaphor in teaching and teacher education: A review essay. *Teaching Education*, 17(4), 299–315. <https://doi.org/10.1080/10476210601017386>
- Saban, A. (2009). Öğretmen adaylarının öğrenci kavramına ilişkin sahip oldukları zihinsel imgeler. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 7(2), 281–326.
- Sevim, O., Veyis, F., & Kınay, N. (2012). Öğretmen adaylarının Türkçeyle ilgili algılarının metaforlar yoluyla belirlenmesi: Atatürk Üniversitesi örneği. *Uluslararası Cumhuriyet Eğitim Dergisi*, 1(1), 38–47.
- Tavşancıl, E. ve Aslan, E. (2001). Sözel, yazılı ve diğer materyaller için içerik analizi ve uygulama örnekleri. İstanbul: Epsilon Yayınevi.
- Ugan, F., & Ateş, M. (2023). Türkçe ders kitaplarının tema öğretimi açısından incelenmesi. *International Journal of Languages' Education and Teaching*, 11(2), 33–51. <https://doi.org/10.29228/ijlet.69208>
- Yıldırım Bilgen, D. (2022). Türkçe öğretmeni adaylarının dilbilimi dersine yönelik algılarının metafor analizi yoluyla incelenmesi. *Uluslararası Türkçe Edebiyat Kültür Eğitim Dergisi*, 11(4), 1697–1716.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2011). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri (8. Baskı). Seçkin Yayıncılık.
- Yıldırım, H. Ç. (2021). Türkçe öğretmeni adaylarının Türkçe öğretimine yönelik metaforik algıları. *21. Yüzyılda Eğitim ve Toplum*, 10(30), 625–643.

REHBER ÖĞRETMENLER MESLEKLERİNİN GÖREV KAPSAMINI NASIL DEĞERLENDİRİYOR: NİTEL BİR DEĞERLENDİRME

Prof. Dr. Yücel KABAPINAR¹/ Prof. Dr. Filiz KABAPINAR²

¹Marmara Üniversitesi, Sınıf Öğretmenliği, ykabapinar@marmara.edu.tr, 0000-0001-6039-0096

²Marmara Üniversitesi, Kimya Öğretmenliği, filizk@marmara.edu.tr, 0000-0001-5937-0880

Özet

Rehber öğretmen/psikolojik danışman, öğrencilerin akademik, sosyal-duygusal ve kariyer gelişimlerini desteklemek amacıyla okulda rehberlik ve psikolojik danışma hizmetlerini yürüten uzmandır. Bu kapsamda öğrencilerin kendilerini tanımlarına, karşılaştıkları sorunlarla başa çıkmalarına, sağlıklı kararlar vermelerine ve gelişimsel ihtiyaçlarını karşılamalarına destek olur. Ayrıca öğretmenler, okul yönetimi ve ailelerle iş birliği yaparak öğrencinin çok yönlü gelişimini destekleyen çalışmalar yürütür. Bunlardan başka, öğrencilerin gelişimini etkileyen sınıf ortamları, öğrenme-öğretme süreçleri ile ders kitapları ve diğer eğitim materyallerinin öğrenciler üzerindeki akademik, gelişimsel ve psikososyal etkileri de rehberlik hizmetleri kapsamında dikkate alınabilecek diğer unsurlar arasındadır. Bu araştırmanın amacı, rehber öğretmenlerin mesleklerinin görev kapsamını nasıl algıladıklarını ve değerlendirdiklerini ortaya koymaktır. Rehber öğretmenlerin kendi mesleki görev alanlarının sınırlarını nasıl tanımladıkları, hangi uygulamaları görev kapsamı içinde ya da dışında gördükleri ve bu değerlendirmeleri hangi gerekçelere dayandırdıkları nitel bir yaklaşımla belirlenmeye çalışılacaktır. Araştırma nitel bir araştırma olup durum çalışması deseni temelinde biçimlendirilmiştir. Araştırmanın çalışma grubunu 14 rehber öğretmen oluşturmaktadır. Rehber öğretmenlere biri resim çizme merkezli dört sorudan oluşan açık uçlu anket uygulanmıştır. Bu anket, rehber öğretmenlerin mesleki görev kapsamının neler olduğuna ilişkin algılarını ortaya koymayı hedeflemektedir. Analiz süreci devam etmektedir.

Anahtar kelimeler: Rehber öğretmen, mesleki görev kapsamı, ders kitapları, sınıf ortamı

HOW DO GUIDANCE TEACHERS ASSESS THE SCOPE OF THEIR ROLE: A QUALITATIVE EVALUATION

Abstract

A guidance teacher/psychological counsellor is a specialist who provides guidance and psychological counselling services at school with the aim of supporting pupils' academic, social-emotional and career development. In this context, they help pupils to understand themselves, cope with the problems they face, make sound decisions and meet their developmental needs. Furthermore, they carry out activities that support pupils' holistic development by collaborating with teachers, school management and families. In addition, classroom environments, teaching and learning processes, as well as the academic, developmental and psychosocial effects of textbooks and other educational materials on pupils are among the other factors that may be considered within the scope of guidance services. The aim of this study is to reveal how guidance teachers perceive and evaluate the scope of their professional duties. Using a qualitative approach, the study will seek to determine how guidance teachers define the boundaries of their own professional remit, which practices they regard as falling within or outside their scope of duties, and on what grounds they base these assessments. This is a qualitative study structured case study design. The study sample consists of 14 guidance teachers. The guidance teachers were administered an open-ended questionnaire comprising four questions, one of which centred on drawing. This questionnaire aims to reveal the guidance teachers' perceptions of the scope of their professional duties. The analysis process is ongoing.

Keywords: Guidance teacher, scope of professional duties, textbooks, classroom environment

1. GİRİŞ

Okul, öğrencilerin yalnızca akademik bilgi ve beceri kazandıkları bir kurum değil, aynı zamanda sosyal, duygusal, kişisel ve mesleki gelişimlerinin şekillendiği önemli bir yaşam alanıdır. Bu nedenle eğitim sürecinde öğrencilerin akademik başarılarının yanı sıra kendilerini tanımaları, karar verebilmeleri, karşılaştıkları güçlüklerle baş edebilmeleri, sağlıklı ilişkiler kurabilmeleri ve geleceğe ilişkin gerçekçi tercihler yapabilmeleri de desteklenmektedir. Okullarda bu hizmetlerin sistematik biçimde yürütülmesinde rehber öğretmen/psikolojik danışmanlar önemli bir role sahiptir. Millî Eğitim Bakanlığı Rehberlik ve Psikolojik Danışma Hizmetleri Yönetmeliği'nde rehberlik ve psikolojik danışma hizmetlerinin öğrencilerin sosyal-duygusal, akademik ve kariyer gelişimlerini desteklemek amacıyla yürütüldüğü belirtilmektedir (MEB, 2020). Yönetmelikte ayrıca rehberlik hizmetlerinin yalnızca problem yaşayan öğrencilere yönelik olmadığı, gelişimsel ve önleyici nitelik taşıdığı görülmektedir.

Rehber öğretmen/psikolojik danışmanların görev ve sorumluluklarının temel yasal çerçevesi 14 Ağustos 2020 tarihli Millî Eğitim Bakanlığı Rehberlik ve Psikolojik Danışma Hizmetleri Yönetmeliği ile belirlenmiştir. Yönetmeliğin 21. maddesinde rehber öğretmen/psikolojik danışmanın görevleri *gelişimsel ve önleyici hizmetler*, *iyileştirici hizmetler* ve *destek hizmetleri* olmak üzere üç temel grupta ele alınmaktadır. Gelişimsel ve önleyici hizmetler kapsamında sınıf rehberlik programında özel bilgi ve beceri gerektiren etkinlikleri uygulamak, bireyi tanıma tekniklerini kullanmak, öğrencilere sosyal-duygusal, akademik ve kariyer gelişim alanlarında ihtiyaç duydukları bilgileri sunmak ve yöneltme-izleme çalışmaları yapmak rehber öğretmenin görevleri arasında yer almaktadır. Bu düzenlemeler, rehber öğretmenin rolünün yalnızca bireysel sorunlara müdahale etmekle sınırlı olmadığını; bütün öğrencilerin gelişimlerini destekleyici bir işlev taşıdığını göstermektedir.

Rehber öğretmenin görev alanının önemli bir boyutu da öğretmenler, yöneticiler ve ailelerle yürütülen iş birliği çalışmalarıdır. Rehberlik hizmetlerinin öğrenciyle ilgili tüm paydaşların katılımıyla yürütülmesi gerektiği kabul edilmektedir. Nitekim MEB düzenlemelerinde rehber öğretmen/psikolojik danışmanın yöneticiler ve öğretmenlere müşavirlik yapması, gerekli durumlarda veli, öğretmen, yönetici ve diğer kurumlarla iş birliği içinde çalışması öngörülmektedir. Bu açıdan rehber öğretmenin görevi yalnızca rehberlik servisinde öğrenciyle gerçekleştirilen görüşmelerle sınırlı değildir; öğrencinin gelişimini etkileyen sınıf içi ve okul içi süreçlerle de ilişkilidir.

Bu durum özellikle öğrencilerin akademik gelişimlerinin desteklenmesi bakımından önem taşımaktadır. Rehber öğretmen/psikolojik danışmanın öğrencilerin akademik gelişim alanında bilgi verme ve destek sağlama görevi bulunmakta; sınıf rehberliği uygulamaları da bu hizmet alanının bir parçasını oluşturmaktadır. Öğrencilerin

öğrenme motivasyonları, çalışma alışkanlıkları, sınav kaygıları, öz yeterlik algıları, okula uyumları, akran ilişkileri ve sınıf ortamında yaşadıkları sosyal-duygusal güçlükler öğrenme süreçleriyle doğrudan ilişkili olduğundan rehberlik hizmetlerinin de ilgi alanına girebilmektedir. Bununla birlikte rehber öğretmenin branş dersinin içeriğini belirlemesi, öğretmenin öğretim yöntemini denetlemesi ya da ders öğretimini doğrudan yönlendirmesi mevzuatta tanımlanan görevleri arasında bulunmamaktadır. Bu nedenle rehber öğretmenin öğrenme-öğretme süreciyle ilişkisi, doğrudan öğretim yapmak ya da öğretimi denetlemekten çok öğrencinin gelişimini etkileyen akademik ve psikososyal koşulları değerlendirmek ve ilgili paydaşlarla iş birliği yapmak biçiminde ele alınabilir.

Benzer bir ayrım ders kitapları ve diğer eğitim materyalleri açısından da yapılabilir. Ders kitaplarının bilimsel içeriğini ya da öğretimsel niteliğini değerlendirmek rehber öğretmenin doğrudan görevi değildir. Bununla birlikte ders kitapları ve diğer eğitim materyalleri öğrencinin okul yaşantısının önemli bir parçasını oluşturduğundan, bunların öğrencilerin benlik algısı, öz yeterliği, aidiyet duygusu, motivasyonu, sosyal-duygusal gelişimi ve psikolojik güvenliği üzerindeki etkileri rehberlik perspektifi açısından dikkate alınabilir. Özellikle öğrencinin pasif bir bilgi alıcısı olarak konumlandırılması, başarısızlığın kişisel yetersizlik şeklinde sunulması, kalıp yargı ve dışlayıcı ifadelerle yer verilmesi ya da öğrencilerin seçim yapma ve görüşlerini ifade etme fırsatlarının sınırlandırılması gibi özellikler öğrencilerin gelişimsel ve psikososyal yaşantıları açısından önem taşıyabilir. Bu nedenle sınıf ortamı, öğrenme-öğretme süreçleri ve eğitim materyalleri, rehber öğretmenin doğrudan denetim alanında bulunmasa da öğrencinin gelişimini etkileyen eğitimsel çevrenin parçaları olarak rehberlik hizmetleriyle ilişkilendirilebilir.

Alan yazındaki araştırmalar da okul psikolojik danışmanlarının görev kapsamı ve mesleki sınırlarının her zaman aynı biçimde algılanmadığını göstermektedir. Demirli Yıldız ve Gökçe Türk (2018), okul psikolojik danışmanlarının mesleklerine, sorumluluklarına ve görev sınırlarına ilişkin algılarını inceledikleri araştırmada, danışmanların kendilerine ilişkin mesleki algıları ile okul ortamında kendilerine yüklenen görevler arasında kalabildiklerini ortaya koymuştur. Araştırmada okul psikolojik danışmanlarının özellikle idari işler, değerlendirme-yaptırım-ceza uygulamaları ve görev tanımlarına girmeyen işlere ilişkin sınırlar çizdikleri görülmüştür. Bu bulgu, rehber öğretmenlik mesleğinde yalnızca hangi görevlerin yerine getirileceğinin değil, hangi görevlerin mesleki sınırların dışında tutulduğunun da önemli olduğunu göstermektedir.

Rehber öğretmenlerin görev alanlarına ilişkin algılar okulun diğer paydaşlarıyla olan ilişkilerini de etkileyebilmektedir. Kılıç Özmen ve Kabapınar (2019), sınıf öğretmenleri ile okul psikolojik danışmanlarının birbirlerine ilişkin algılarını inceledikleri çalışmalarında, öğrencilerin bedensel, duygusal, sosyal ve akademik

gelişimlerinin desteklenmesi açısından iki meslek grubunun iş birliği ve iletişim içinde çalışmasının önemini vurgulamışlardır. Bununla birlikte araştırma, iki grubun birbirlerine yönelik algılarında önemli farklılaşmalar bulunduğunu göstermiştir. Daha yakın tarihli bir çalışmada Usta (2024), sınıf öğretmenlerinin rehber öğretmen/okul psikolojik danışmanlarına genel olarak olumlu yaklaşıtlarını, ancak zaman zaman onların görev tanımlarının dışında kalan yüksek rol beklentilerine sahip olduklarını belirlemiştir. Bu durumun tam ve etkili bir iş birliği kurulmasını güçleştirebildiği belirtilmektedir.

Okul psikolojik danışmanlığı hizmetlerinin kapsamı yalnızca bireysel danışma ile de sınırlı değildir. Terzi, Ergüner Tekinalp ve Leuwerke'nin (2016) araştırmasında okul psikolojik danışmanlarının kapsamlı rehberlik programları çerçevesinde çok farklı hizmet alanlarına zaman ayırdıkları ve program geliştirme, uygulama ve değerlendirme süreçlerinde çeşitli sorunlarla karşılaştıkları ortaya konmuştur. Bu bulgu, okul psikolojik danışmanın rolünün çok boyutlu olduğunu ve bu çok boyutluluğun görev kapsamının nasıl algılandığı konusunda farklılıklara neden olabileceğini düşündürmektedir.

Bu değerlendirmeler, rehber öğretmenlik/okul psikolojik danışmanlığı mesleğinde mevzuatta tanımlanan görev alanı ile uygulamada algılanan görev alanının her zaman tamamen örtüşmeyebileceğine işaret etmektedir. Mesleğin görev kapsamının çok dar yorumlanması rehberlik hizmetlerinin yalnızca sorun yaşayan öğrencilerle yapılan bireysel görüşmelere indirgenmesine; çok geniş yorumlanması ise rehber öğretmenlere mesleki yetki ve yeterlik alanlarının dışında sorumluluklar yüklenmesine yol açabilir. Bu nedenle rehber öğretmenlerin kendi mesleklerinin görev alanını nasıl anlamlandırdıkları, hangi uygulamaları görev kapsamına dâhil ettikleri ve hangi uygulamaları mesleki sınırlarının dışında gördükleri araştırılması gereken önemli bir konu olarak ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda bu araştırmanın amacı, rehber öğretmenlerin kendi mesleklerinin görev ve sorumluluk alanlarını nasıl algıladıklarını ortaya koymaktır. Araştırmada bireysel ve grupla psikolojik danışma hizmetleri, öğrencilerin akademik ve sosyal-duygusal gelişimlerinin desteklenmesi, sınıf ortamı ve öğrenme-öğretme süreçleri, öğretmen ve ailelerle iş birliği ile öğrencilerin gelişimini etkileyen ders kitapları ve diğer eğitim materyallerine ilişkin görüşlerin mesleki görev alanında nasıl konumlandırıldığı incelenecektir. Ayrıca rehber öğretmenlerin hangi uygulamaları görev kapsamının içinde veya dışında değerlendirdikleri ve bu değerlendirmelerini hangi gerekçelere dayandırdıkları belirlenmeye çalışılacaktır.

2. YÖNTEM

Araştırma nitel bir araştırma olup durum çalışması deseni temelinde biçimlendirilmiştir. Araştırmanın çalışma grubunu 14 rehber öğretmen oluşturmaktadır. Rehber öğretmenlere biri resim çizme merkezli dört sorudan oluşan açık uçlu anket uygulanmıştır. Rehber öğretmenlerden işlerini en iyi yaptıkları bir ortamı resmetmeleri

ve ne yaptıklarını yazmaları istenmiştir. Bunun ardından okulda mesleklerine ilişkin yaptıkları 8 işi yazmaları beklenmiştir. Üçüncü soruda, rehber öğretmenin sınıftaki öğrenme-öğretme sürecine hangi durumlarda ve ne ölçüde katkılar sunabileceğine yönelik görüşleri alınmıştır. Son olarak da, bir rehber öğretmenin ders kitapları, çalışma yaprakları veya diğer öğretim materyallerinin öğrenciler üzerindeki etkileriyle ilgilenmesi gerekip gerekmediğine ilişkin bakış açıları öğrenilmeye çalışılmıştır. Bu anket, rehber öğretmenlerin mesleki görev kapsamının neler olduğuna ilişkin algılarını ortaya koymayı hedeflemektedir. Elde edilen verilere betimsel analiz uygulanmıştır.

3. BULGULAR

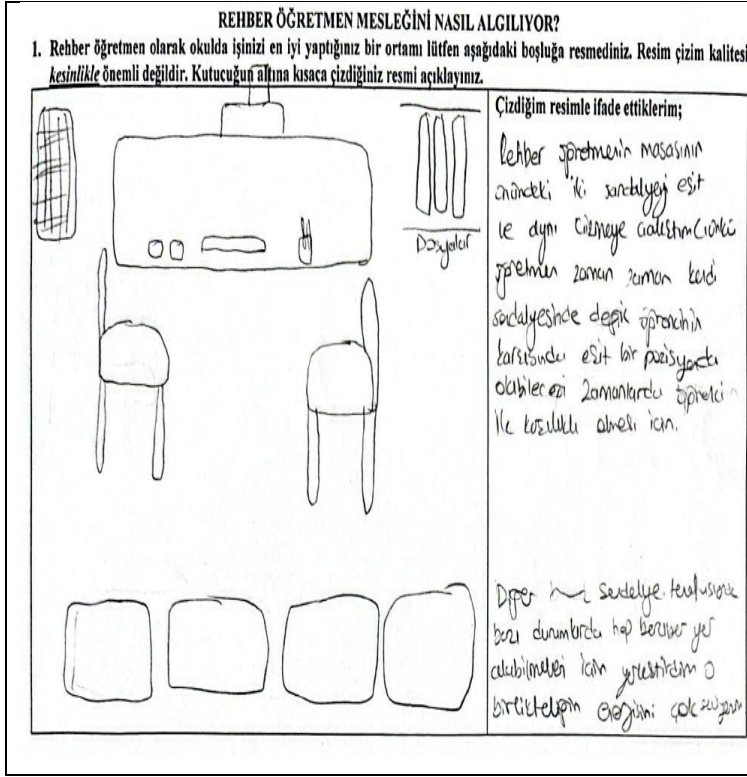
Anketin ilk sorusunda rehber öğretmenlere, “Rehber öğretmen olarak okulda işinizi en iyi yaptığınız bir ortamı lütfen aşağıdaki boşluğa resmediniz. Kutucuğun yanına kısaca çizdiğiniz resmi açıklayınız” sorusu sorulmuştur. Bu soruya verilen yanıtların analizi aşağıda Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1. Rehber öğretmenlerin okulda kendilerini tasvir ettikleri ortamlar

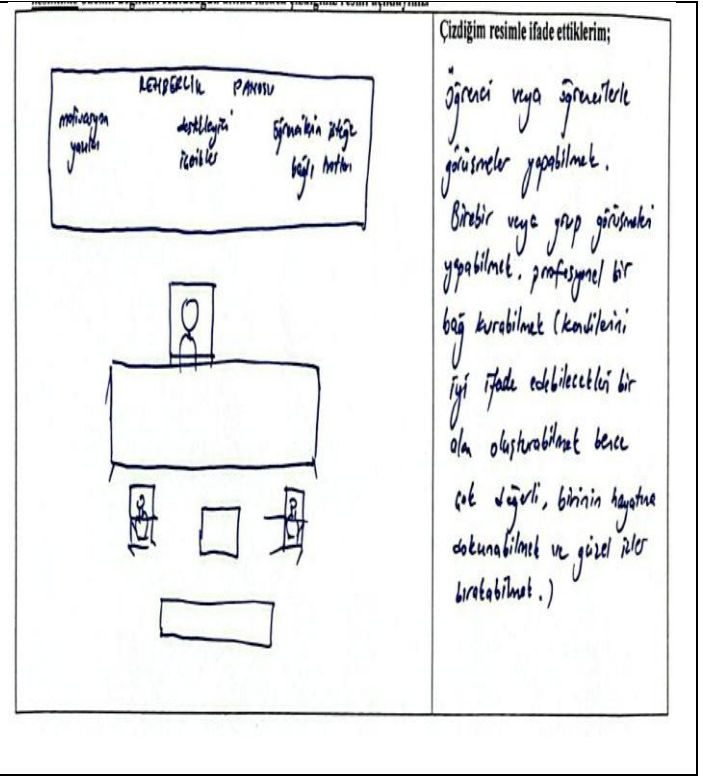
Tasvir edilen ortam	Sayı
Rehber öğretmen odasında	11
Sınıfta	1
Okul ortamında	1
Soru yanıtlanmamış	1
Toplam	14

Tablo 1 incelendiğinde, rehber öğretmenlerin büyük çoğunluğunun (11 kişi) işlerini en iyi yaptıkları ortam olarak rehber öğretmen odasını tasvir ettikleri görülmektedir. Buna karşılık sınıf ve genel okul ortamı yalnızca 1’er katılımcı tarafından belirtilmiştir. Bu durum, rehber öğretmenlerin mesleki rollerini ağırlıklı olarak *rehberlik servisi*, *bireysel görüşme* ve *öğrenciyle bire bir çalışma* üzerinden anlamlandırdıklarını düşündürmektedir. Sınıf ortamının oldukça sınırlı temsil edilmesi ise sınıf rehberliği, öğretmenlerle iş birliği ve öğrenme-öğretme sürecine yönelik destekleyici rollerin mesleki algıda daha geri planda kaldığına işaret etmektedir. Bununla birlikte bu bulgu, söz konusu görevlerin önemsiz görüldüğü anlamına gelmemeli; daha çok katılımcıların mesleklerini en belirgin biçimde rehberlik odasıyla özdeşleştirdiklerini göstermektedir. Aşağıda katılımcılardan RÖ1 ve RÖ4’ün çizdikleri resimler ile resimlerine ilişkin açıklamalara yer verilmiştir.

RÖ1



RÖ4

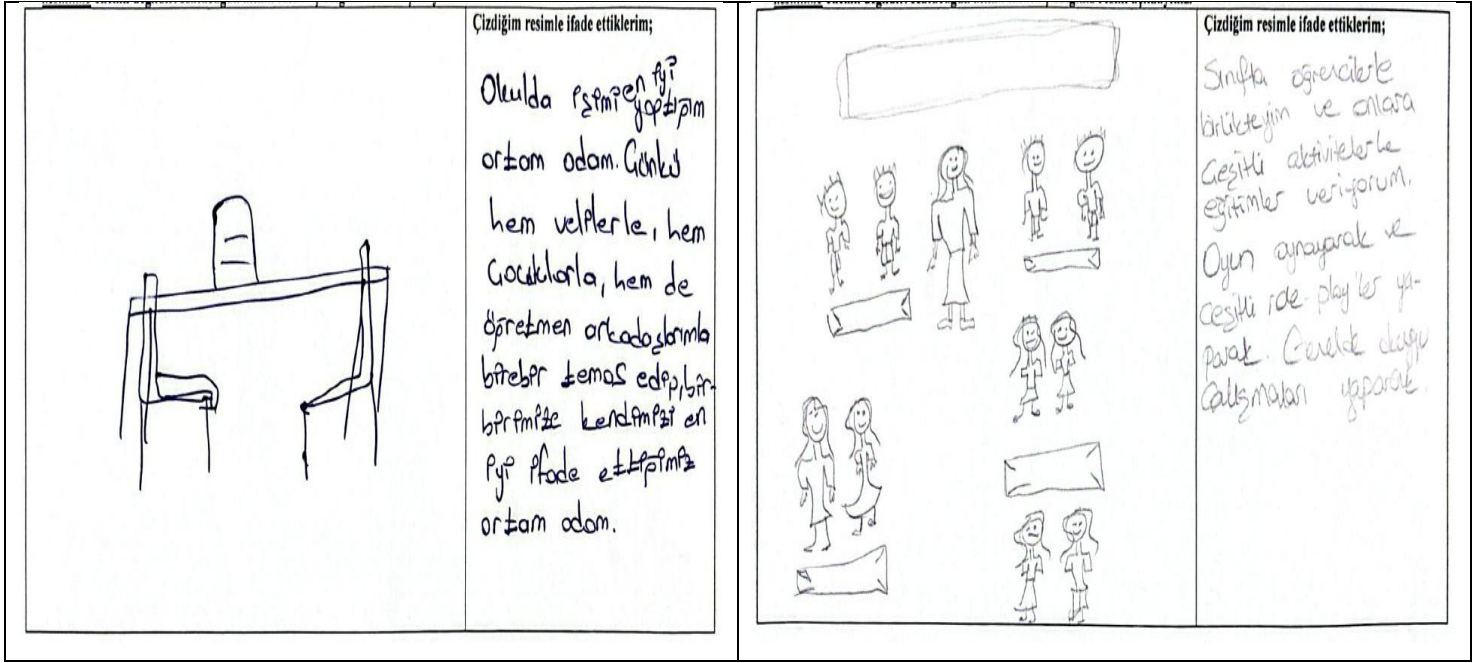


Bu iki örnek, rehber öğretmenlerin mesleki rollerini büyük ölçüde görüşme, iletişim ve güven ilişkisi kurma üzerinden anlamlandırdıklarını göstermektedir. İlk çizimde rehber öğretmen, öğrenciyle aynı düzeyde ve eşit konumda oturmayı özellikle vurgulamış; bunun öğrencinin kendisini daha rahat ifade etmesine katkı sağlayacağını belirtmiştir. Ayrıca bekleme alanının görüşme sırasında öğrencinin mahremiyetini koruyacak biçimde düzenlenmesi gerektiğine dikkat çekmiştir. Bu örnek, eşitlik, mahremiyet ve güvenli görüşme ortamı kavramlarının öne çıktığını göstermektedir.

İkinci çizimde de rehberlik odası, bireysel ya da grup görüşmelerinin yapılabileceği, öğrencilerin kendilerini özgürce ifade edebilecekleri profesyonel bir ortam olarak tasvir edilmiştir. Rehberlik panosunda motivasyon, etkinlik ve bilgi içeriklerine yer verilmesi ise rehber öğretmenin yalnızca bireysel görüşmeler yapan değil, aynı zamanda bilgilendirici ve destekleyici çalışmalar yürüten bir rol üstlendiğini göstermektedir. Her iki örnekte de mesleki görev algısının sınıf ortamından çok rehberlik odası ve danışma ilişkisi merkezinde şekillendiği dikkat çekmektedir. Bu iki örneğe ek olarak, RÖ7 ile RÖ3'ün çizimlerine ve açıklamalarına yer verilmiştir.

RÖ7

RÖ3



Bu iki örnek, rehber öğretmenlerin mesleki rollerini farklı çalışma bağlamları üzerinden tanımladıklarını göstermektedir. İlk çizimde rehber öğretmen odası, öğrencilerin yanı sıra veliler ve öğretmenlerle bire bir temas kurulabilen, kişilerin kendilerini özgürce ifade edebildikleri güvenli bir görüşme alanı olarak ele alınmıştır. İkinci çizimde ise rehber öğretmenin kendisini sınıf içinde öğrencilerle birlikte, çeşitli etkinlikler ve rol oynama çalışmaları yürütürken tasvir ettiği görülmektedir. Bu yönüyle ilk örnek daha çok *bireysel görüşme ve danışmanlık*, ikinci örnek ise sınıf içi rehberlik ve grup etkinlikleri boyutunu öne çıkarmaktadır. İki çizim birlikte değerlendirildiğinde, rehber öğretmenin görev alanının hem bireysel görüşmeleri hem de sınıf temelli gelişimsel ve önleyici çalışmaları kapsayan çok boyutlu bir yapı olarak algılanabildiği söylenebilir. Bunun ardından rehber öğretmenlerden “okulda mesleklerine ilişkin yaptıkları 8 işi” yazmaları istenmiştir. Buna ilişkin verilen yanıtlardan bazıları aşağıdaki gibidir.

RÖ4

2. Bir rehber öğretmenin okulda mesleğine ilişkin yaptığı 8 işi aşağıda bırakılan boşluklara yazınız.

Öğrencilerle birebir görüşme yapmak	Sınıf içi rehberlik etkinlikleri düzenlemek
Öğrenci gelişim ve öğrenim raporlarını tutmak	Özel eğitime ihtiyacı olan öğrencileri tespit etmek
Eğitsel rehberlik çalışmalarını hazırlamak	Akran zorbalığı gibi güncel konuları önleyici çalışmalar yapmak
Okul içinde uyum ve disiplinle destek olmak	Velilerle iletişim halinde olmak.

RÖ27

2. Bir rehber öğretmenin okulda mesleğine ilişkin yaptığı 8 işi aşağıda bırakılan boşluklara yazınız.

Veli görüşmeleri	İdari birimlerle ortak çalışmalar
Öğrenci görüşmeleri	Sınıflarla çeşitli etkinlikler yapmak
Yıllık hazırlanacak evraklar.	
Mesleki anlamda diğer öğretmenlere verecek destek	

RÖ3

2. Bir rehber öğretmenin okulda mesleğine ilişkin yaptığı 8 işi aşağıda bırakılan boşluklara yazınız.

Veli görüşmeleri	Öğrencilere eğitimler vermek aktiviteler
Öğrenci görüşmeleri	Sınav takibi (LYG - TYT - ZGS)
Öğrencilerin sınıf öğretmenleriyle takibi	Sınavla girecek öğrenciler için destek
Adaptasyon için destek	Psikolojik takip

R12

2. Bir rehber öğretmenin okulda mesleğine ilişkin yaptığı 8 işi aşağıda bırakılan boşluklara yazınız.

Veli görüşmeleri	Okul yönetimle ilişkili işler
Görev görüşmeleri	Okul eylem birliği toplantıları
İdari personel ile görüşme	Okul kütüphane işleri
Öğretmen görüşmeleri ve hizmet içi eğitim.	Sosyal kulüpler ve belirlenen ve haftalık programı

Verilen yanıtlar, rehber öğretmenlerin mesleklerine ilişkin görev alanlarını oldukça geniş bir çerçevede tanımladıklarını göstermektedir. Öğrenci ve veli görüşmeleri, bireysel danışma, eğitsel rehberlik, sınıf içi rehberlik etkinlikleri, öğrencilerin gelişim ve öğrenme durumlarının izlenmesi, özel eğitime ihtiyaç duyan öğrencilerin belirlenmesi, akran zorbalığına yönelik önleyici çalışmalar, sınav ve tercih sürecinde destek,

adaptasyon çalışmaları ve diğer öğretmenlerle iş birliği gibi görevler katılımcılar tarafından sıklıkla ifade edilmiştir. Bu bulgular, bir önceki soruda rehber öğretmen odasının baskın biçimde tercih edilmesine rağmen, katılımcıların mesleki görevlerini yalnızca bireysel görüşmeyle sınırlandırmadıklarını; sınıf, öğretmen, veli ve okulun geneline yayılan gelişimsel ve önleyici çalışmaları da görev kapsamı içinde gördüklerini ortaya koymaktadır.

Bununla birlikte verilen yanıtlarda rehberlik hizmetlerinin temel işlevlerinin yanı sıra disipline destek olma, okul sözleşmesi hazırlama, okul-aile birliği toplantıları, okul kütüphanesiyle ilgilenme ya da çeşitli idari toplantılara katılma gibi görevlerin de yer aldığı görülmektedir. Bu durum, rehber öğretmenlerin mesleki görev alanına ilişkin algılarında *rehberlik ve psikolojik danışma hizmetleri ile okulun genel işleyişine ilişkin görevlerin zaman zaman iç içe geçtiğine* işaret etmektedir. Dolayısıyla ilk soruda ortaya çıkan “rehberlik odası merkezli” mesleki temsil ile bu soruda görülen daha geniş ve çeşitli görev tanımları birlikte değerlendirildiğinde, katılımcıların mesleklerini hem bireysel danışma ağırlıklı hem de okulun farklı paydaşları ve süreçleriyle ilişkili çok yönlü bir rol olarak algıladıkları söylenebilir.

R12

3. Sizce rehber öğretmenin sınıftaki öğrenme-öğretme sürecine hangi durumlarda ve ne ölçüde katkılar sunabilir?

Öğretmen sınıf içi işleri ve müfredatın müdahale etmediği şekilde (özellikle öğretmen zorlandığı durumlarda) destek sağlar. Öğretmen sınıf dışında pedagojik bilgiler ile öğretmenlere yardımcı olabilir.

4. Sizce rehber öğretmen/psikolojik danışmanın ders kitapları, çalışma yaprakları veya diğer öğretim materyallerinin öğrenciler üzerindeki etkileriyle ilgilenmesi gerekir mi? Neden?

Evet. Örnek vermek olursak; 20 kişilik bir sınıfta mutlaka en az 3 öğrenci mevcut eğitim düzeyindedir. Bu çocuklar ile sorular yokse veya normal sorular aynı materyaller kullandıklarında aynı hızı yakalayamazlar. Bunun yanında zaten gerçe olan sorular adım adım girilerek (eğitilerek) soru çözülür.

R3

3. Sizce rehber öğretmen/sınıf öğretmeni öğrenme-öğretme sürecine hangi durumlarda ve ne ölçüde katkıları olabilir?

Öğrenci için uyum takibi yaparak ve öğrenme becerilerini takip ederek kolaylaştırır. Öğretmene de destek verir.

4. Sizce rehber öğretmen/psikolojik danışmanın ders kitapları, çalışma yaprakları veya diğer öğretim materyallerinin öğrenciler üzerindeki etkileriyle ilgilenmesi gerekir mi? Neden?

Gerekir çünkü içeriklere bakarak öğrenme stilleri ve kolaylık ları sağlayabilir. Öğrencileri tanıyarak materyalleri ilgili bilgi sahibi olup destek verir.

R13

3. Sizce rehber öğretmen/sınıf öğretmeni öğrenme-öğretme sürecine hangi durumlarda ve ne ölçüde katkıları olabilir?

Rehber öğretmen öğrencinin derse uyumunu, motivasyonunu ve dikkatini etkileyen bazı sorunları belirlemede katkı sağlayabilir, öğrenmeyi zorlaştıran bireysel veya duygusal etkenlerin öneminde öğretmenlerle iş birliği yapabilir. Öğrencinin öğrenmesini destekleyici, ara rehberlik eden bir rol ile ona katkı sağlayabilir.

4. Sizce rehber öğretmen/psikolojik danışmanın ders kitapları, çalışma yaprakları veya diğer öğretim materyallerinin öğrenciler üzerindeki etkileriyle ilgilenmesi gerekir mi? Neden?

Evet buca ilgilenmeli, çünkü kullanılan öğretim materyalleri öğrencinin motivasyonunu, dikkatini nasıl hissettiklerini ve öğrenmeye yönelik tutumlarını etkileyebilir. Materyallerin seçiminin düzeylerine uygun ve kapsayıcı nitelikte olması önemlidir. Rehber öğretmen bu konuda öğretmenlere fikirlerlik sağlayabilir ve gereğinde öğrencileri anlıkta paylaşabilir.

Katılımcıların 3. soruya verdikleri yanıtlar, rehber öğretmenin öğrenme-öğretme sürecindeki rolünü doğrudan ders anlatma ya da öğretmenin yerine geçme biçiminde değil, daha çok öğrencinin öğrenmeye uyumunu destekleyen ve öğretmene yardımcı olan bir rol olarak gördüklerini göstermektedir. Yanıtlarda öğrencilerin derse uyumu, motivasyonu ve dikkatlerinin izlenmesi, öğrenmeyi zorlaştıran bireysel ya da duygusal etkenlerin belirlenmesi, öğretmenle iş birliği yapılması ve gerektiğinde öğretmene pedagojik destek sunulması öne çıkmaktadır. Bu yönüyle katılımcılar rehber öğretmeni, öğrenme-öğretme sürecine dolaylı fakat destekleyici biçimde katkı sağlayan bir uzman olarak konumlandırmaktadır. Bununla birlikte bazı yanıtlarda “öğretmenin zorlandığı durumlarda destek olma” ya da “öğretmenin sınıf olduğu pedagojik bilgilerle yardım etme” gibi

ifadeler, rehber öğretmenlerin sınıf içi sürece ilişkin görev sınırlarının katılımcılar tarafından zaman zaman geniş yorumlanabildiğini de düşündürmektedir.

Dördüncü soruya verilen yanıtlar ise katılımcıların önemli bir bölümünün ders kitapları ve diğer öğretim materyallerinin öğrenciler üzerindeki etkileriyle rehber öğretmenin ilgilenmesi gerektiğini düşündüklerini göstermektedir. Bu görüş özellikle *öğrencilerin bireysel farklılıkları, özel eğitim gereksinimleri, motivasyonları, hassasiyetleri ve gelişim düzeyleri* üzerinden gerekçelendirilmiştir. Katılımcılar, aynı materyalin her öğrenci üzerinde aynı etkiyi yaratmayabileceğine, bazı öğrencilerin materyalleri takip etmekte zorlanabileceğine ve rehber öğretmenin bu noktada öğretmene geri bildirim sağlayabileceğine dikkat çekmektedir. Dolayısıyla materyallerin bilimsel ya da öğretimsel niteliğini değerlendirmekten çok, *öğrenci üzerindeki gelişimsel ve psikososyal etkilerini izlemek ve gerektiğinde öğretmenle paylaşmak* rehber öğretmenin görev alanıyla ilişkilendirilmektedir. Bu bulgu, önceki sorularda daha çok rehberlik odası ve bireysel görüşmeyle özdeşleştirilen mesleki rolün, öğrenme ortamı ve öğretim materyalleri söz konusu olduğunda daha geniş bir çerçevede değerlendirilebildiğini göstermektedir.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Araştırma bulguları, rehber öğretmenlerin mesleki görev alanlarını ağırlıklı olarak bireysel görüşme, öğrenci ve veliyle çalışma, sınıf içi rehberlik etkinlikleri ve öğretmenlerle iş birliği üzerinden tanımladıklarını göstermektedir. Katılımcıların büyük bölümünün kendilerini rehberlik odasında tasvir etmeleri, mesleki kimliğin önemli ölçüde bireysel danışma ve rehberlik servisi merkezli kurulduğuna işaret etmektedir. Bununla birlikte açık uçlu yanıtlarda öğrencinin öğrenmeye uyumu, motivasyonu, dikkat sorunları, sosyal-duygusal gereksinimleri ve öğretmenlerle iş birliği gibi unsurların da dile getirilmesi, rehber öğretmenlerin görev alanlarını yalnızca rehberlik odasında yürütülen bireysel çalışmalarla sınırlandırmadıklarını göstermektedir. Bu durum, rehber öğretmenliğin bireysel danışmanın yanı sıra gelişimsel, önleyici ve okulun öğrenme ortamını destekleyici roller de içeren çok boyutlu bir meslek olarak algılandığını düşündürmektedir.

Katılımcıların ders kitapları, çalışma yaprakları ve diğer öğretim materyallerinin öğrenciler üzerindeki etkileriyle rehber öğretmenin ilgilenmesi gerektiğini belirtmeleri de bu açıdan dikkat çekicidir. Yanıtlarda özellikle öğrencilerin bireysel farklılıkları, özel gereksinimleri, motivasyonları, gelişim düzeyleri ve psikolojik hassasiyetleri vurgulanmıştır. Bu bulgu, eğitim materyallerinin yalnızca akademik bilgi aktaran araçlar olarak değil, öğrencinin kendisini, başkalarını ve içinde yaşadığı toplumu anlamlandırmasını etkileyebilecek eğitimsel çevre unsurları olarak değerlendirilmesi gerektiğine işaret etmektedir.

Bu konu özellikle *tarih, sosyal bilgiler, insan hakları, vatandaşlık ve T.C. İnkılap Tarihi ve Atatürkçülük* gibi bireysel ve toplumsal kimliğin oluşumuyla yakından ilişkili derslerde daha fazla önem kazanmaktadır. Tarih ders kitaplarında oluşturulan “biz” ve “öteki” imgelerinin ulusal kimliğin yapılandırılmasında işlev görebildiği ve “öteki”nin olumsuz değerlerle tanımlanmasının ders kitabı anlatısının önemli bir parçası hâline gelebildiği gösterilmiştir (Yıldırım, 2014; Kabapınar, 2026). Bu nedenle söz konusu derslerde farklı toplum ve grupların tek yönlü, genelleşici veya olumsuz temsillerinden kaçınılması; daha dengeli, kapsayıcı ve insani bir temsil anlayışının benimsenmesi öğrencilerin farklılıklara yönelik tutumları açısından önem taşımaktadır.

Bu bağlamda çoklu bakış açısı, kimlik belirleyici derslerin önemli öğrenme ilkelerinden biri olarak değerlendirilebilir. Stradling (2003), çoklu bakış açısını tarihsel olayların, kişilerin, gelişmelerin ve toplumların farklı perspektiflerden ele alınmasını sağlayan bir yaklaşım olarak tanımlamaktadır. Bu anlayış öğrencinin tek bir tarihsel anlatıyı olduğu gibi kabul etmesi yerine farklı kaynakları, yorumları ve deneyimleri karşılaştırmasına olanak tanır. Avrupa Konseyi de çok kültürlü ve demokratik toplumlarda tarih öğretiminin çoğulcu tarihsel algıları görünür kılması, farklı grupların geçmişlerinin tanınmasını sağlaması ve kutuplaştırıcı anlatılardan kaçınması gerektiğini vurgulamaktadır.

Çoklu bakış açısının yanı sıra *kanıt kullanımı ve tarihsel empati* de önemlidir (Kabapınar, 2026). Morgan (2015), farklı perspektiflerin ve kişisel tarihsel anlatıların ders kitaplarında kullanılmasının öğrencilerin geçmişte yaşamış bireylerin deneyimlerini ve düşüncelerini kendi tarihsel bağlamları içerisinde anlamalarına katkıda bulunabileceğini göstermektedir. Sosyal bilgiler ders kitapları üzerinde yapılan Türkiye merkezli araştırmalar da empati becerisinin önemine rağmen materyallere yeterli düzeyde yansıtılamayabildiğini ortaya koymaktadır. Kan ve Tebiş (2022), 5., 6. ve 7. sınıf sosyal bilgiler ders kitaplarını inceledikleri çalışmalarında empati becerisine sınırlı düzeyde yer verildiğini, 6. sınıf kitabında ise bu beceriye yönelik içeriğin bulunmadığını belirlemiştir. Bu sonuçlar, ders kitaplarında hangi bilgilerin yer aldığı kadar, bu bilgilerin *hangi öğrenme anlayışı ve hangi insan ilişkileri çerçevesinde sunulduğunun* da dikkate alınması gerektiğini göstermektedir.

Dolayısıyla tarih ve sosyal bilgiler gibi alanlarda öğrencinin yalnızca doğru cevabı öğrenen pasif bir alıcı olarak değil; *kanıtları inceleyen, farklı bakış açılarını karşılaştıran, başkalarının deneyimlerini anlamaya çalışan ve kendi gerekçeli yargısını oluşturabilen bir özne* olarak konumlandırılması önemlidir (Kabapınar, 2025). Çoklu bakış, dengeli temsil, kanıta dayalı sorgulama, empati, anlayış ve olumlu öteki imajının birlikte desteklenmesi; öğrencilerin eleştirel düşünme, farklılıklara saygı, hoşgörü ve birlikte yaşama yönelimlerinin gelişmesine katkıda bulunabilir. Avrupa Konseyinin “The Image of the Other in History Teaching” projesinin de tarih

öğretiminde farklı grupların karşılıklı imgilerinin sorgulanmasını, farklı tarihleri öğrenmenin kültürler arası diyalog ve güven oluşturma aracı olarak kullanılmasını öne çıkarması bu yaklaşımı desteklemektedir (Yalı, 2016).

Bu sonuçlar rehber öğretmenlerin ders kitaplarında benimsenen *öğrenme anlayışları konusunda temel düzeyde farkındalık sahibi olmalarının* önemini ortaya koymaktadır. Rehber öğretmenin ders kitabının tarihsel ya da bilimsel doğruluğunu denetlemesi beklenmemelidir. Ancak öğrenciyi edilgen ve tek doğruyu kabul eden bir konuma yerleştiren materyaller ile öğrencinin sorgulamasına, farklı bakış açılarını değerlendirmesine, empati geliştirmesine ve kendi görüşünü oluşturmaya fırsat veren materyaller arasındaki farkı tanıyabilmesi önemlidir. Bu farkındalık, rehber öğretmenin öğrencinin akademik ve sosyal-duygusal gelişimini yalnızca bireysel özellikleri üzerinden değil, öğrencinin içinde bulunduğu sınıf ve öğrenme çevresiyle birlikte değerlendirmesine katkı sağlayabilir.

Bu doğrultuda PDR lisans programları ve hizmet içi eğitimlerde *öğrenci özneselliği, çoklu bakış açısı, empati, kapsayıcılık, öteki imajı, kalıp yargılar ve eğitim materyallerinin psikososyal etkileri* gibi konulara yer verilmesi önerilebilir. Rehber öğretmenlerle tarih ve sosyal bilgiler başta olmak üzere alan öğretmenleri arasındaki iş birliğinin güçlendirilmesi de önemlidir. Alan öğretmeni ders kitabının içerik ve öğretim boyutunu değerlendirirken rehber öğretmen öğrencilerin materyaller karşısındaki aidiyet, dışlanma, kaygı, motivasyon ve sosyal-duygusal tepkilerine ilişkin gözlemlerini paylaşabilir. Böylece rehber öğretmenin mesleki sınırları korunurken öğrencinin akademik gelişimi ile kişisel ve sosyal gelişimini birlikte dikkate alan daha bütüncül bir eğitim anlayışı desteklenebilir.

KAYNAKLAR

- Demirli Yıldız, A., Gökçe Türk, E. (2018). Okul psikolojik danışmanlarının görev sınırları ve sorumluluklarının metaforlar ile analizi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 26(4).
- Kabapınar, Y. (2025) *Kuramdan Uygulamaya Sosyal Bilgiler Öğretimi*, Ankara: PegemA
- Kabapınar, Y. (2026/editör) *Kimlik Belirleyen Derslerde Kanıt Temelli Öğrenme*, Ankara: PegemA
- Kan, Ç., Tebiş, Z. (2022). *Ortaokul Sosyal Bilgiler Ders Kitaplarının Empati Becerisi Açısından İncelenmesi*. *Türkiye Bilimsel Araştırmalar Dergisi*, 7(2), 474–487.
- Kılıç Özmen, Z., Kabapınar, Y. (2019). Sınıf öğretmenleri ve okul psikolojik danışmanları birbirlerini nasıl algılamaktadır? *Türk Psikolojik Danışma ve Rehberlik Dergisi*, 9(53), 482–521.
- Millî Eğitim Bakanlığı (2020). *Millî Eğitim Bakanlığı Rehberlik ve Psikolojik Danışma Hizmetleri Yönetmeliği*. Resmî Gazete, 14 Ağustos 2020, Sayı 31213.
- Morgan, K. E. (2015). *Learning empathy through school history textbooks? A case study*. *Rethinking History*, 19(3), 370–392.
- Stradling, R. (2003). *Multiperspectivity in History Teaching: A Guide for Teachers*. Strasbourg: Council of Europe.
- Terzi, Ş., Ergüner Tekinalp, B., Leuwerke, W. (2016). Psikolojik danışmanların okul psikolojik danışma ve rehberlik hizmetleri modeline dayalı olarak geliştirilen kapsamlı psikolojik danışma ve rehberlik programını değerlendirmeleri. *Eğitim ve Öğretim*, 1(1).
- Usta, A. Ö. (2024). Sınıf öğretmenlerinin rehberlik öğretmenlerine/okul psikolojik danışmanlarına yönelik algıları ve bu algıları etkileyen faktörler. *21. Yüzyılda Eğitim ve Toplum*, 13(38).
- Yalı, S. (2016). Shared History for a Europe Without Dividing Lines. *Tarih Kritik Dergisi*, 2(2), 98-102.
- Yıldırım, T. (2014). Tarih Ders Kitaplarında “Öteki” Kurgusu: 1930’lı Yıllar Üzerine Bir Değerlendirme. *Turkish History Education Journal*, 3(1), 62–89.

HAYAT BİLGİSİ DERS KİTAPLARINDA PSİKOLOJİ TEMELLİ KONULARA BAKMAK: “KENDİN OLMAYI KEŞİF YOLUNDA”

Prof. Dr. Yücel KABAPINAR

Marmara Üniversitesi, ykabapinar@marmara.edu.tr, ORCID No: 0000-0003-3456-0797

Özet

Hayat bilgisi dersi ilkökulda öğrenciye çocuk olma olanağı tanıyan en temel derslerden biridir. Yakından uzağa ilkesiyle kendisi, ailesi, akrabaları ve okul yaşamı incelenen temel konulardan salt bazılarıdır. Hayat Bilgisi dersi, ilkökul öğrencilerinin kendilerini, içinde yaşadıkları toplumu ve çevrelerini tanımalarını sağlayarak günlük yaşam becerilerini geliştirmelerinde önemli bir rol oynar. Öğrencilerin yaşam deneyimleri ile okulda öğrendikleri arasında bağ kurmalarına olanak tanıyan bu ders; eleştirel düşünme, problem çözme, karar verme ve toplumsal yaşama etkin katılım becerilerinin geliştirilmesine katkı sağlar. Bunlardan başka Hayat Bilgisi dersi, ilkökul öğrencilerinin kendilerini tanımalarına, duygu, düşünce, ilgi ve ihtiyaçlarının farkına varmalarına olanak sağlayan önemli bir ders ve öğrenme alanıdır. Öğrencilerin benlik algısı geliştirmelerine, bireysel farklılıklarını tanımalarına ve duygularını anlamlandırmalarına katkıda bulunur. Bu yönüyle ders, çocukların öz farkındalık, öz düzenleme, empati ve kişiler arası ilişki kurma becerilerinin gelişimini destekleyerek psikolojik ve sosyal gelişimlerinde önemli bir rol üstlenir. Bu anlamda 2005 yılı Hayat Bilgisi Öğretim Programları ve ders kitapları diğer programlara göre ayırt edici özellikler göstermektedir. Bu dönemdeki ders kitapları, “Benim de Sözüm Var”, “Sorunlarımı Çözerim”, “Hayır Diyebilirim”, “Bu Öneriyi Kabul Edemem”, “Fikrim de Cesaretim de Var”, “Bana Güvenebilirsiniz”, “Kendimi Beğeniyorum” gibi konu başlıklarından da görüleceği üzere “bireyin keşfi” olarak nitelenebilecek özelliklere sahiptir. Bu araştırmanın amacı, 2005 yılı Öğretim Programlarını ve ders kitaplarını psikolojiyle bilimiyle olan ilişkileri çerçevesinde incelemektir. Araştırma nitel bir araştırma olup doküman incelemesi temelinde şekillenecektir. Çalışmanın analiz süreci devam etmektedir.

Anahtar kelimeler: Hayat bilgisi, psikoloji, öğretim programı, ders kitabı

EXAMINING PSYCHOLOGY-BASED TOPICS IN LIFE SKILLS TEXTBOOKS: “ON THE PATH TO DISCOVERING WHO YOU ARE”

Abstract

Life Studies course is one of the most fundamental subjects in primary school, offering pupils the opportunity to simply be children. Following the ‘from near to far’ principle, topics such as themselves, their family, their relatives and their school are just some of the core subjects covered. Life Studies course plays a significant role in helping primary school pupils develop their everyday life skills by enabling them to understand themselves, the society in which they live and their surroundings. This subject, which enables pupils to make connections between their life experiences and what they learn at school, contributes to the development of skills such as critical thinking, problem-solving, decision-making and active participation in social life. Furthermore, Life Studies subject is an important area of learning that enables primary school pupils to get to know themselves and become aware of their feelings, thoughts, interests and needs. It helps pupils develop their sense of self, recognize their individual differences and make sense of their emotions. In this respect, the subject plays a significant role in children’s psychological and social development by supporting the development of their self-awareness, self-regulation, empathy and interpersonal skills. In this sense, the 2005 Life Studies Teaching Programs and textbooks exhibit distinctive features compared to other programs. The textbooks from this period, with topic headings such as ‘I Have a Say Too’, ‘I Can Solve My Problems’, ‘I Can Say No’, ‘I Cannot Accept This Suggestion’, ‘I Have Both an Opinion and the Courage’, ‘You Can Trust Me’ and ‘I Like Myself’ – possess characteristics that can be described as centered on the individual’s self-discovery. The aim of this study is to examine the 2005 Curriculum and textbooks within the framework of their relationship with the science of psychology. This is a qualitative study and will be based on a review of documents. The analysis phase of the study is currently ongoing.

Keywords: Life studies, psychology, curriculum, textbook

1. GİRİŞ

Hayat bilgisi dersi ilkokulda öğrenciye çocuk olma olanağı tanıyan en temel derslerden biridir. Yakından uzağa ilkesiyle kendisi, ailesi, akrabaları, okulu işlenen temel konulardan bazılarıdır. Hayat Bilgisi dersi, ilkokul öğrencilerinin kendilerini, içinde yaşadıkları toplumu ve çevrelerini tanımalarını sağlayarak günlük yaşam becerilerini geliştirmelerinde önemli bir rol oynar. Öğrencilerin yaşam deneyimleri ile okulda öğrendikleri arasında bağ kurmalarına olanak tanıyan bu ders; eleştirel düşünme, problem çözme, karar verme ve toplumsal yaşama etkin katılım becerilerinin geliştirilmesine katkı sağlar. Bunlardan başka Hayat Bilgisi dersi, ilkokul öğrencilerinin kendilerini tanımalarına, duygu, düşünce, ilgi ve ihtiyaçlarının farkına varmalarına olanak sağlayan önemli bir öğrenme alanıdır. Öğrencilerin benlik algısı geliştirmelerine, bireysel farklılıklarını tanımalarına ve duygularını anlamlandırmalarına katkıda bulunur (Kabapınar, 2021). Bu yönüyle ders, çocukların öz farkındalık, öz düzenleme, empati ve kişiler arası ilişki kurma becerilerinin gelişimini destekleyerek psikolojik ve sosyal gelişimlerinde önemli bir rol üstlenir.

Psikolojiyle ilişkisi bağlamında öncelikle 1998 yılı Hayat Bilgisi Öğretim Programı ve ders kitaplarının incelenmesi önemlidir. Böylelikle 2005 yılı Hayat Bilgisi Öğretim Programındaki değişimin anlamı ve yönü daha iyi anlaşılmış olacaktır. 1998 Öğretim Programı temelinde yazılmış Hayat Bilgisi ders kitaplarındaki metinlerin büyük bölümü sonu “-meliyiz, -malıyız” takıları ile biten tümcelerden oluşmaktadır. Buna ilişkin Hayat Bilgisi ders kitaplarından alınan örneklere aşağıda yer verilmiştir (Öğün, Yanar, 2000).



b. Arkadaşlarımıza Karşı

Okulda ve okul dışında arkadaşlarımıza karşı sorumluluklarımız vardır. Oyun oynarken, birlikte çalışırken birbirlerimize saygılı olmalıyız. Oyunu kurallarına uygun oynamalıyız. Grup çalışmalarında, görevimizi yerine getirmeliyiz. Konuşan arkadaşımızı dinlemeliyiz. Sınıfta söz almadan konuşmamalıyız. Arkadaşlarımızı üzmemeliyiz.



Taşıtlara sırayla binmeliyiz. Hareket hâlindeki taşıtlara binmemeli ve hareket hâlindeki taşıtlardan inmemeliyiz. Taşıtların penceresinden elimizi, başımızı çıkarmamalıyız. Taşıtların arkasına asılmamalıyız. Duran taşıtların önünden ya da arkasından yola çıkmamalıyız.

Yukarıdaki örneklerde de görüleceği gibi, ders kitaplarının bütününde 280-300 arası -meliyiz/malıyız’la biten didaktik söylemlere yer verilmektedir. Bu metinlerde dikkat çeken boyut öznenin yer almaması, gizli özne olarak sadece “biz” olmasıdır. Genel olarak ders kitaplarında bireye yer verilmemektedir. Bu anlamda “biz hepimiz bunları yapma(ma)lıyız” ile kendini gösteren öğüt yapısı içerisinde ortak algılama ve değer yargıları

yaratılmaya çalışılmaktadır. Bu öğütler, tüm ders kitabı boyunca alabildiğince devam etmektedir. Bu yapılırken de, öğrencilere neden öyle yapma(ma)ları ya da davranma(ma)ları gerektiğine ilişkin çok fazla açıklama ya da örnek verilmemekte, neden gösterilmemektedir. Bir diğer deyişle, sosyal olayların sunumunda karşımıza çıkan yapı, gündelik olaylara ilişkin bakış açıları ve değer yargılarının didaktik bir üslup ile sunulması, sosyal olayların göreceliliğe yer vermeyecek kesin kurallara bağlanması merkezindedir (Özkan, 2010; Kabapınar, Akbal, 2010; Kabapınar, 2021).

Buna karşılık 2005 yılı Türkiye için eğitim alanında önemli değişimlerin vücut bulduğu bir dönüşüm yılını temsil etmektedir. Bilindiği üzere, 2005 yılı yapılandırmacı öğrenme anlayışını önceleyen büyük bir eğitim reformunu gündeme getirmiştir. Bu çerçevede Hayat Bilgisi dersinin öğretim programı ve ders kitapları da bu değişim çerçevesinde pek çok bileşenin amaç ve kapsamını yeniden düzenlenmiştir. Bu değişiklikler sayesinde, eski Hayat Bilgisi programında olmayan ve öğrencinin kendisini, duygularını, düşüncelerini, değer yargılarını, güçlü yanlarını tanımasına yardımcı olacak pek çok kazanım ve konuya yer verildiği görülmektedir. Sözelimi, ders kitaplarından alınabilecek konu başlıkları bile bu noktada bir anlam yaratmaya yetecektir. Hayat Bilgisi 2. sınıf ders kitabından alınan bazı konu başlıkları,

“Farklılık Güzeldir”, “Duygularımın Gücü”, “Yardımlaşmak Doğaldır”, “Güçlü Yanlarım”, “İletişim Kurarken”, “Benim de Sözüm Var”, “Benim de Görevim Var”, “Herkes Hata Yapabilir”, “Bunu Kabul Edemem”, “Beni Böyle Kabul Edin”, “Farklılıklar Doğaldır”, “Duygularımı Kontrol Etmelisin”, “Ailemdeki Değerler”, “Kaybolursam Ne Yaparım”, “Duygularım Neden Değişiyor”, “Çocukluk Oyunları”, “Dünya Çocukları” (Karabıyık, 2005)

ile, Hayat Bilgisi 3. sınıf ders kitabında yer alan,

“Benim İçin Arkadaşlık”, “Çözüm Hemen Yanı başımda”, “Tarafsız Olmak”, “Çözüm Benim İşim”, “Seni Anlayabilirim”, “Ben de Oynayabilir miyim”, “Son Pişmanlık Fayda Etmez”, “Öfkeyle Kalkan Zararla Oturur”, “Nasıl Öğreniyorum”, “Birlikte Başarabiliriz”, “Bir Fikrim Var”, “Sen Ne Dersin”, “Aklımı Seveyim”, “Bana Güveniyorlar”, “Bedenimi Seviyorum”, “Ailelerimiz Farklıdır”, “İyilik Yap İyilik Bul”, “Hep Beraberiz” (Atlıhan ve ark., 2005)

gibi konular değişimi göstermektedir. 1998 Hayat Bilgisi programı bireye çok az vurgu yapmakta ve birbiriyle benzeşen ortak paydalarda buluşmayı amaçlayan bir toplumsal örüntüyü amaçlarken, 2005 yılı programı bireylerin duygu, düşünüş ve yaşayışındaki farklılıklara vurgu yapmakta, bireyin güçlü ve zayıf yanları ile hesaplaşmasının yolunu açmakta, hatanın doğallığı ve hoşgörülle yaklaşılması görüşünü desteklemektedir. Öğrenciye başarma, kendini sevme ve duyarlı olma, istemediği şeylere nazikçe hayır diyebilme perspektiflerini

kazandırmaya çalışmaktadır. Kısaca, *öğrencinin/çocuğun öncelikle kendisini tanıması* sağlanmaya çalışılmış; olaylara ve yaşama karşı bir duruşu olan *birey olması hedeflenmiş* gibi görünmektedir. Yine öğrencinin başarıma duygusu ile birlikte *özgüven kazanması* da amaçlanmıştır. Bu boyutuyla Hayat Bilgisi ders kitaplarının adeta “*kişisel gelişim kitabı*” işlevi gördüğünü söylemek yanlış olmayacaktır. Tüm bu açıklamalardan yola çıkarak bu araştırmanın amacı, 2005 yılı Öğretim Programlarını ve ders kitabı içeriklerini psikolojiyle bilimiyle olan ilişkileri çerçevesinde incelemektir.

2. YÖNTEM

Araştırma nitel bir araştırma olup doküman incelemesi temelinde biçimlendirilmiştir. Bu çerçevede araştırma kullanılan Hayat Bilgisi ders kitapları aşağıdaki gibidir;

- Yasemin Fener, Güler Anaç (2012) *İlköğretim Hayat Bilgisi 2 Ders Kitabı ve Öğrenci Çalışma Kitabı (1. Kitap)*, Ankara, Ada Yayınları
- Aziz Özdemir, Fatma Çınar (2012) *İlköğretim Hayat Bilgisi 2 Ders Kitabı ve Öğrenci Çalışma Kitabı (1. Kitap)*, Ankara, Devlet Kitapları
- Esra Özcan, Neşe Sağan (2012) *İlköğretim Hayat Bilgisi 3 Ders ve Öğrenci Çalışma Kitabı (1. Kitap)*, Ankara, Evrensel İletişim Yayınları
- Emine Özel Eren, Nur Cennet Doğan (2012) *İlköğretim Hayat Bilgisi 3 Ders ve Öğrenci Çalışma Kitabı (1. Kitap)*, Ankara, Devlet Kitapları

Çalışma grubunda yer alan Hayat Bilgisi ders kitapları barındırdıkları psikolojiyle ilgili konular bağlamında incelenmiştir. Bu çerçevede öncelikle ders kitaplarında yer alan psikolojiyle ilintili konular saptanmıştır. Süreçte psikoloji alanında uzman ikinci bir araştırmacıyla bu konuların psikolojinin hangi temel kavramları altında sınıflandırılabilceği tartışılmış ve ardından ortak uzlaşıya varılarak konular tasnif edilmiştir.

3. BULGULAR

Hayat Bilgisi 2 Ders Kitapları ve Psikolojiyle İlişkili Konular

Aşağıdaki 2005 yılı Öğretim Programı esas alınarak Aziz Özdemir ile Fatma Çınar tarafından yazılan *Hayat Bilgisi 2 Ders Kitabı ve Öğrenci Çalışma Kitabı*’nın İçindekiler sayfalarına yer verilmiştir. Bu iki sayfa üzerinden ders kitabında yer alan psikoloji temelli konuların analizi gerçekleştirilecektir.

İÇİNDEKİLER

DERS KİTABI KULLANIM KILAVUZU	9
OKUL HEYECANIM TEMASI	10
OKULA HAZIRIM	12
UNUTUĞUM BİR ŞEY VAR MI?	14
BAKIMLI OLMAK İÇİN	15
NEREDESİN?	16
KURALLAR BİZİM İÇİN	18
SEÇİM VAR	20
GAZETEMİZ	22
BAYRAĞIMIZ VE İSTİKLÂL MARŞIMIZ	26
DENGELİ VE DÜZENLİ BESLENELİM	28
EN İYİ YAPTIĞIM İŞ	29
BİZ ARKADAŞIZ	30
SEVINİNCE NE YAPARSINIZ?	32
BU OKUL HEPİMİZİN	33
OKUL YOLU	34
KARŞILAŞTIĞIMIZ İNSANLAR	36
VÜCUDUMUZ DEĞERLİDİR	38
SAĞLIĞIMIZI KORUYABİLİRİZ	40
EĞLENCE VAR	42
EĞRİSİ DOĞRUSU	44
İNSANLAR KONUSU KONUSU	45
MESLEKLER VE ÖZELLİKLERİ	48
OKULUMU SEVİYORUM	50
BİLİNÇLİ TÜKETELİM	52
OKULUMU KORUYALIM	54
ÖĞRENİM HAYATIM	55
CUMHURİYET BAYRAMI	56
DİNİ BAYRAMLARIMIZ	60
KİTAPLARDAN ÖĞRENMEK	61
ÇÖZÜM ARIYORUM	62
NELER ÖĞRENDİK?	64
İLKÖĞRETİM HAFTASI	66
DÜNYA ÇOCUK GÜNÜ	67
YAŞASIN CUMHURİYETİ	68
ATATÜRK HAFTASI	70

BENİM EŞSİZ YUVAM TEMASI	72
YAŞADIĞIMIZ YER	74
EVİMİ SEVİYORUM	75
GÜNEŞ HANGİ YÖNDEN DOĞAR?	76
EVİNİZ NEREDE?	77
ADRESİNİ ÖĞREN	78
NE İLE, NASIL BİR İLETİŞİM?	80
ORGANLARIM GÖREV BAŞINDA	82
SAĞLIKLI BÜYÜMEK İSTİYORUM	84
YEMEYİYİZ	86
PLANLIYIM, BAŞARILIYIM	88
ONLAR DA ÇOCUKTU	90
MESLEKLER HAYATI KOLAYLAŞTIRIR	92
NASIL BİR ÇOCUKTU?	94

Aşağıdaki tabloda Aziz Özdemir ile Fatma Çınar tarafından yazılan *Hayat Bilgisi 2 Ders Kitabı* ve *Öğrenci Çalışma Kitabı* yer alan psikolojiyle ilgili konu başlıklarıyla toplam sayılarına yer verilmiştir.

Tablo 1. Hayat Bilgisi 2. Sınıf Ders Kitabında Psikolojiyle Doğrudan İlişkili Konu Başlıkları

Psikolojik boyut	İlgili konu başlıkları	f
Benlik ve bireysel farklılıklar	En İyi Yaptığım İş; Nasıl Bir Çocuktur?	2
Duygusal gelişim ve öz denetim	Eğlence Var	1
İletişim ve sosyal ilişkiler	İyi ki Yetiştim; Okulumuzda Buluşalım; Ne ile, Nasıl Bir İletişim?	3
Problem çözme ve karar verme	Sevinince Ne Yaparsınız?; Çözüm Arıyorum; Ne Yaparsın?	3
Öz güven ve öz yeterlik	Okula Hazırım; Okulumu Seviyorum; Bilinçli Tüketelim	3
Ahlaki gelişim ve sorumluluk	Kurallar Bizim İçin; Sağlığımızı Koruyabiliriz; Yardıma Koşanlar	3
Motivasyon ve öz düzenleme	Planlıyım, Başarılıyım; Dengeli ve Düzenli Beslenelim	2
Toplam		17

İncelenen Hayat Bilgisi 2. sınıf ders kitabının “Okul Heyecanım” ve “Benim Eşsiz Yuvam” adlı iki temasında toplam 47 konu başlığı bulunmaktadır. Bu başlıkların 17’si (%36,2) psikolojiyle doğrudan ilişkili konulardan

oluşmaktadır. Başka bir ifadeyle, ders kitabındaki yaklaşık her üç konudan biri psikolojik gelişimle ilişkilendirilebilecek niteliktedir. Bu konuların ağırlıklı olarak iletişim ve sosyal ilişkiler, problem çözme, öz güven, sorumluluk, öz düzenleme ve toplumsal kurallara uyum alanlarında yoğunlaştığı görülmektedir. Bu dağılım, Hayat Bilgisi dersinin öğrencilerin sosyal ve duygusal gelişimlerini desteklemeye yönelik önemli bir içerik barındırdığını göstermektedir.

İncelenen 2. sınıf Hayat Bilgisi ders kitabının güçlü yönlerinden biri, çocukların psikolojik, sosyal ve duygusal gelişimlerini destekleyen konulara çeşitlilik içerisinde yer verilmesidir. Benlik algısı, öz güven, iletişim, problem çözme, karar verme ve öz düzenleme gibi psikolojik boyutların ele alınması, çocuğun bireysel gelişimine verilen önemi göstermektedir. Özellikle “En İyi Yaptığım İş”, “Çözüm Arıyorum” ve “Ne Yaparsın?” gibi başlıklar, öğrencilerin kendi özelliklerini keşfetmelerine, sorunlar üzerinde düşünmelerine ve bağımsız kararlar geliştirmelerine olanak sağlayabilecek niteliktedir. Ayrıca bu konuların okul ve aile yaşamıyla ilişkilendirilmesi, psikolojik becerilerin günlük yaşam bağlamında ele alınmasını sağlamaktadır. Bu yönüyle ders kitabı, çocuğu yalnızca toplumsal kurallara uyum sağlayan değil, kendisini tanıyan, düşünen ve karar verebilen bir birey olarak ele alan anlayışa yönelik önemli bir değişimi yansıtmaktadır.

Hayat Bilgisi 3 Ders Kitapları ve Psikolojiyle İlişkili Konular

Esra Özcan ile Neşe Sağan tarafından yazılan *Hayat Bilgisi 3 Ders ve Öğrenci Çalışma Kitabı 1. Kitap*’ın İçindekiler sayfalarına yer verilmiştir. Bu iki sayfa üzerinden ders kitabında yer alan psikoloji temelli konuların incelemesi gerçekleştirilecektir.

İÇİNDEKİLER (DERS KİTABI)	
Organizasyon Şeması	10
1. TEMA: OKUL HEYECANIM.	12
Okula Hazırlıklı Giderim	14
Benzerliklerimizi, Farklılıklarımızı	
Canım Arkadaşım	
İyi Bir Dinleyici ve Konuşmacıyım	
Öfkeni Kontrol Et	
Saygılı Olmalıyız	
Okulda Demokrasi	
Sorunlarımı Çözerim	
Okulumun ve Sınıfımın Yeri, Benim Yerim	
Okulumun Geçmişini Araştırıyorum	
Özenli Kullanalım	
Kazanmak da Doğal, Kaybetmek de	
Kurallar Var Çünkü	
Okulumu Seviyorum	
Kaynakları Tutumlu Kullanmalıyız	
Doğal ve Sağlıklı Besleniyorum	
Kendi Kendinin Doktoru Ol !!	
Kaza Geliyorum Demez	
Özel Günler Paylaşıldıkça Güzelidir	
Bayram Etkinliklerimiz	
Bir Zamanlar Atatürk	
Ben Bilinçli Bir Tüketiciyim	
Oku, Yaz, Çiz, Öğren	
Teknoloji ve Ben	
Trafik Bilincine Sahip misiniz?	
Bu Öneriyi Kabul Edemem	
Grubumun İhtiyaçları Var	48
Fikrim de Cesaretim de Var	50
Bana Güvenebilirsiniz	53
Biz Çevreci Çocuklarız.	54
Neler Öğrendik?	55
Tema Sonu Değerlendirme Çalışmaları	56
2. TEMA: BENİM EŞSİZ YUVAM	58
Evimiz, Yuvamız	60
Bitki ve Hayvan Dostlarımız	62
Hayalimdeki Ev	64
Adresimi Bilmeliyim	65
Evimizin Yerini ve Yönünü Belirleyelim	66
Yönümü Nasıl Bulurum?	67
Anneannem de Çocuktı.	69
Farklılıklar Doğaldır	70
Kendimi Beğeniyorum	72
Borçlu Olduklarımız	73
Herkesin Bir Mesleği Var.	74
Konuşmadan Anlaşabilir miyiz?	76
Aile İçinde İletişim Farklıdır	78
Benim Ailem	79
Farklı Düşünsek de Birbirimizi Sevelim	80
Her Sorunun Bir Çözümü Vardır	82
İletişim Kurarken	83
Sorumluluk Alabilirim	84
Görevini Yap, Adil Ol !!	85
Planlı Yaşa, Başarılı Ol !!	86
Ben Tutumlu Çocuğum.	88
Bizim Evin Eşyaları.	89
Kaynakları Bilinçli Tüketelim	90

Aşağıdaki Tablo 2’de ise bu ders kitabında yer alan psikolojiyle ilgili konu başlıklarıyla toplam sayılarına yer verilmiştir.

Tablo 2. Hayat Bilgisi 3. Sınıf Ders Kitabında Psikolojiyle Doğrudan İlişkili Konu Başlıkları

Psikolojik boyut	İlgili konu başlıkları	f
Benlik ve bireysel farklılıklar	Benzerliklerimiz Farklılıklarımız; Kendimi Beğeniyorum; Farklılıklar Doğaldır	3
Duygusal gelişim ve öz denetim	Öfkeni Kontrol Et; Kazanmak da Değil, Kaybetmek de	2
İletişim ve sosyal ilişkiler	Canım Arkadaşım; İyi Bir Dinleyici ve Konuşmacıyım; Saygılı Olmalıyız; Konuşmadan Anlaşabilir miyiz?; Aile İçinde İletişim Farklıdır; Farklı Düşünsek de Birbirimizi Sevelim; İletişim Kurarken	7
Problem çözme ve karar verme	Sorunlarımı Çözerim; Her Sorunun Bir Çözümü Vardır; Bu Öneriyi Kabul Edemem	3
Öz güven ve öz yeterlik	Fikrim de Cesaretim de Var; Bana Güvenebilirsiniz	2
Ahlaki gelişim ve sorumluluk	Güvenilir Yap, Adil Ol; Sorumluluk Alabilirim	2
Motivasyon ve öz düzenleme	Okulumu Seviyorum; Planlı Yaşa, Başarılı Ol!	2
Toplam		21

İncelenen Hayat Bilgisi 3. sınıf ders kitabının ilk kitabında “Okul Heyecanım” ve “Benim Eşsiz Yuvam” isimli iki tema bulunmaktadır. Bir diğer deyişle, incelenen ders kitabı iki parçadan oluşmaktadır ve sadece ilk parçası analiz edilmiştir. İlk kitabın iki temasında toplam 53 konu başlığı bulunmakta olup bunların 21’i (%39,6) doğrudan psikolojiyle ilişkili konulardan oluşmaktadır. Bu oran, ders kitabındaki her beş konudan yaklaşık ikisinin psikolojik gelişimle ilişkili olduğunu göstermektedir. Psikolojiyle ilişkili başlıkların ağırlıklı olarak *iletişim ve sosyal ilişkiler*, *benlik algısı*, *bireysel farklılıklar*, *duygu düzenleme*, *problem çözme*, *öz güven*, *öz denetim* ve *sorumluluk* gibi alanlarda yoğunlaştığı görülmektedir. Bu durum, Hayat Bilgisi dersinin yalnızca öğrencilerin günlük yaşamlarını düzenlemelerine ve toplumsal yaşama uyum sağlamalarına yönelik olmadığını, aynı zamanda onların psikolojik, sosyal ve duygusal gelişimlerini desteklemeyi de hedeflediğini ortaya koymaktadır.

Hayat Bilgisi Ders Kitaplarından Örnek Konular

Hayat Bilgisi dersi, ilkökul öğrencilerinin kendilerini tanımaları, duygu ve düşüncelerinin farkına varmaları, bireysel özelliklerini keşfetmeleri ve çevreleriyle sağlıklı ilişkiler geliştirmeleri açısından önemli bir işleve sahiptir. Bu yönüyle ders, yalnızca öğrencilerin günlük yaşam becerilerini geliştirmeyi değil, aynı zamanda psikolojik, sosyal ve duygusal gelişimlerini desteklemeyi de amaçlamaktadır. İncelenen Hayat Bilgisi ders

kitabının içindekiler bölümünde yer alan “Benzerliklerimiz Farklılıklarımız”, “Canım Arkadaşım”, “İyi Bir Dinleyici ve Konuşmacıyım”, “Saygılı Olmalıyız”, “Sorunlarımı Çözerim”, “Kazanmak da Değil, Kaybetmek de”, “Kurallar Var Çünkü”, “Kendi Kendinin Doktoru Ol!” ve “Bu Öneriyi Kabul Edemem” gibi başlıklar, psikolojiyle ilişkili konuların ders kitabında önemli bir yer tuttuğunu göstermektedir. Bu konular aracılığıyla öğrencilerin öz farkındalık, bireysel farklılıklara saygı, empati, etkili iletişim, duygu düzenleme, problem çözme, öz denetim ve karar verme gibi psikolojik ve sosyal-duygusal becerilerinin geliştirilmesinin hedeflendiği söylenebilir. Özellikle öğrencilerin kendi duygu, düşünce ve davranışlarını anlamalarına, başkalarının bakış açılarını fark etmelerine ve kişiler arası ilişkilerde karşılaştıkları güçlüklerle baş etmelerine yönelik başlıklar, Hayat Bilgisi dersinin psikolojik gelişimi destekleyen niteliğini ortaya koymaktadır.

Benzer biçimde, “Benim Eşsiz Yuvam” temasında yer alan “Kendimi Beğeniyorum”, “Farklılıklar Doğaldır”, “Her Sorunun Bir Çözümü Vardır”, “İletişim Kurarken”, “Sorumluluk Alabilirim”, “Güvenilir Yap, Adil Ol!”, “Ben Tutumlu Çocuğum” ve “Bana Güvenebilirsiniz” gibi başlıklar da öğrencilerin benlik algısı, öz güven, öz yeterlik, sosyal ilişkiler, sorumluluk bilinci ve ahlaki gelişimleriyle doğrudan ilişkilidir. Ayrıca aile içi ilişkileri ele alan konular, öğrencilerin aidiyet, güven, sevgi ve kabul görme gibi temel psikolojik gereksinimlerinin anlaşılması bakımından önem taşımaktadır. Bununla birlikte, söz konusu başlıkların psikolojik gelişime katkısı, yalnızca olumlu davranışların öğrencilere öğütlenmesiyle sınırlı düşünülmemelidir. Öğrencilerin kendi yaşantıları üzerinde düşünmeleri, duygularını ifade etmeleri, farklı durumları sorgulamaları, alternatif davranış biçimlerini değerlendirmeleri ve kendi kararlarını oluşturmaları, psikolojiyle ilişkili bu konuların öğretiminde temel alınmalıdır. Dolayısıyla Hayat Bilgisi ders kitaplarında psikoloji konularına yer verilmesi kadar, bu konuların çocuğun öznel deneyimlerini, bireysel farklılıklarını ve gelişimsel özelliklerini dikkate alan bir yaklaşımla sunulması da önemlidir. İncelenen içindekiler bölümleri, psikolojiyle ilişkili konuların kapsamı hakkında fikir vermekle birlikte, bu konuların gerçekten öğrenci merkezli ve psikolojik gelişimi destekleyici biçimde işlenip işlenmediğinin belirlenmesi için metinlerin, etkinliklerin ve soruların ayrıca incelenmesi gerekmektedir. Nitekim aşağıda da Hayat Bilgisi ders kitaplarından alınmış sayfalara yer verilmiştir (Fener, Anaç, 212; Özcan Sağan, 2012; Özel Eren, Doğan, 2012).

BEDENİMLE MUTLUYUM

Fiziksel özelliklerinizi söyler misiniz?

Zeynep, Bengi, Yekta, Selim ana sınıfından beri çok iyi arkadaşlar.



Bengi, derslerinde çok başarılıdır ve çok iyi piyano çalar. Parmakları ince ve uzun olduğu için piyano çalmayı kolay öğrenmiştir.

Yekta sarı saçlı, yeşil gözlü, kısa boylu bir çocuktur. Çok hareketli olduğu için yerinde duramaz. Okulun masa tenisi takımında o kadar hızlı raket kullanıyor ki topu nasıl karşıladığını göremiyoruz.



Benginin ve Yekta'nın fiziksel özellikleri nelerdir?

82

Sorunlarımı Çözerim

Öğretmeninizin anlattığı konuyu anlamazsanız ne yaparsınız?



Aşağıdaki resimleri inceleyiniz. Çocukların karşılaştığı sorunları belirleyiniz. Çocuklar bu sorunları nasıl çözmüş olabilirler? Anlatınız.

İpek, Efe'nin hikâye kitabına yanlışlıkla meyve suyu döktü. Efe, ona çok kızdı. İpek, Efe'nin meyve suyunu masanın üstüne koymasının sorun yarattığını söyledi. En iyi çözümün birlikte kitabı temizlemek olduğuna karar verdiler.



Murat çamurlu ayaklarıyla koridora girdi. Hizmetlinin yeni paspas yaptığını görünce çok utandı. "Ayakkabılarımı temizleyerek binaya girseydim bu sorunu yaşamayacaktım." diye düşündü. Hizmetliden özür diledi. Bahçeye çıkıp ayakkabılarını temizledi.



Ayşe, etkinlik için gerekli malzemeleri evde unuttuğu için çok üzgündü. Öğretmeni bu sorunu nasıl çözebileceğini sordu. Ayşe, "Etkinliğe katılmayı istiyorum. Bunun için arkadaşlarımdan malzemeleri ödünç alabilirim." dedi. Soruna çantasını zamanında hazırlamamasının neden olduğunu söyleyerek bir daha böyle bir hataya düşmeyeceğini belirtti.



DEĞERLENDİRME

* Okulda hangi sorunlarla karşılaşıyorsunuz? Bu sorunları nasıl çözüyorsunuz? Anlatınız.

22



ÇK 23

Fikrim de Cesaretim de Var



"Gezi İnceleme Kulübü" öğrencileri, sene sonunda okulca gidecek bir piknik planlıyorlardı. Öğrencilere fikirleri soruldu. Aynı yere gitmek isteyen öğrenciler gruplar oluşturdular. Gitmek istedikleri yeri arkadaşlarına tanıtmak ve onları ikna etmek için çalışmalar yaptılar. Aşağıdaki ve yan sayfadaki fotoğrafları inceleyiniz, metinleri okuyarak anlatınız.

1. grup öğrenciler

Bizce Kızılcahamam Soğuk-su'ya gitmeliyiz çünkü havası çok temiz. Çam ormanı görülmeye değer güzellikte.

Ormanda hem yürüyüş hem de piknik yaparız. Şehrin gürültüsünden de uzaklaşmış oluruz.

2. grup öğrenciler

Ahlatlıbel'e gitmemizin daha iyi olacağını düşünüyoruz çünkü buranın orman içinde güzel bir piknik alanı var. Çimenleri, ağaç gölgeleri, tuvaletler ve oyun alanlarıyla piknik yapmaya çok uygun bir yer. Ahlatlıbel'de çimlere basmak serbest. Çimlerin üzerinde koşup oynayabiliriz.

Hatta uçurtma bile uçurabiliriz. Üstelik ulaşımı daha kolay.



Soğuksu - Kızılcahamam

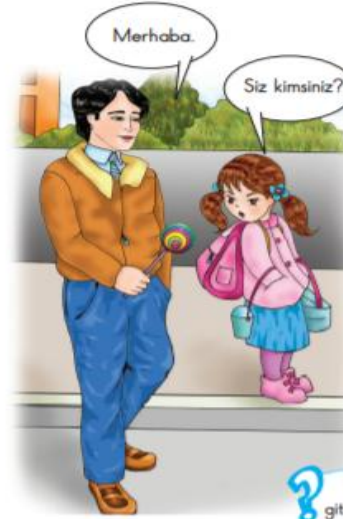


Ahlatlıbel - İncek

HAYIR. KABUL EDEMEM

Okul çıkışında arkadaşlarınız oyun oynamak için parka gidecekler. Sizin de gelmenizi istiyorlar fakat siz ailenizden oyun oynamak için izin almadınız. Bu durumda ne yaparsınız?

Başak okula giderken tanımadığı birinin yanına geldiğini gördü.



— Ben babanın arkadaşım. Bu sevdiğin şekeri baban sana gönderdi, seni iş yerinde bekliyor. Beraber babanın yanına gideceğim.

— Babamın arkadaşı olabilirsiniz ama ben sizi tanımıyorum. Tanımadığım kişilerin arabasına binmem ve sizinle gelemem.

— Güzel kız, baban bizi bekliyor. Benimle gelmelisin!

— Hayır, gelemem. Ben babamı evde bekleyeceğim.



Başak tanımadığı biri ile neden gitmek istemiyor?

54

İncelenen Hayat Bilgisi ders kitabı örneklerinde, öğrencilerin psikolojik, sosyal ve duygusal gelişimlerini desteklemeye yönelik konulara yer verildiği görülmektedir. "Bedenimle Mutluyum", "Sorunlarımı Çözerim", "Fikrim de Cesaretim de Var" ve "Hayır, Kabul Edemem" başlıklı içerikler; öğrencilerin öz farkındalık, olumlu benlik algısı, problem çözme, karar verme, kendini ifade etme, öz güven ve öz denetim gibi becerilerini geliştirmeye yöneliktir. Özellikle "Bedenimle Mutluyum" başlıklı içerikte bireylerin fiziksel özelliklerinin ve yapabildikleri etkinliklerin farklılığına dikkat çekilmesi, öğrencilerin hem kendilerini hem de başkalarını tanımaları açısından önemlidir. Bununla birlikte, fiziksel özelliklerin yalnızca betimlenmesi yerine, öğrencilerin kendi bedenlerine ilişkin duygu ve düşüncelerini ifade etmelerine, bireysel farklılıkların doğal olduğunu fark etmelerine ve olumlu beden algısı geliştirmelerine olanak tanıyan sorularla içeriğin zenginleştirilmesi mümkündür. Böylece öğrencilerin kendilerini ve başkalarını yalnızca fiziksel özellikleri ya da başarıları üzerinden değerlendirmelerinin önüne geçilmesine katkı sağlanabilir.

"Sorunlarımı Çözerim" ve "Fikrim de Cesaretim de Var" başlıklı içerikler, öğrencilerin günlük yaşamda karşılaşılabilecekleri sosyal sorunlar ve anlaşmazlıklar üzerinden psikolojik becerilerini geliştirmeyi amaçlamaktadır. "Sorunlarımı Çözerim" etkinliğinde farklı sorun durumlarının sunulması ve öğrencilerden

çözüm önerileri geliştirmelerinin istenmesi, problem çözme becerisi açısından olumlu bir yaklaşımdır. Bununla birlikte, örneklerde sorunların çözümünün çoğunlukla yetişkinlerin yönlendirmeleri, özür dileme veya davranışları düzeltme üzerinden ele alındığı dikkat çekmektedir. Öğrencilerin sorunların nedenlerini, ortaya çıkardığı duyguları, farklı çözüm seçeneklerini ve bu seçeneklerin olası sonuçlarını tartışmaları, psikolojik açıdan daha derinlikli bir öğrenme süreci sağlayabilir. “Fikrim de Cesaretim de Var” başlıklı etkinlikte ise farklı görüşlerin karşılaştırılmasına dayalı bir durum sunulması, öğrencilerin kendi düşüncelerini gerekçelendirmeleri, başkalarının görüşlerini değerlendirmeleri ve grup içinde ortak karar alma süreçlerine katılmaları bakımından değerlidir. Ancak etkinliğin yalnızca hangi görüşün kabul edileceğine odaklanmak yerine, farklı düşüncelere saygı gösterme, görüş ayrılıklarıyla baş etme, uzlaşma ve kendi düşüncesini baskı altında kalmadan ifade etme boyutlarını da içermesi önemlidir.

“Hayır, Kabul Edemem” başlıklı içerik ise çocuğun kişisel sınırlarını koruması, güvenli ve güvensiz durumları ayırt etmesi, istemediği bir teklifi reddedebilmesi ve kendi kararlarını verebilmesi açısından oldukça önemlidir. Tanımadığı bir yetişkinin davetini reddeden çocuk örneği, öğrencilerin güvenlik bilinci geliştirmelerini desteklemekle birlikte, konunun yalnızca tanımadıkları kişilerden gelen tekliflerle sınırlandırılmaması gerekir. Çocukların tanıdıkları kişilerin de kendilerini rahatsız eden taleplerini reddedebileceklerini, gerektiğinde güvendikleri yetişkinlerden yardım isteyebileceklerini ve kişisel sınırlarına saygı gösterilmesini istemenin bir hak olduğunu kavramaları önem taşımaktadır. Genel olarak değerlendirildiğinde, incelenen ders kitabı örnekleri psikolojiyle ilişkili konuların çocukların günlük yaşam deneyimleriyle ilişkilendirilerek sunulduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, öğrencilerin yalnızca kendilerinden beklenen doğru davranışı belirlemeleri değil, kendi duygu ve düşüncelerini keşfetmeleri, farklı bakış açılarını değerlendirmeleri ve davranışlarının gerekçelerini sorgulamaları da sağlanmalıdır. Bu bakımdan psikolojiyle ilişkili içeriklerin, davranış kazandırma odaklı ve öğüt verici bir anlayışın ötesine geçerek çocuğun öznel deneyimini, özerkliğini ve psikolojik gelişimini merkeze alan bir yaklaşımla ele alınması gerektiği söylenebilir.

Bu anlamda birey olmak, yalnızca toplumsal kurallara uyum sağlamak ya da başkaları tarafından doğru kabul edilen davranışları sergilemek değil; kişinin kendisini tanıması, duygu ve düşüncelerinin farkına varması, kendi değer sistemini keşfetmesi ve tercihlerini bu değerler doğrultusunda gerekçelendirebilmesidir. Bu açıdan Hayat Bilgisi dersinin önemli işlevlerinden biri, çocuğun kendisini başkalarından farklı, özgün ve özerk bir birey olarak keşfetmesini desteklemektir. Çocukların neyin doğru, iyi, adil ya da değerli olduğuna ilişkin kendi düşüncelerini oluşturmaları; bu düşünceleri sorgulamaları, başkalarının değerleriyle karşılaştırmaları ve gerektiğinde yeniden değerlendirmeleri için öğrenme fırsatları sunulmalıdır. Değerler eğitimi, önceden

belirlenmiş değerlerin çocuklara benimsetilmesiyle sınırlı kalmamalı; çocuğun kendi değerlerini keşfetmesini, değerler arasında karşılaştığı ikilemleri değerlendirmesini ve bilinçli tercihlerde bulunmasını desteklemelidir. Bu bağlamda Hayat Bilgisi ders kitaplarındaki psikolojiyle ilişkili içeriklerin, çocuğa nasıl bir insan olması gerektiğini söylemekten çok, nasıl bir insan olmak istediği üzerine düşünmesine olanak tanınması önemlidir. Böyle bir yaklaşım, çocuğun bireyselleşmesini, ahlaki özerkliğini ve kendi yaşamının öznesi olma bilincini destekleyecektir.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu araştırmanın bulguları, 1998 ve 2005 Hayat Bilgisi öğretim programları temelinde hazırlanan ders kitapları arasında, çocuğun birey olarak ele alınışı ve psikolojik gelişimine verilen önem açısından belirgin bir anlayış değişikliği yaşandığını ortaya koymaktadır. 1998 öğretim programına dayalı ders kitaplarında, öğrencilerin toplumsal kurallara uyum sağlamaları, kendilerinden beklenen davranışları kazanmaları ve ortak değerleri benimsemeleri ön plana çıkmaktadır. Ders kitabı metinlerinde sıklıkla karşılaşılan “-meliyiz/-malıyız” biçimindeki ifadeler, öğrenciye nasıl davranması gerektiğini bildiren, davranışın gerekçesini sorgulamaya fazla olanak tanımayan didaktik bir söylemi yansıtmaktadır. Bu yaklaşımda çocuk, kendi duygu ve düşünceleri, bireysel tercihleri ve değerleri olan özgün bir birey olmaktan çok, toplumsal beklentilere uygun davranışlar geliştirmesi gereken bir özne olarak konumlandırılmaktadır. Buna karşılık 2005 öğretim programıyla birlikte yapılandırmacı öğrenme anlayışının benimsenmesi, Hayat Bilgisi dersinin amaçlarında ve ders kitaplarının içeriklerinde önemli bir dönüşümü beraberinde getirmiştir. Bu dönüşümün en dikkat çekici yönü, ortak davranış kalıplarını benimsetmeye odaklanan anlayıştan, çocuğun kendisini tanımasını, bireysel farklılıklarını keşfetmesini ve kendi kararlarını oluşturmasını destekleyen bir anlayışa yönelmesidir.

Araştırmada incelenen 2005 öğretim programı temelinde hazırlanmış ders kitapları, söz konusu değişimin konu başlıklarına da yansıdığını göstermektedir. İkinci sınıf Hayat Bilgisi ders kitabında incelenen 47 konu başlığının 17'sinin (%36,2), üçüncü sınıf ders kitabında ise 53 konu başlığının 21'inin (%39,6) psikolojiyle doğrudan veya dolaylı olarak ilişkili olduğu belirlenmiştir. Bu bulgular, incelenen kitaplarda psikolojik gelişimle ilişkili içeriklerin önemli bir yer tuttuğunu göstermektedir. Özellikle “Kendimi Beğeniyorum”, “Benzerliklerimiz Farklılıklarımız”, “Öfkeni Kontrol Et”, “Sorunlarımı Çözerim”, “Fikrim de Cesaretim de Var” ve “Bu Öneriyi Kabul Edemem” gibi başlıklar, öğrencilerin benlik algısı, öz farkındalık, duygu düzenleme, öz güven, problem çözme ve karar verme becerilerinin geliştirilmesine yönelik bir yönelime işaret etmektedir. Bu açıdan 2005 sonrasında hazırlanan Hayat Bilgisi ders kitaplarının, çocuğun yalnızca içinde yaşadığı toplumu ve çevreyi tanımasına değil, aynı zamanda kendisini keşfetmesine de olanak tanıyacak biçimde tasarlandığı söylenebilir.

Bununla birlikte, elde edilen oranlar yalnızca incelenen kitapların belirli temalarına ilişkin olup 1998 yılı ders kitapları için aynı yöntemle gerçekleştirilmiş nicel bir çözümleme bulunmadığından, iki dönem arasında psikolojiyle ilişkili konu sayısı bakımından doğrudan bir artış oranı hesaplamak mümkün değildir.

Ders kitaplarından seçilen örneklerin incelenmesi, 2005 yılındaki değişimin yalnızca konu çeşitliliğiyle sınırlı kalmadığını, konuların öğrenciye sunulmuş biçiminde de farklılaşmalar bulunduğunu göstermektedir. “Sorunlarımı Çözerim” etkinliğinde öğrencilerden günlük yaşamda karşılaşılan sorunlara çözüm üretmeleri, “Fikrim de Cesaretim de Var” etkinliğinde farklı görüşleri değerlendirmeleri, “Hayır, Kabul Edemem” etkinliğinde ise istemedikleri bir teklif karşısında nasıl davranacaklarını düşünmeleri beklenmektedir. Bu örnekler, 1998 yılı ders kitaplarında belirgin olan doğrudan öğüt verme anlayışından, öğrenciyi bir durum üzerinde düşünmeye ve karar oluşturmaya yönelten etkinlik temelli bir yaklaşıma geçişin göstergeleri olarak değerlendirilebilir. Bununla birlikte, incelenen etkinliklerde doğru davranışın belirlenmesine yönelik yönlendirmelerin bütünüyle ortadan kalkmadığı da görülmektedir. Bazı etkinliklerde öğrencilerin kendi duygularını ve düşüncelerini sorgulamaları, farklı seçeneklerin sonuçlarını karşılaştırmaları ve davranışlarını kendi gerekçeleriyle açıklamaları için sunulan fırsatlar sınırlı kalmaktadır. Dolayısıyla 2005 yılındaki değişim, didaktik öğretim anlayışından bütünüyle kopuş olarak değil, çocuğun düşünme ve karar verme süreçlerine daha fazla yer açan önemli bir pedagojik dönüşüm olarak değerlendirilmelidir.

Araştırmanın sonuçları, Hayat Bilgisi dersinin psikoloji bilimiyle ilişkisinin yeniden düşünülmesi gerektiğine de işaret etmektedir. Çocuğun psikolojik gelişimini desteklemek, yalnızca öz güven, iletişim, sorumluluk ya da problem çözme gibi becerileri kazandırmakla sınırlı değildir. Aynı zamanda çocuğun kendisini başkalarından farklı bir birey olarak tanıması, kendi duygu ve düşüncelerine değer vermesi, kendi değer sistemini keşfetmesi ve yaşamına ilişkin tercihlerde bulunabilmesi anlamına gelmektedir. Bu bağlamda 1998'den 2005'e yaşanan değişimin en önemli boyutlarından biri, “Topluma uyum sağlayan çocuk” anlayışının yanına “Ben kimim, ne düşünüyorum, ne hissediyorum ve nasıl bir insan olmak istiyorum?” sorularını sorabilen çocuğun yerleştirilmesidir. Ancak bu dönüşümün daha ileri taşınabilmesi için ders kitaplarında öğrencilerin yalnızca doğru kabul edilen davranışlara yönlendirilmesi yerine, davranışların gerekçelerini tartışmalarına, farklı değer ve görüşlerle karşılaşmalarına, kendi düşüncelerini oluşturmalarına ve gerektiğinde bu düşünceleri yeniden değerlendirmelerine olanak tanınmalıdır. Sonuç olarak; Hayat Bilgisi dersinin temel işlevlerinden biri, çocuğu toplumsal yaşama hazırlarken onun bireyselliğini ve özerkliğini de geliştirmek olmalıdır. Böyle bir anlayış, çocuğun yalnızca toplumun bir üyesi olmasını değil, kendi yaşamının öznesi olan, düşünen, sorgulayan ve

değerlerini bilinçli biçimde oluşturan bir birey olarak gelişmesini destekleyecektir. Bu anlamda 2005 yılı Hayat Bilgisi ders kitapları iyi bir başlangıç noktası işlevi görmüşlerdir.

KAYNAKLAR

- Atlıhan, A., Eren, E. Ö., Fidan, Ö. N. (2005) *İlköğretim Hayat Bilgisi 3, İstanbul: Devlet Kitapları*
- Fener, Y., Anaç, G. (2012) *İlköğretim Hayat Bilgisi 2 Ders Kitabı ve Öğrenci Çalışma Kitabı (1. Kitap)*, Ankara, Ada Yayınları
- Kabapınar, Y., Akbal, Y. (2010). Sınıf öğretmenlerinin 1998 ve 2004 yılı ilköğretim programlarına göre hazırlanmış Hayat Bilgisi ders kitaplarına ilişkin değerlendirmeleri. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*. 32, 95–122.
- Kabapınar, Y. (2021) *Kuramdan Uygulamaya Hayat Bilgisi ve Sosyal Bilgiler Öğretimi*, Ankara: PegemA
- Karabıyık, E. Ü. (2005) *İlköğretim Hayat Bilgisi 2 Ders Kitabı*, Ankara: Evren Yayıncılık
- Öğün, V., Yanar, H. (2000) *İlköğretim Hayat Bilgisi 2 Ders Kitabı*, İstanbul: Öğün Yayınları
- Özcan, E., Sağan, N. (2012) *İlköğretim Hayat Bilgisi 3 Ders ve Öğrenci Çalışma Kitabı (1. Kitap)*, Ankara, Evrensel İletişim Yayınları
- Özel Eren, E., Doğan, N. C. (2012) *İlköğretim Hayat Bilgisi 3 Ders ve Öğrenci Çalışma Kitabı (1. Kitap)*, Ankara, Devlet Kitapları
- Özkan, Ö. (2010) *Örnek Olay Yöntemi'nin Hayat Bilgisi Dersi Öğrenme Ortamlarında Kullanımının Etkililiği*, (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü

EĞİTİMDE DEZAVANTAJIN GÖRSEL TEMSİLİ: ÖĞRETMEN ADAYLARININ FOTOĞRAFLARI ÜZERİNE BİR İNCELEME

Dr. Ö. Ü, Büşra TOMBAK İLHAN¹

¹Yıldız Teknik Üniversitesi, Eğitim Sosyolojisi, btombak@yildiz.edu.tr, 0000-0002-3732-5103

Özet

Eğitimde dezavantaj, bireylerin eğitim olanaklarına erişimini, eğitim süreçlerine katılımını ve eğitim deneyimlerini etkileyen ekonomik ve toplumsal koşullarla yakından ilişkilidir. Dezavantajın nasıl algılandığı ve temsil edildiği, geleceğin öğretmenlerinin eğitimsel eşitsizliklere ilişkin farkındalıklarını anlamak açısından önem taşımaktadır. Bu araştırmanın amacı, öğretmen adaylarının eğitimde dezavantaj olgusunu nasıl anlamlandırdıklarını, çektikleri fotoğraflar üzerinden incelemektir. Araştırmanın verilerini, eğitim fakültesi öğrencilerinden eğitimde dezavantajı yansıtan fotoğraflar çekmelerinin istenmesiyle elde edilen 25 fotoğraf oluşturmaktadır. Fotoğraflar, dezavantajın görsel temsillerini ve öne çıkan anlam örüntülerini belirlemek amacıyla görsel analiz yaklaşımıyla incelenmiştir. Analiz sonucunda, öğretmen adaylarının en sık görselleştirdiği dezavantaj türünün maddi dezavantaj olduğu belirlenmiştir. Kâğıt toplayıcılığı ve sokak satıcılığı gibi temalar, ekonomik yoksunluğun ve güvencesiz emek biçimlerinin görsel temsilleri olarak öne çıkmıştır. Bu temsiller, öğretmen adaylarının eğitimde dezavantajı yalnızca okul ortamıyla sınırlı değerlendirmediklerini; çocukların ve gençlerin içinde bulunduğu sosyoekonomik koşullarla da ilişkilendirdiklerini düşündürmektedir. Bununla birlikte, ekonomik yoksunluğun görsel temsillerde öne çıkması, eğitimsel eşitsizliklerin diğer boyutlarının nasıl algılandığı ve görünür kılındığı sorusunu da gündeme getirmektedir. Araştırma, görsel analizin öğretmen adaylarının eğitimde dezavantaja ilişkin algılarını ve toplumsal eşitsizlikleri nasıl anlamlandırdıklarını incelemek için işlevsel bir yöntem olabileceğine işaret etmektedir. Bulguların, öğretmen yetiştirme programlarında eğitimsel eşitsizliklerin ekonomik ve toplumsal boyutlarına ilişkin eleştirel farkındalığın geliştirilmesine katkı sağlaması beklenmektedir.

Anahtar kelimeler: Eğitimde dezavantaj, öğretmen adayları, görsel analiz, ekonomik yoksunluk, eğitimsel eşitsizlik

VISUAL REPRESENTATIONS OF EDUCATIONAL DISADVANTAGE: AN EXAMINATION OF PRE-SERVICE TEACHERS' PHOTOGRAPHS

Abstract

Educational disadvantage is closely associated with economic and social conditions that affect individuals' access to educational opportunities, participation in educational processes, and educational experiences. Understanding how disadvantage is perceived and represented is important for examining future teachers' awareness of educational inequalities. The aim of this study is to examine how pre-service teachers make sense of educational disadvantage through the photographs they take. The data consist of 25 photographs obtained by asking students in a faculty of education to take photographs reflecting educational disadvantage. The photographs were examined using a visual analysis approach to identify visual representations of disadvantage and prominent patterns of meaning. The analysis revealed that material disadvantage was the type of disadvantage most frequently visualized by pre-service teachers. Themes such as waste paper collection and street vending emerged as visual representations of economic deprivation and precarious forms of labour. These representations suggest that pre-service teachers do not evaluate educational disadvantage solely in relation to the school environment but also associate it with the socioeconomic conditions in which children and young people live. Nevertheless, the prominence of economic deprivation in visual representations raises questions about how other dimensions of educational inequality are perceived and made visible. The study indicates that visual analysis can be a useful method for examining pre-service teachers' perceptions of educational disadvantage and how they make sense of social inequalities. The findings are expected to contribute to the development of critical awareness of the economic and social dimensions of educational inequalities in teacher education programmes.

Keywords: Educational disadvantage, pre-service teachers, visual analysis, economic deprivation, educational inequality

ADAB-I MUÂŞERETİN PEDAGOJİSİ: 2024 İDKAB ÖĞRETİM PROGRAMINDA NEZAKET, SAYGI VE SOSYAL İLİŞKİLER

Hüseyin AKKAYA (Birinci yazar)¹/ Doç. Dr. Murat KOBYA (İkinci yazar)²/ Doç. Dr. Seyyid SANCAK (Üçüncü yazar)³

¹BAİBÜ Lisansüstü Eğitim Enstitüsü YL. Öğr., Felsefe ve Din Bilimleri, 2611711015@ogrenci.ibu.edu.tr, 0009-0004-5649-6540

²BAİBÜ İlahiyat Fakültesi, Din Sosyolojisi, muratkobyay@ibu.edu.tr, 0000-0002-3221-1430

³BAİBÜ İlahiyat Fakültesi, Din Eğitimi, seyyidsancak@ibu.edu.tr, 0000-0003-0206-0237

Özet

2024 yılında yürürlüğe giren Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli kapsamındaki Din Kültürü ve Ahlak Bilgisi Dersi (4–8. Sınıf) Öğretim Programı, adab-ı muâşeretini 6. sınıfın "Ahlaki Davranışlar" ünitesinde DKAB.6.3.3 öğrenme çıktısı altında açıkça konu edinmektedir. Bu çalışma, programın adab-ı muâşeretini öğrencinin uyması gereken bir kurallar bütünü olarak mı yoksa sosyal ilişkilerini ahlaki açıdan değerlendirmesine yönelik bir pedagojik süreç olarak mı yapılandırıldığını incelemektedir. Nitel doküman incelemesi yöntemiyle; nezaket, saygı, sorumluluk, iletişim, mahremiyet ve sosyal ilişkiler ile ilişkili öğrenme çıktıları, içerik çerçeveleri, öğrenme-öğretme yaşantıları ve değer-eğilim bağlantıları beş alt kategoride (nezaket, değer, sosyal ilişki, öğrencinin pedagojik konumu, dijital boyut) tümdengelimsel biçimde kodlanmış; gerekli yerlerde tümevarımsal kodlar eklenmiştir. Bulgular üç ana tema altında sunulmuştur. İlki, nezaketin saygı ve sorumluluk eksenli ahlaki bir ilişkiler ağı olarak yapılandırıldığını; ikincisi, DKAB.6.3.3'ün bilişsel-yorumsal bir çerçevede (çözümleme–sınıflandırma–yorumlama) kurulduğunu ve davranışsal aktarım boyutunun aynı üniteye diğer çıktıların (6.3.1 ve 6.3.2) aksine çıktı metninde değil, uygulama rehberliği ile değer-eğilim bağlantılarında örtük biçimde işletildiğini göstermektedir. Üçüncüsü, dijital nezaketin kendine özgü bir kavramsal çerçeveye değil, geleneksel adabın bir uzantısı olarak sunulduğunu ortaya koymaktadır. Söz konusu çıktı asimetrisi, programın "Erdem–Değer–Eylem" çerçevesi ile adab-ı muâşeretinin pedagojik konumlanması arasında işlenmeyi bekleyen bir aralığa işaret etmektedir.

Anahtar kelimeler: Adab-ı muâşeret, nezaket eğitimi, DKAB öğretim programı, ahlaki davranış, dijital adab, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli

THE PEDAGOGY OF ADAB AL-MU‘ĀSHARA (ETIQUETTE): COURTESY, RESPECT AND SOCIAL RELATIONS IN THE 2024 PRIMARY SCHOOL RCME CURRICULUM

Abstract

The Religious Culture and Moral Education (RCME) Curriculum (grades 4–8), which entered into force in 2024 within the Türkiye Century Maarif Model, explicitly addresses *adab al-mu‘āshara* (social etiquette) in the grade 6 unit *Moral Behaviours* under learning outcome RCME.6.3.3. This study examines whether the curriculum structures etiquette as a body of rules the student is expected to comply with, or as a pedagogical process directed towards the student’s moral evaluation of their social relations. Using qualitative document analysis, the learning outcomes, content frameworks, learning-teaching experiences and value–disposition links associated with courtesy, respect, responsibility, communication, privacy and social relations were coded deductively under five sub-categories (courtesy, value, social relations, the student’s pedagogical position, and the digital dimension), with inductive codes added where necessary. The findings are presented under three main themes. The first shows that courtesy is structured as a moral network of relations organized around respect and responsibility. The second shows that RCME.6.3.3 is framed within a cognitive-interpretive scheme (analysis–classification–interpretation), and that, unlike the other outcomes of the same unit (6.3.1 and 6.3.2), its behavioural-transfer dimension is operated not in the outcome statement itself but implicitly through the implementation guidance and the value–disposition links. The third reveals that digital courtesy is presented not through a conceptual framework of its own, but as an extension of traditional etiquette. This asymmetry among outcomes points to a gap, still awaiting treatment, between the curriculum’s “Virtue–Value–Action” framework and the pedagogical positioning of etiquette.

Keywords: Adab al-mu‘āshara (etiquette), courtesy education, RCME curriculum, moral behaviour, digital etiquette, Türkiye Century Maarif Model

1. GİRİŞ

Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli (TYMM) kapsamında hazırlanarak 2024-2025 öğretim yılından itibaren kademeli olarak uygulamaya konulan Din Kültürü ve Ahlak Bilgisi Dersi (4–8. Sınıf) Öğretim Programı, 2018 programından farklı olarak "beceri temelli, probleme dayalı, proje tabanlı ve anlamlı öğrenme" yaklaşımları üzerinden yeniden tasarlanmış; sosyal-duygusal öğrenme becerilerini, kavramsal becerileri, eğilimleri ve okuryazarlık becerilerini program mimarisinin merkezine yerleştirmiştir (MEB, 2024). Bu mimarinin temel düzenleyici eksenini, programda "Erdem–Değer–Eylem" olarak adlandırılan çerçevedir; bu üçlü yapı, karakter eğitimi literatüründeki bilişsel-duygusal-davranışsal boyutlarla kuramsal yakınlık göstermektedir. Programın felsefi arka planı, söylem ile eylem arasındaki tutarlılığa dayalı bir kişilik bütünlüğünü din ve ahlak öğretiminin merkezi hedefi olarak tanımlamaktadır.

Adab-ı muâşeret, klasik İslam ahlak düşüncesinde yalnızca bir davranış protokolü değil; insanın kendisini, Allah'ı ve diğerini tanıma pratiği olarak ele alınmıştır. Klasik ahlak metinlerinde selamlaşma, konuşma, sofrada ve ziyaret adabı, bireysel incelikten çok ahlaki bir özne inşasının tezahürleri sayılmıştır. Modern pedagojide ise nezaket, karakter eğitimi literatüründe bilişsel farkındalık, duygusal bağlılık ve davranışsal gerçekleştirmenin bir arada işletildiği çok boyutlu bir öğrenme alanı olarak kavramsallaştırılmaktadır (Lickona, 1991). Durkheim'ın (2016 [1925]) ahlak eğitimine ilişkin klasik yaklaşımı da ahlakın üç temel bileşenine — disiplin ruhu, toplumsal gruplara bağlılık ve iradi özerklik — işaret ederek, nezaketin bireysel bir incelik olmanın ötesinde toplumsal uyumun inşa aracı olduğunu vurgulamıştır. Hökelekli'ye (2011) göre değer eğitimi, bilgi aktarımından çok, değerlerin bireyin içsel dünyasına yerleşmesini ve davranışta süreklilik kazanmasını amaçlayan bütüncül bir süreçtir. Çın (2021) de ilk çocukluk döneminde kazandırılan ahlaki davranışların yaşamın ilerleyen yıllarındaki ahlaki tutumların alt yapısını oluşturduğunu vurgulamakta; bu durum nezaket eğitiminin erken kademelerde başlayan birikimli bir sürece ihtiyaç duyduğunu düşündürmektedir.

Alan yazında, 2024 DKAB Programının karakter ve değer eğitimi boyutlarına ilişkin ilk analizler yapılmaya başlanmıştır. Bozkaya (2025), 2018 ve 2024 programlarını nezaket erdemi bağlamında karşılaştırmış; 2024 programında nezaket ve ilgili kavramların sayısal temsilinin 2018'e göre belirgin biçimde arttığını, ancak bu artışın somut uygulamalarla yeterince desteklenmediğini ileri sürmüştür. Kaya (2026), TYMM 5. sınıf DKAB programındaki on temel değeri Osmanlı dönemine ait Musahabat-ı Ahlâkiye ile karşılaştırmış ve değerlerin tarihsel sürekliliğinin güçlü olduğunu, ancak pedagojik paradigmaların dönüştüğünü ileri sürmüştür. Ceylan (2025), 18 DKAB öğretmeniyle yürüttüğü nitel araştırmada, öğretmenlerin TYMM DKAB programına ilişkin olumlu bir algıya sahip olduklarını, ancak uygulamada programın bazı boyutlarıyla ilgili çeşitli sorunlarla

karşılaştıklarını belirlemiştir. Kaymakcan ve Meydan (2011) 25 ilde yürüttükleri geniş ölçekli ampirik araştırmada; Uğurlu ve Kaya (2023) ise 462 ortaokul DKAB öğretmeni üzerinde yaptıkları nicel çalışmada, değerler eğitimi uygulamalarının önemli ölçüde öğretmen değişkenlerine (kıdem, hizmet-içi eğitim) bağlı farklılıklar gösterdiğini ortaya koymuşlardır. Bu çalışmaların işaret ettiği ortak nokta, program metnindeki kavramsal zenginleşme ile sınıf içi davranış kazanımı arasında yapısal bir aralığın korunmakta olduğudur. Bu aralığın adab-ı muâşeret alanında nasıl tezahür ettiği ise henüz ayrıntılı biçimde incelenmemiştir.

Bu çerçevede çalışmanın temel sorusu şudur: 2024 İDKAB Öğretim Programında adab-ı muâşeret, öğrencinin bireysel ve toplumsal ilişkilerini düzenleyen nasıl bir pedagojik yapı içerisinde sunulmaktadır? Alt sorular; nezaket ile saygı, sorumluluk, iletişim, mahremiyet ve dijital iletişim arasındaki ilişkiyi, öğrencinin pedagojik konumunu ve geleneksel adabın dijital alana aktarım biçimini kapsamaktadır. Çalışmanın başlangıç varsayımı, adab-ı muâşeretin bireysel bir davranış kuralından toplumsal birlikte yaşama pratiğine dönüşmekte olduğudur. Bu varsayım, program verileriyle karşılaştırılarak sınanmış ve bulgular ışığında yeniden değerlendirilmiştir.

2. YÖNTEM

Çalışma, nitel araştırma geleneği içinde doküman incelemesi deseniyle yürütülmüştür. Analiz birimi; 2024 İDKAB Öğretim Programında adap, nezaket, saygı, iletişim, sosyal ilişkiler, mahremiyet ve dijital alanla ilişkili öğrenme çıktıları, içerik çerçeveleri, öğrenme-öğretme yaşantıları ve değer bağlantılarıdır. Veriler, programın 4-8. sınıf tüm bölümlerinden derlenmiş; bununla birlikte 6. sınıf "Ahlaki Davranışlar" ünitesindeki "Adap ve Nezaket Kurallarına Uymak" içeriği çalışmanın ana veri alanı olarak belirlenmiştir. Diğer sınıf düzeyleri yalnızca süreklilik ve karşılaştırma amacıyla taranmış; bu tarama bulgular bölümünde özetle sunulmuştur.

Kodlama süreci büyük ölçüde tümdengelsel biçimde kurulmuş; veri analizi sırasında ortaya çıkan özgün ifadeler için tümevarımsal kodlar eklenmiştir. Beş ana kategori ve bunlara bağlı alt kodlar kullanılmıştır: K1 Nezaket (selamlaşma, konuşma, nazik üslup, sofrâ, günlük hayat, dijital nezaket); K2 Değer (saygı, sorumluluk, sevgi, dostluk, mahremiyet); K3 Sosyal İlişki (bireyler arası iletişim, aile, arkadaşlık, toplumsal hayat, birlikte yaşama); K4 Öğrencinin Pedagojik Konumu (bilme, çözümleme, sınıflandırma, yorumlama, öz değerlendirme, günlük hayata aktarma); K5 Dijital Boyut (sosyal medya, internet, dijital iletişim, mahremiyet, dijital sorumluluk). Her kodlanan ifade, metindeki kaynak sayfa ve öğrenme çıktısı numarasıyla kayıt altına alınmıştır. Analizde, programın alt kategorilerdeki her bir ifadesi yalnızca kendi bağlamında değerlendirilmiş; metnin açıkça söylemediği hiçbir ilke programa izafe edilmemiştir. Araştırmanın tek araştırmacı tarafından yürütülmüş olması önemli bir sınırlılık oluşturmakta; dolayısıyla bulgular, kodlayıcılar arası güvenilirlik iddiası taşımadan, program metnine doğrudan dayanan yorumlar olarak sunulmaktadır.

3. BULGULAR

Tema 1: Nezaketin Ahlaki ve Sosyal Davranış Olarak Yapılandırılması

Programda nezaket, bağımsız bir kurallar listesi olarak değil, saygı ve sorumluluk değerleriyle doğrudan ilişkilendirilmiş bir ahlaki davranış alanı olarak kurgulanmaktadır. DKAB.6.3.3'ün öğrenme-öğretme uygulaması konuyu nezaketli olmanın önemi ve bu kurallara uymanın her insanın sorumluluğu olduğu ekseninde çerçevelemektedir. Bu değer bağlantısı rastlantısal değildir: ünitenin değerler listesi dostluk, dürüstlük, merhamet, saygı, sevgi, sorumluluk ve vatanseverlik olmak üzere yedi değeri kapsamakta; bu yedili yapı, nezaketin bir davranış tekniğinden daha geniş bir ahlaki ilişkiler ağının görünür yüzü olduğunu göstermektedir. Programın "Erdem-Değer-Eylem" çerçevesi bu yapıyı kuramsal olarak taşımaktadır.

Program, adap ve nezaket kurallarını üç alt alanda sınıflandırmaktadır: selamlaşma adabı, iletişim ve konuşma adabı, sofrada adabı. Selamlaşma; İslam dinindeki yeri, toplumsal birlik ve beraberliğe katkısı ayet ve hadislerle açıklanmakta; iletişim ve konuşma adabı doğru sözlülük, açık ve anlaşılır ifade, nazik üslup etrafında şekillenmekte; sofrada adabı ise Hz. Muhammed'in tavsiyeleri ve ayetlerle temellendirilmektedir. Bu üçlü yapı, nezaketi mikro sosyal ortam (sofra), bireyler arası etkileşim (konuşma) ve toplumsal karşılaşma (selamlaşma) olmak üzere üç farklı sosyal ölçekte ele almaktadır. Söz konusu üçlü ölçek, programın adab-ı muâşeretini bireysel ahlaktan toplumsal uyuma uzanan bir süreklilik içinde kavradığını düşündürmektedir.

Nezaketin 6. sınıfta aniden ortaya çıkmadığı, programın alt kademelerinde erken bir pedagojik zemin olarak hazırlandığı görülmektedir. 4. sınıf DKAB.4.1.3'te şükür ve teşekkür arasındaki benzerlik ele alınırken teşekkür etmenin aynı zamanda saygının bir gereği ve nezaketli davranmanın bir göstergesi olduğuna vurgu yapılmaktadır. DKAB.4.5.1 kişisel haklar çıktısında öğrencinin insanlarla ilişkilerinde saygılı, nazik, sabırlı ve anlayışlı olmasının sağlanması hedeflenmektedir. DKAB.4.5.4 insanlara karşı sorumluluklar başlığı altında yer alan söz ve davranışlarda doğru olmak, yardımlaşmak ve dayanışmak, büyükleri saymak, küçükleri sevmek, komşuları ve akrabaları gözetmek ilkeleri ise 6. sınıftaki ileri işlemenin aile ve toplum bağlamında ön kurgusunu oluşturmaktadır. Bu bulgu, programın adab-ı muâşeretini dağınık bir konu olarak değil, kademeler arası birikerek olgunlaşan bir öğrenme alanı olarak düzenlediğini düşündürmektedir. Çın'ın (2021) ilk çocukluk döneminde kazandırılan ahlaki davranışların sonraki dönemlerin alt yapısı olduğu yönündeki vurgusu, programın bu kademeli yapısıyla kuramsal bir uyum içindedir.

Tema 2: Bilgiden Davranışa — Öğrencinin Pedagojik Konumu

DKAB.6.3.3 öğrenme çıktısının süreç bileşenleri "çözümleme, sınıflandırma, yorumlama" olarak tanımlanmıştır. Bu üç aşama, öğrenciyi yalnızca kural ezberleyen değil, nezaket kurallarının mantığını çözen,

bunları sınıflandıran ve kendi cümleleriyle yorumlayan bir anlamlandırma süreci içinde ele almaktadır. Bu yönüyle çıktı, geleneksel kural-aktarımcı adap öğretiminden belirli bir mesafe almakta ve çağdaş pedagojide öne çıkarılan "anamlı öğrenme" yaklaşımına uygun bir metodolojik tercih sergilemektedir. Önceki DKAB öğretim programları Yenilenmiş Bloom Taksonomisi açısından incelenmiş (Yıldız, 2021); 2024 programının çözümleme-sınıflandırma-yorumlama şeklindeki süreç bileşenlerinin bu çerçevede içinde çözümleme ve yorumlama basamaklarına yakın durduğu söylenebilir.

Öte yandan, çıktının merkez fiili "özetleyebilme" olup; aynı ünitenin DKAB.6.3.1 "Doğru sözlü olmayı kendi hayatına yansıtabilme" ve DKAB.6.3.2 "Merhametli olmayı yorumlayabilme" çıktılarında olduğu gibi doğrudan davranışa yansıtma ifadesine çıktı metninde yer verilmemektedir. Öğrenme-öğretme uygulaması, davranışsal boyutu "fark ettirme" ve "kendi cümleleriyle ifade edebileceği etkinlikler" ifadeleriyle örtük biçimde devreye sokmakta; davranış aktarımı böylece öğrenme çıktısının açık metninde değil, uygulama rehberliğinde ve sosyal-duygusal öğrenme becerileri aracılığıyla işletilmektedir.

Söz konusu asimetri yorum açısından önemlidir. Aynı ünite içerisinde, doğru sözlülük ve merhamet için öğrenci davranışına yansıtan bir "ahlaki aktör" olarak konumlanırken, adap ve nezaket için ağırlıklı olarak çözümleyen, sınıflandıran ve yorumlayan bir "bilişsel-yorumsal özne" olarak konumlanmaktadır. Programın "Erdem-Değer-Eylem" çerçevesi açısından değerlendirildiğinde, nezaketin eyleme aktarım basamağının çıktı metninde yeterince görünür kılınmadığı söylenebilir. Program metninin kendi iç mantığına göre, bilişsel çözümleme ile ahlaki uygulamanın birlikte işletilmesi uygulayıcıya — öğretmene — bırakılmıştır. Bu durum, değerler eğitimi uygulamalarının önemli ölçüde öğretmen değişkenlerine bağlı kaldığına ilişkin ampirik bulguların (Kaymakcan ve Meydan, 2011; Uğurlu ve Kaya, 2023) adab alanında da benzer bir seyir izleme ihtimalini gündeme getirmektedir.

Tema 3: Geleneksel Adabın Dijital İletişime Taşınması

DKAB.6.3.3'ün dijital boyutu, uygulama metninde yalnızca tek bir cümleye sığmaktadır: sosyal medya ve internette de nezaket kurallarına uymak gerektiği ve mahremiyete dikkat etmenin önemi vurgulanmaktadır. Bu ifade, dijital nezaketi geleneksel adabın bir uzantısı — "orada da uyulması gereken" bir alan — olarak konumlandırmakta; dijital iletişimin kendine özgü ahlaki risklerini program metni içinde ayrıca kavramsallaştırmamaktadır. Programın bu konuda ekleyebileceği her ilke metin tarafından açıkça söylenmediği için analize dahil edilmemiştir.

Dijital alanla mahremiyet arasındaki bağ ise programın daha erken bir noktasında belirlemektedir. 4. sınıf DKAB.4.5.2 "Mahremiyet hakkını sorgulayabilme" çıktısının zenginleştirme bölümünde öğrencilerden sosyal

medya kullanımının mahremiyeti nasıl etkilediğine ilişkin bir sınıf tartışması yapmaları istenebilir denmektedir. Dijital boyutun temel öğrenme çıktısında değil, farklılaştırma bölümünde yer alması, bu alanın programın merkezinde değil çevresinde kurgulandığını düşündürmektedir. Yine 6. sınıftaki tek cümlelik atıf, dijital alanı ikincil ve bağımlı bir alt küme olarak sunmaktadır. Çelik ve Özdemir'in (2025) 812 İmam Hatip Lisesi öğrencisi üzerinde yürüttükleri nicel araştırmanın bulguları, sosyal medya bağımlılığı ile mahremiyet bilinci arasında anlamlı negatif ilişki tespit etmekte ve dijital mahremiyet eğitimlerinin yaygınlaştırılması önerisini öne çıkarmaktadır; bu bulgu, programdaki tek cümlelik dijital çerçevelemenin, saha gerçekliğiyle buluşabilmesi için öğretmen ve program düzeyinde ek desteklere ihtiyaç duyduğunu düşündürmektedir.

Programın geleneksel adabı dijital alana taşırken öne çıkardığı iki ilke bellidir: nezaket ve mahremiyet. Doğru sözlülük, iletişim ve sorumluluk kavramları ise genel ünite bağlamında işlenmekte, dijital alana özel olarak uyarlanmamaktadır. Bu durumun, dijitalleşen gündelik hayat ile programın işleyen çerçevesi arasında işlenmeyi bekleyen bir aralık bıraktığı söylenebilir. Söz konusu aralığın doldurulması, önümüzdeki revizyonlarda dijital adabın özerk bir kavramsal çerçeveye yeniden tanımlanmasını gerekli kılabilir.

Tablo 1. 2024 İDKAB Öğretim Programında Adab-ı Muâşeretin Pedagojik Haritası

Pedagojik boyut	Programdaki karşılığı	Öğrenciden beklenen	İlgili değer	Yorum
Kural bilgisi	Selamlaşma, konuşma, sofrada adabı başlıkları	Çözümleme, sınıflandırma	Saygı, sorumluluk	Üçlü sosyal ölçekte yapılandırılmış
Anlamlandırma	Örnek olay, beyin fırtınası, ayet-hadis bağlamı	Yorumlama, kendi cümleleriyle ifade	Dostluk, merhamet	Bilişsel-yorumsal özne konumu
Davranış aktarımı	DKAB.6.3.1 ve 6.3.2 ("yansıtılma" fiili)	Günlük hayata yansıtma	Dürüstlük, merhamet	6.3.3'te örtük, çevre çıktılarda açık
Sosyal ilişki	Toplumsal birlik ve beraberlik vurgusu	Fark etme, kendi hayatına uyarlama	Sevgi, dostluk	Mikro-makro ölçek köprüsü
Dijital boyut	Tek cümlelik uyarı; 4. sınıfta zenginleştirmede	Dikkat etme	Mahremiyet, saygı	Geleneksel adabın uzantısı

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bulgular, 2024 İDKAB Programının adab-ı muâşeretini bir davranış kuralları listesinden çok, saygı ve sorumluluk eksenli bir ahlaki ilişkiler ağı olarak sunduğunu göstermektedir. Bu kurgu, karakter eğitimi literatüründe Lickona'nın (1991) ortaya koyduğu üçlü yapıyla — bilişsel farkındalık, duygusal bağlılık ve

davranışsal gerçekleştirme — teorik olarak örtüşmektedir. Programın "Erdem-Değer-Eylem" çerçevesi de bu üçlü yapıya mantıksal olarak paraleldir. Durkheim'in (2016 [1925]) klasik yaklaşımı açısından değerlendirildiğinde, programın nezaketi toplumsal gruplara bağlılığın bir ifadesi olarak çerçevelemesi, Durkheimci "ahlaki disiplin" boyutunu yansıtmaktadır. Hökelekli (2011) ise değer eğitiminin asıl hedefinin bilgi aktarımından çok değerlerin bireyin içsel dünyasına yerleşmesi olduğunu belirtmekte; bu çerçeve, programdaki değer-eğilim bağlantılarının yorumlanmasında önemli bir referans sağlamaktadır.

Ne var ki DKAB.6.3.3 öğrenme çıktısının yapısı, Lickona'nın üç boyutunun eşit düzeyde temsil edilmediğini göstermektedir. Bilişsel boyut (çözümleme-sınıflandırma-yorumlama) öğrenme çıktısı metninde açıkça formüle edilirken, davranışsal gerçekleştirme ağırlıklı olarak uygulama rehberliği ve değer-eğilim bağlantıları aracılığıyla işletilmektedir. Bu bulgu, Bozkaya'nın (2025) 2018 ve 2024 DKAB programları üzerine yürüttüğü karşılaştırmalı analizle örtüşmektedir. Bozkaya, nezaket ve ilgili kavramların 2024 programında 2018'e göre önemli oranda arttığını, ancak bu artışın somut uygulamalarla yeterince desteklenmemesinin öğrencilerin günlük yaşamda nezaket davranışlarını içselleştirmesini zorlaştırabileceğini belirtmektedir. Benzer bir eğilim, Kaya'nın (2026) TYMM 5. sınıf programı üzerine yürüttüğü karşılaştırmalı çalışmada da gözlemlenmekte; değerlerin tarihsel sürekliliğine karşılık pedagojik paradigmalardan bazı değerlerde vurgu farkları ürettiği tespit edilmektedir.

Kaymakcan ve Meydan'ın (2011) 25 ilde yürüttüğü ampirik araştırma ile Uğurlu ve Kaya'nın (2023) 462 ortaokul DKAB öğretmenini üzerindeki nicel çalışması, değerler eğitimi uygulamalarının önemli ölçüde kişisel inisiyatif ve öğretmen değişkenlerine (kıdem, hizmet-içi eğitim) bağlı farklılıklar gösterdiğini ortaya koymuştur. Ceylan'ın (2025) 18 DKAB öğretmenini üzerindeki nitel araştırması da benzer bir bulguya ulaşmış; öğretmenlerin TYMM DKAB programına ilişkin genel olumlu algıya karşın uygulamada çeşitli sorunlarla karşılaştıklarını belirlemiştir. 2024 programının DKAB.6.3.3'te davranış boyutunu açık öğrenme çıktısı yerine uygulama metninde bırakması, bu yapısal zayıflığı yeniden üretme potansiyeli taşımaktadır. Nitekim program, uygulamada doğru sözlülük ve merhamet için "yansıtılabilirlik" düzeyinde talep ederken, adap ve nezaket için "özetleyebilirlik" düzeyinde talep etmekte; bu asimetri öğretmenin davranış kazanımı için gerekli olan köprüyü kendi başına kurmasını gerektirebilmektedir.

Dijital boyut, tartışmanın bir diğer kritik noktasıdır. Programın sosyal medya ve internet kullanımına ilişkin yaklaşımı, dijital iletişimin kendine özgü ahlaki risklerini ayrı bir pedagojik çerçeveye kavuşturmak yerine, geleneksel adabın oraya "taşınmasıyla" sınırlı kalmaktadır. Oysa Çelik ve Özdemir'in (2025) 812 İmam Hatip Lisesi öğrencisi ile yürüttüğü nicel araştırma, sosyal medya bağımlılığı arttıkça öğrencilerin mahremiyet

bilincinin azaldığını, dolayısıyla aralarında anlamlı negatif bir ilişki bulunduğunu ortaya koymaktadır. Araştırmanın önerileri arasında sosyal medya okuryazarlığının artırılması ve dijital mahremiyet eğitimlerinin yaygınlaştırılması yer almaktadır. Programın bu düzeyde ayrıntıya girmemiş olması, dijital nezaketi öğretmenin uygulama sırasında dolduracağı bir çerçeve olarak bırakmaktadır. Dijital adabın programda yalnızca tek cümlelik bir uyarıyla temsil edilmesi, çağımızın en yoğun sosyal ilişki alanlarından birine ilişkin kavramsal boşluğun henüz kapatılamadığını göstermektedir.

Programın adab-ı muâşeretî aile, arkadaşlık, mahremiyet ve toplumsal hayat kavramlarıyla kurduğu bağ, nezaketi bireysel bir incelik erdeminden toplumsal uyum pratiğine doğru genişletme çabasını yansıtmaktadır. 6. sınıf ünite tanıtımında yer alan "din ve hayat" teması bu genişlemenin kavramsal zeminini sağlamaktadır. Ancak programın tematik yapısında adab-ı muâşerete ayrılan 12 ders saati — toplam 72 ders saatlik yıllık program içinde yaklaşık altıda birlik bir dilim — konunun hem derinlikli işlenmesi hem de davranış kazanımı için görece sınırlı bir süreyi temsil etmektedir. Bu dilimin yeterliliği, uygulama araştırmalarıyla ampirik olarak sınanmayı beklemektedir.

Araştırmanın merkezî sorusuna şu şekilde cevap verilebilir: 2024 İDKAB Öğretim Programında adab-ı muâşeret, salt uyulması gereken bir davranış kuralları bütünü olarak sunulmamaktadır. Program, nezaketi saygı, sorumluluk, dostluk, dürüstlük ve mahremiyet değerleriyle örülü bir ahlaki ilişkiler ağı içinde yapılandırmakta; selamlaşma, iletişim-konuşma ve sofrada adabı aracılığıyla üç farklı sosyal ölçekte sunmakta; alt kademelerdeki saygı-mahremiyet-sorumluluk zemini üzerine inşa etmektedir. Bu yönüyle program, geleneksel kural-aktarımcı adab eğitiminden belirli bir mesafe almıştır.

Bununla birlikte, DKAB.6.3.3 öğrenme çıktısının süreç bileşenleri (çözümleme–sınıflandırma–yorumlama) öğrenciyi öncelikle bilişsel-yorumsal bir özne olarak kurmakta; davranışa aktarım boyutu ise aynı ünitenin diğer çıktılarının (6.3.1 ve 6.3.2) aksine açık öğrenme çıktısı metninde değil, uygulama rehberliği ve değer bağlantılarında örtük biçimde kalmaktadır. Dijital nezaket, kendine özgü bir çerçeveye değil, geleneksel adabın bir uzantısı olarak sunulmaktadır. Bu iki yapısal özellik, programın adab-ı muâşeretî ahlaki süreç olarak çerçeveleme hedefi ile bu çerçevelemenin öğrenme çıktısı metnindeki görünümü arasında işlenmeyi bekleyen bir aralığa işaret etmektedir.

Çalışmanın temel sınırlılığı, yalnızca program metnine odaklanmış ve tek araştırmacı tarafından yürütülmüş olmasıdır; ders kitapları, öğretmen uygulamaları ve öğrenci kazanımları incelemenin dışında tutulmuştur. Önümüzdeki araştırmalar, bu bulguların ders kitabı analizi ve sınıf içi ampirik gözlemle doğrulanmasına odaklanabilir. Program düzeyinde ise iki öneri öne çıkmaktadır: ilki, DKAB.6.3.3'ün süreç bileşenlerine

davranışa yansıtma düzeyinde bir alt basamak eklenmesi; ikincisi, dijital adabın geleneksel adabın bir uzantısı olmaktan çıkarılarak kendine özgü ahlaki ilkelerle tanımlanan özerk bir alt başlık hâline getirilmesidir.

KAYNAKLAR

- Bozkaya, T. (2025). 2018 ve 2024 "Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli" Din Kültürü ve Ahlak Bilgisi Öğretim Programlarının nezaket erdemi ve eğitimi bağlamında karşılaştırmalı analizi. *Genç Mütefekkirler Dergisi*, 6(1), 305–339.
- Ceylan, T. (2025). Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli DKAB Öğretim Programlarının öğretmen görüşlerine göre değerlendirilmesi. *İlahiyat Tetkikleri Dergisi*, 63, 55–70.
- Çelik, Ş. ve Özdemir, Ö. (2025). Gençlerde Sosyal Medya kullanımı ve mahremiyet bilinci: İmam Hatip Lisesi öğrencileri üzerine bir araştırma. *Türkiye Din Eğitimi Araştırmaları Dergisi*, 20, 335–359. <https://doi.org/10.53112/tudear.1774271>
- Çın, A. (2021). İlk çocukluk döneminde çocuğun ahlak eğitimi. *Şarkiyat*, 13(1), 562–574. <https://doi.org/10.26791/sarkiat.881973>
- Durkheim, É. (2016). *Ahlak Eğitimi* (Çev. H. Portakal). İstanbul: Cem Yayınevi.
- Hökelekli, H. (2011). *Ailede, okulda, toplumda değerler psikolojisi ve eğitimi*. İstanbul: Timaş Yayınları.
- Kaya, Y. (2026). Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli 5. Sınıf DKAB Programındaki bazı değerlerin Musahabat-ı Ahlâkiye'deki temsili. *Adnan Menderes Üniversitesi Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 17(1), 12–24.
- Kaymakcan, R. ve Meydan, H. (2011). Din Kültürü ve Ahlak Bilgisi Programları ve öğretmenlerine göre değerler eğitimi. *Değerler Eğitimi Dergisi*, 9(21), 29–55.
- Lickona, T. (1991). *Educating for character: How our schools can teach respect and responsibility*. New York: Bantam Books.
- Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2024). *Din Kültürü ve Ahlak Bilgisi Dersi (4–8. Sınıf) Öğretim Programı*. Ankara: MEB Din Öğretimi Genel Müdürlüğü.
- Uğurlu, Z. ve Kaya, M. (2023). Din Kültürü ve Ahlak Bilgisi öğretmenlerinin değerler eğitimine ilişkin uygulama düzeyleri. *Amasya İlahiyat Dergisi*, 21, 179–209. <https://doi.org/10.18498/amailad.1359534>
- Yıldız, M. (2021). Din Kültürü ve Ahlak Bilgisi (4-8) Öğretim Programı'ndaki bilişsel kazanımların yenilenmiş Bloom Taksonomisine göre incelenmesi. *Bozok Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi*, 19(19), 307–342. <https://doi.org/10.51553/bozifder.898308>

İDKAB ÖĞRETİM PROGRAMINDA DİN, KÜLTÜR VE TOPLUM İLİŞKİSİ: DİN SOSYOLOJİSİ DİSİPLİNİNE AİT KAVRAMLAR ÜZERİNDEN BİR İNCELEME

Samet AKARSLAN / Doç. Dr. Murat KOBYA / Doç. Dr. Seyyid SANCAK

**BAİBÜ Lisansüstü Eğitim Enstitüsü YL. Öğr., Felsefe ve Din Bilimleri, 2611711016@ogrenci.ibu.edu.tr,
0009-0004-3175-024X**

BAİBÜ İlahiyat Fakültesi, Din Sosyolojisi, muratkobyay@ibu.edu.tr, 0000-0002-3221-1430

BAİBÜ İlahiyat Fakültesi, Din Eğitimi, seyyidsancak@ibu.edu.tr, 0000-0003-0206-0237

Özet

Bu çalışma, 2024 İlköğretim Din Kültürü ve Ahlak Bilgisi (İDKAB) Dersi Öğretim Programını din sosyolojinin kavramsal araçları aracılığıyla incelemektedir. Nitel desende tasarlanan araştırma, Millî Eğitim Bakanlığı tarafından Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli kapsamında yayımlanan 2024 İDKAB (4-8. sınıflar) Öğretim Programının doküman incelemesine dayanmaktadır. Çözümlemede dinî kültür, dinî toplumsallaşma, kimlik, aidiyet, değer, toplumsal bütünleşme, sosyal değişme ve çoğulculuk kavramları analitik kategori olarak işletilmiştir. Bulgular üç ana ekseninde toplanmaktadır: Program, 5. sınıf Mimarimizdeki Dinî Motifler, 6. sınıf Kültürümüzdeki Dinî Motifler ve 8. sınıf Müslümanların Bilim ve Kültüre Katkısı üniteleriyle din-kültür ilişkisini belirgin biçimde kurmaktadır. Dinî toplumsallaşma kavramı metnin dilinde doğrudan yer almamakta; ancak bazı öğrenme çıktılarında örtük bir örüntü olarak izlenebilmektedir. Çoğulculuk ise 7. sınıf Yaşayan Dünya Dinleri ünitesinde tek öğrenme çıktısıyla sınırlı tutulmakta, bu da sosyolojik derinlik açısından belirgin bir sınırlılık oluşturmaktadır. Çalışma, din sosyolojisi perspektifinin İDKAB program değerlendirmesine sunduğu analitik katkıyı göstermeye çalışmakta ve program geliştirme süreçlerine yönelik şu önerilerle son bulmaktadır: Dinî toplumsallaşma, dinî kimlik ve aidiyet kavramlarının programın temel yaklaşım ve uygulanma esasları bölümlerinde açıkça adlandırılması; yaşayan dünya dinleri ünitesinin öğrenme çıktısı sayısı ve ders saatinin artırılması; çoğulculuğun bilgi boyutunun yanı sıra tutum ve beceri boyutlarını da kapsayan kazanımların eklenmesi ve dijitalleşme vb. dinî yaşamı dönüştüren güncel süreçlerin, kent kültürünün, göçün ve kitle iletişim deneyimlerinin 7. ve 8. sınıf düzeylerinde ayrı öğrenme çıktılarıyla tematize edilmesi.

Anahtar kelimeler: İDKAB öğretim programı, din sosyolojisi, din-kültür ilişkisi, dinî toplumsallaşma, çoğulculuk

THE RELATIONSHIP BETWEEN RELIGION, CULTURE AND SOCIETY IN THE PRIMARY SCHOOL RCME CURRICULUM: AN EXAMINATION THROUGH THE CONCEPTS OF THE SOCIOLOGY OF RELIGION

Abstract

This study examines the 2024 Primary School Religious Culture and Moral Education (RCME) Curriculum through the conceptual tools of the sociology of religion. Designed in a qualitative framework, the research is based on a document analysis of the 2024 RCME Curriculum (grades 4–8) published by the Ministry of National Education within the Türkiye Century Maarif Model. In the analysis, the concepts of religious culture, religious socialization, identity, belonging, value, social integration, social change and pluralism were employed as analytical categories. The findings cluster around three main axes. The curriculum establishes the religion–culture relationship in a pronounced manner through the units *Religious Motifs in Our Architecture* (grade 5), *Religious Motifs in Our Culture* (grade 6) and *The Contribution of Muslims to Science and Culture* (grade 8). The concept of religious socialization does not appear explicitly in the text; however, it can be traced as an implicit pattern in certain learning outcomes. Pluralism, in turn, is confined to a single learning outcome in the grade 7 unit *Living World Religions*, which constitutes a notable limitation in terms of sociological depth. The study seeks to demonstrate the analytical contribution of the sociology of religion to RCME curriculum evaluation and concludes with the following recommendations: explicitly naming religious socialization, religious identity and belonging in the sections on the curriculum’s fundamental approach and principles of implementation; increasing the number of learning outcomes and instructional hours allocated to the unit on living world religions; adding outcomes that address not only the knowledge dimension of pluralism but also its attitudinal and skill dimensions; and thematizing, through separate learning outcomes at grades 7 and 8, contemporary processes that transform religious life—such as digitalization—together with urban culture, migration and mass media experiences.

Keywords: RCME curriculum, sociology of religion, religion–culture relationship, religious socialization, pluralism

1. GİRİŞ

2024 yılında yürürlüğe giren İlköğretim Din Kültürü ve Ahlak Bilgisi (İDKAB) Dersi Öğretim Programı, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli (TYMM) çerçevesinde kavramsal beceriler, alan becerileri, sosyal-duygusal öğrenme becerileri, eğilimler, değerler ve okuryazarlık becerilerini bütünleşik bir mimariyle tasarlayan yeni bir program kuşağının parçasıdır. Program, dinî bilginin "yaşanan bir gerçeklik olarak öğrenilmesi, anlaşılması ve yorumlanması" yönündeki açık tercihiyle (MEB, 2024, s. 4) sadece bir ders içeriği düzenlemesi değil, aynı zamanda dinî bilginin toplumsal işlevine ilişkin örtük bir tasavvurun resmî ifadesidir. Bu niteliğiyle program, eğitim bilimleri kadar din sosyolojisi perspektifinin de ilgi alanına girmektedir.

Programın vizyon metni hedef bireyi "dinin hayatı anlamlandırmadaki rolünü fark eden; millî, manevi ve ahlaki değerleri benimseyen; dinler ve inançlar hakkında doğru bilgi sahibi; farklılıklarla bir arada yaşama becerisi kazanmış" bir özne olarak tanımlar (MEB, 2024, s. 6). Özel amaçlar arasında bireyin "farklı dinleri, inançları ve dinî yorumları" tanınması, "Müslümanların bilim, kültür ve medeniyet alanına sundukları katkıyı" değerlendirmesi ve "dinin sosyal hayatla, kültür ve medeniyet unsurları üzerindeki etkilerini" gözlemlemesi açıkça yer alır (MEB, 2024, s. 6-7). Bu üçlü vurgu, program yazarlarının din-kültür-toplum ekseninin resmî eğitim içinde kurumsal bir karşılığı olması gerektiğinin bilincinde olduğunu göstermektedir.

Din sosyolojisi literatürü, dinin bir inanç sistemi olmanın ötesinde kültürel kodlar, aidiyet biçimleri ve toplumsal pratikler bütünü olduğunu uzun bir birikim içinde göstermiştir (Berger, 1967; Durkheim, 1912/1995; McGuire, 2008). Bu birikim, dinî eğitim programlarının yalnızca itikadi muhteva üzerinden değil, din-kültür-toplum ilişkisini kurma biçimleri üzerinden de okunmasını mümkün kılar. Bu çalışma kapsamında ulaşılabilen literatürde DKAB programlarına yönelik incelemelerin önemli bir bölümü eğitim bilimleri ekseninde yürütülmüş; bir kısmı ise kültür ve toplumsal bütünleşme meselesini ele almıştır (Doğru, 2021; Uzunpolat, 2019; Uzunpolat & Ecer, 2023). 2024 programına ilişkin mevcut incelemeler ise daha çok beceriler çerçevesi, program tasarımı veya düşünme becerileri gibi alt bileşenlere odaklanmıştır (Aydın, 2026; Gedik, 2025; Üzümcü & Abanoz, 2024). Programın din sosyolojisi kavramlarıyla bütüncül bir okumasının görece sınırlı kaldığı söylenebilir.

Bu çalışma söz konusu boşluğu kısmen doldurmayı ve 2024 İDKAB programını din-kültür-toplum ilişkisini açıklayan din sosyolojisi kavramları üzerinden bütüncül biçimde okumayı amaçlamaktadır. Çalışmanın analitik katkısı, programın din-kültür ilişkisini belirgin biçimde kurduğunu; dinî toplumsallaşmayı örtük bir örüntüyle kuşattığını; çoğulculuğu ise görece sınırlı bir yoğunlukta işlediğini birlikte ortaya koymaktır. Araştırma şu üç soru etrafında yürütülmektedir: (1) Programda din ile kültür arasındaki ilişki hangi biçimlerde kurulmaktadır?

(2) Dinî toplumsallaşma, kimlik ve aidiyet hangi içerik ve öğrenme çıktıları üzerinden görünür hâle gelmektedir? (3) Programın değer, toplumsal bütünleşme, farklılık ve sosyal değişme açısından sunduğu din-toplum ilişkisi nasıl değerlendirilebilir?

1.1. Kavramsal Çerçeve

Araştırmanın analitik mimarisi, din-kültür-toplum üçgenini çözümlemeye yarayan yedi kavram üzerine kurulmuştur: din-kültür ilişkisi, dinî toplumsallaşma, dinî kimlik, aidiyet, toplumsal bütünleşme, çoğulculuk ve sosyal değişme. Bu kavramlar, din sosyolojisi literatüründen seçilerek program metninin okunmasında kullanılacak kodlama anahtarına dönüştürülmüştür.

Durkheim (1912/1995) dini kolektif bilincin ifadesi olarak kavramsallaştırır; ritüel, değer ve ortak sembollerin aktarımı toplumsal dayanışmanın zeminini oluşturur. Bu yaklaşım, programın değerler listesi ve toplumsal bütünleşme vurgusunu okumak için elverişli bir çerçeve sağlar. Berger ve Luckmann (1966) birincil ve ikincil toplumsallaşma ayrımıyla, bireyin dinî anlam dünyasını içselleştirme süreçlerini anlamayı mümkün kılar; bu ayrım, programın okul ortamında yerine getirdiği dinî toplumsallaşma işlevini kavramak için araştırmanın ikinci ekseninde doğrudan işletecektir. Hervieu-Léger (2000) dini "hatıralar zinciri" olarak kavramlaştırır; bu metafor, programın kültürel miras söylemini okumak için kullanılacaktır.

Davie (1994) çağdaş toplumlarda inanmak ile ait olmak arasındaki ilişkinin tek biçimli olmadığını vurgular; bu yaklaşım, programın dinî aidiyeti nasıl kurduğunu eleştirel biçimde değerlendirmek için gereklidir. Casanova (1994) modern toplumlarda dinin kamusal işlevler üstlenmeye devam ettiğini göstererek dinin devlet, hukuk ve kamusal alanla ilişkisini sorgulamanın yolunu açar; bu çerçeve, 8. sınıf Din ve Sosyal Hayat ünitesinin değerlendirilmesinde kullanılacaktır. McGuire'nin (2008) yaşanan din perspektifi ise resmî dinî söylem ile gündelik pratikler arasındaki farka dikkat çekerek programın sosyal değişme ve gündelik yaşam boyutuna açılma kapasitesini ölçmeye yardımcı olacaktır. Bu kavramsal çerçeve, programı üç soru üzerinden okumayı mümkün kılar: Program dini kültür bütünü içinde mi, kültürden soyutlanmış bir inanç sistemi olarak mı sunar? Dinî kimliği bireysel ahlaki olgunlaşmaya mı yoksa topluluk aidiyetine mi bağlar? Toplumsal çeşitliliği ve değişmeyi hangi düzeyde içeriye alır?

2. YÖNTEM

Araştırma nitel desende tasarlanmış olup doküman incelemesine dayanmaktadır. Temel veri kaynağı, Millî Eğitim Bakanlığı tarafından 2024 yılında yayımlanan İlköğretim Din Kültürü ve Ahlak Bilgisi Dersi Öğretim Programı'nın 4-8. sınıf düzeylerine ait tam metnidir (MEB, 2024). İnceleme, programın temel felsefesi, özel amaçları, uygulanmasına ilişkin esaslar, ünite yapıları, öğrenme çıktıları ve süreç bileşenleri, içerik çerçevesi,

programlar arası bileşenler ve öğrenme-öğretme uygulamaları olmak üzere tüm bileşenlerini kapsamaktadır. Programın 1.3 numaralı tablosunda belirtilen toplam 96 öğrenme çıktısı (4. sınıf 24; 5. sınıf 18; 6. sınıf 18; 7. sınıf 17; 8. sınıf 19) metnin birincil kodlama birimi olarak kullanılmıştır. Çözümlemede analiz kategorileri din sosyolojisi literatüründen türetilmiş; her kategori için programda hangi öğrenme çıktısı, hangi ünite, hangi değer kodu ve hangi beceri bileşeniyle karşılık geldiği not edilerek tematik analizle dört ana tema altında birleştirilmiştir. Çalışma yalnızca program metninin çözümlemesine dayandığından insan katılımcı veri toplama tekniği kullanılmamış ve etik kurul onayı gerektiren bir yöntem işletilmemiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Din ve Kültür İlişkisinin Programa Yansıması

Program, din ile kültür arasındaki ilişkiyi iki tematik eksen üzerinden kurar. Birincisi, kültürün dinî muhtevayı tanıtan bir aracı olarak işlendiği ünitelerdir: 5. sınıf Mimarimizdeki Dinî Motifler (3 öğrenme çıktısı, 10 ders saati), 6. sınıf Kültürümüzdeki Dinî Motifler (1 öğrenme çıktısı, 12 ders saati) ve 8. sınıf Müslümanların Bilim ve Kültüre Katkısı (3 öğrenme çıktısı, 12 ders saati). Bu ünitelerde cami mimarisi, hat, musiki, minyatür ve gündelik yaşam pratikleri dinî kültürün görünür göstergeleri olarak takdim edilir. İkincisi, din-kültür ilişkisinin alt metin olarak işlendiği ünitelerdir: 4. sınıf Günlük Hayat ve Din ünitesinde DKAB.4.1.1 öğrenme çıktısı, bismillah, maşallah, selam, elhamdülillah gibi günlük yaşamdaki dinî ifadeleri kültürel kod olarak çözümletmekte; 7. sınıf Hac, Umre ve Kurban ünitesi ritüelin kültürel örüntüsünü sunmaktadır.

Bu kurgu, Durkheim'ın (1912/1995) kolektif temsil kavramı ve Hervieu-Léger'in (2000) hatıralar zinciri metaforuyla doğrudan okunabilir. Dinî semboller ve pratikler, bireyi toplumun ortak hatırasına bağlayan görünür göstergeler olarak işlenmekte; program çocuğu bu zincirin alıcısı ve sürdürücüsü olarak konumlandırmaktadır. Programın uygulanma esasları, öğretmenlerin "harita, resim, fotoğraf, musiki, minyatür, gravür, hat, edebiyat, mimari, tiyatro, sinema" gibi unsurlardan yararlanmasını açıkça önerir (MEB, 2024, s. 10). Bu düzenleme, dinin kültürel görünürlüğünü sistematik biçimde kurma iradesini yansıtmaktadır.

Ne var ki ilişki ağırlıklı olarak tek yönlü biçimde kurulmaktadır: Dinin kültürü nasıl beslediği belirgin bir anlatıya bağlanırken, kültürün dinî yorumu nasıl şekillendirdiği veya tarihsel süreçte dinî pratikleri nasıl dönüştürdüğü sosyolojik bir sorun olarak metinde görünür değildir. Kültürel miras söylemi, büyük ölçüde İslam'ın Osmanlı-Türk tarihindeki görünümüleriyle sınırlanmakta; 6. sınıf Kültürümüzdeki Dinî Motifler ünitesine yalnızca bir öğrenme çıktısı tahsis edilmesi bu alanın geniş biçimde işlenmekten kaçınıldığına işaret etmektedir. Uzunpolat'ın (2019) 2018 programı üzerine yaptığı tespite paralel biçimde, 2024 programında da

kültür bağımsız bir öğrenme nesnesi olarak kavramsallaştırılmamakta; dinî muhtevanın görünür hâle gelmesine aracılık eden bir arka plan olarak kalmaktadır.

3.2. Dinî Toplumsallaşma, Kimlik ve Aidiyet

Program metninde "dinî toplumsallaşma" ifadesi doğrudan geçmemektedir. Bununla birlikte bazı öğrenme çıktıları, bu kavramla ilişkilendirilebilecek bir içerik örüntüsü sunmaktadır. 4. sınıf düzeyinde Günlük Hayat ve Din ünitesi (DKAB.4.1.1-5), Allah Sevgisi ünitesi (DKAB.4.2.1-5) ve Peygamberlerin Sevgisi ünitesi (DKAB.4.3.1-5) toplam on beş öğrenme çıktısıyla bireyin aile ve yakın çevrede edindiği dinî repertuarı okul ortamında sistematikleştirmektedir. 5. sınıfta Namaz ünitesi (DKAB.5.2.1-4, 18 ders saati) ibadetin fiili gözlemini program mimarisine yerleştirmekte; 6. sınıf Ramazan ve Oruç ile 8. sınıf Zekât ve Sadaka üniteleri bu süreci genişletmektedir.

Bu içerik örüntüsü, Berger ve Luckmann'ın (1966) birincil ve ikincil toplumsallaşma ayrımıyla verimli bir diyaloga açıktır. Program, aile ve yakın çevrede edinilen birincil toplumsallaşma mirasını okul ortamında yeniden işleyen bir ikincil toplumsallaşma aracı işlevi görür. Ancak programın dilinde bu süreç sosyolojik bir çerçeve olarak değil, ağırlıklı olarak ahlaki olgunlaşma ve değer kazanımı söylemi içinde çözülmektedir. Örneğin DKAB.4.1.3 ("Allah'a şükürün önemini hayatına yansıtabilme") ve DKAB.4.1.2 ("İslam'ın temizliğe verdiği önemi gözleme dayalı tahmin edebilme") öğrenme çıktıları, dinî normların bireysel içselleştirilmesini bir toplumsallaşma süreci olarak değil, bir öz-farkındalık ve öz-yansıtma süreci olarak kodlar. Gedik'in (2025) programın sosyal-duygusal öğrenme ve eğilim bileşenlerinde uygulamaya dönük içeriklerin yetersiz kaldığına ilişkin tespiti bu okumayla örtüşmektedir.

Kimlik ve aidiyet temasında, program bireyi İslam'ın temel kavramları etrafında konumlandırırken aynı zamanda Türk toplumunun bir mensubu olarak tanıtma eğilimi gösterir. Programın uygulanma esasları, "sevgi, saygı, kardeşlik ve dostluk bağlarını güçlendiren; vatan, millet, bayrak, şehitlik, gazilik gibi millî birlik ve beraberliği pekiştiren değerlerin öğrencilerin zihninde güçlü bir şekilde yer etmesine özen gösterilir" ifadesini kayda geçirir (MEB, 2024, s. 7). 4. sınıf Haklar ve Sorumluluklar ünitesinde Kişisel Hakları Sentezleyebilme (DKAB.4.5.1) ve İnsanlara Karşı Sorumluluklarını Özetleyebilme (DKAB.4.5.4) öğrenme çıktıları, bireyi bir hak öznesi olarak kurarken aynı zamanda ailesine, akrabalarına, komşularına ve toplumsal kurallara karşı yükümlü bir aktör olarak tanımlar. Davie'nin (1994) inanma ve ait olma arasındaki ilişkiyi sorunsallaştıran yaklaşımı burada eleştirel bir sorgu zemini sağlar: Program aidiyeti büyük ölçüde kolektif bir çerçeve içinde kurmakta ve bireysel inanç biçimlerinin çeşitliliğine daha az yer bırakmaktadır.

3.3. Din, Değerler ve Toplumsal Bütünleşme

2024 programının en belirgin bileşenlerinden biri, erdem-değer-eylem çerçevesinin program mimarisinin merkezine yerleştirilmesidir. Program, D1'den D20'ye uzanan yirmi başlıklı bir ortak değerler listesi işletir. Toplumsal bütünleşme açısından anlamlı olanlar arasında Adalet (D1), Aile Bütünlüğü (D2), Merhamet (D9), Saygı (D14), Sevgi (D15), Sorumluluk (D16) ve Yardımseverlik (D20) öne çıkar. 4. sınıf Ahlaki Değerlerimiz ünitesi (DKAB.4.4.1 Adalet, DKAB.4.4.2 Sabır, DKAB.4.4.3 Yardımseverlik), 6. sınıf Ahlaki Davranışlar ünitesi (5 öğrenme çıktısı) ve 8. sınıf Zekât ve Sadaka ünitesi bu değerlerin program içindeki başlıca taşıyıcı yapılarıdır.

Değerlerin bu merkezî yeri, programın toplumsal bütünleşmeye yönelik güçlü bir eğilim taşıdığını gösterir. Durkheimci perspektif açısından bakıldığında, ortak değerler listesi kolektif bilincin okul ortamında sistematik olarak yeniden üretildiği bir mekân işlevi görür (Durkheim, 1912/1995). Dayanışma, yardımlaşma ve empati gibi değerlerin işlenmesi, bireyi ortak bir ahlaki zeminin tanıdık bir aktörü olarak konumlandırmaktadır. Doğru'nun (2021) Iğdır örneğinde yürüttüğü araştırma, DKAB derslerinin doğrudan ya da dolaylı biçimde sosyal bütünleşmeyle ilgili belirgin bir çerçeve sunduğunu teyit etmektedir.

Bununla birlikte iki noktada eleştirel bir okuma gereklidir. İlk olarak, değerlerin aktarım biçimi büyük ölçüde normatif bir dille kurulmakta; değerlerin toplumsal çatışma, farklı yorum ve tarihsel dönüşüm içindeki değişkenliği görece olarak sınırlı biçimde işlenmektedir. Ortak değerler vurgusu, farklı değer yorumlarının ve toplumsal çatışmaların görünürlüğüne aşındırma riski taşımaktadır. İkincisi, toplumsal bütünleşme kavramı programda ağırlıklı olarak ortak değerler üzerinden kurulmaktadır. Oysa modern toplumlar da bütünleşme, farklılıkların bir arada varlığını güvence altına alan kurumsal düzenlemeleri de içerir. 8. sınıf Din ve Sosyal Hayat ünitesinin DKAB.8.3.1 öğrenme çıktısı, dinin temel gayesini zaruratıdiniye (can, nesil, akıl, mal, din) üzerinden sentezletmekte ve bütünleşmenin kurumsal boyutuna önemli bir zemin sunmaktadır. Ancak bu zemin hukuk, medya veya ekonomi gibi modern kurumsal alanlarla sistematik biçimde ilişkilendirilmemektedir.

3.4. Din, Sosyal Değişme ve Çoğulculuk

Çoğulculuk konusunda programın en belirgin karşılığı 7. sınıf 5. ünitesi Yaşayan Dünya Dinleri'dir. Bu ünite tek bir öğrenme çıktısına (DKAB.7.5.1) sahiptir ve öğrencinin "Yahudilik, Hristiyanlık, Hinduizm ve Budizm dinleri hakkında bilgi toplayabilme" kazanımına yönlendirilmektedir. 10 ders saatiyle sınırlı bu kapsam, öğrenciye dünya üzerindeki dinî çeşitliliği bir olgu olarak kabul etme ufku açmakla birlikte, çoğulculuğun normatif boyutuna ve farklılıklarla bir arada yaşama pratiğine daha az yer bırakmaktadır. Buna karşın aynı sınıf düzeyinde 3. ünite İslam Düşüncesinde Yorumlar iç çoğulculuk boyutunu dört öğrenme çıktısıyla işlemektedir.

Dinler arası çoğulculuk ile İslam içi yorum çoğulculuğunun yoğunluğu arasındaki bu asimetri dikkat çekicidir: Program kendi geleneği içindeki çeşitliliğe dört kazanım ayırırken, dünya dinlerine tek bir kazanımla karşılık vermektedir. Uzunpolat ve Ecer'in (2023) ortaöğretim DKAB öğretmenleriyle yürüttüğü nitel araştırma, diğer dinlerin öğretiminde içerik hazırlığının yetersizliği ile programın son ünitelerinde yoğunlaşmış konunun pratikte çoğulcu bir pedagojiyi güçleştirdiğini göstermektedir; ilköğretim düzeyinde de benzer bir yapısal konumlanma sürmektedir.

8. sınıf Din ve Sosyal Hayat ünitesinde programın SBAB3 Tarihsel Empati (KB2.13 Yapılandırma) ve SBAB16 Eleştirel Sosyolojik Düşünme (KB2.20 Sentezleme) alan becerilerini birlikte kayda geçirmesi önemli bir kazanımdır. DKAB.8.3.1 öğrenme çıktısı dinin temel gayesini sentezletmeyi, DKAB.8.3.2 ise dinin sosyal hayattaki işlevini yapılandırmayı öğrenciden beklemektedir. Sosyolojik düşünmenin resmî bir beceri olarak tanınması, Casanova'nın (1994) kamusal dinler çerçevesiyle verimli bir diyaloga açık bir imkân sunmaktadır. Ne var ki ünitenin öğrenme-öğretme uygulamaları metninde dinin kamusal müzakerelerdeki rolü, din-devlet ilişkisi veya dinin medya ile hukuk alanıyla ilişkisi sistematik bir karşılık bulmamakta; vurgu, dinin bireysel ahlaki olgunlaşma yoluyla toplumsal uyuma katkısı üzerinde yoğunlaşmaktadır.

Sosyal değişme boyutunda tablo daha sınırlıdır. Program felsefesi metni, 21. yüzyılda yaşanan değişimler, bilgiye erişimde meydana gelen değişimler ve yeni sosyal gerçeklik söylemiyle açılmakta (MEB, 2024, s. 4); dijitalleşme ve bağımlılık gibi güncel sorunlara 8. sınıf DKAB.8.3.1 öğrenme çıktısının süreç bileşenleri içinde değinilmektedir. Ancak kentleşme, göç, kitle iletişim araçları veya küreselleşmeyi dinî yaşamı dönüştüren süreçler olarak sistematik biçimde tematize eden bir ünite veya öğrenme çıktısı bulunmamaktadır. McGuire'in (2008) yaşanan din perspektifi, gündelik hayatta dinin sürekli yeniden üretildiğini vurgular; programın sosyolojik düşünmeyi beceri olarak tanıdığı hâlde öğrenciye din ile güncel toplumsal değişimler arasındaki ilişkiyi inceleme imkânı sağlayan açık bir öğrenme çıktısı sunmaması bu bölümdeki temel sınırlılıktır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, 2024 İDKAB Öğretim Programını din sosyolojisi kavramlarıyla okuyarak programın din-kültür-toplum ilişkisini nasıl kurduğunu çözümlemeye çalışmıştır. Üç ana bulgu belirgin biçimde öne çıkmaktadır. Birincisi, din-kültür ilişkisi programda belirgin biçimde kurulmaktadır; 5. sınıf Mimarimizdeki Dinî Motifler, 6. sınıf Kültürümüzdeki Dinî Motifler, 8. sınıf Müslümanların Bilim ve Kültüre Katkısı üniteleri ile 4. sınıftaki Günlük Hayat ve Din ünitesi bu eksenin somut taşıyıcılarıdır. İkincisi, dinî toplumsallaşma açık bir kavramsal kategori olarak değil, 4-6. sınıf düzeylerinde ibadet, değer, aile ve sorumluluk eksenli öğrenme çıktılarında örtük bir örüntü olarak görünmektedir; süreç ağırlıklı olarak ahlaki olgunlaşma ve öz-yansıtma dili içinde

özlmektedir. ncs, oulculuk programda yer almakla birlikte dinler arası boyutu tek orenme ıktısıyla sınırlı tutulmakta, i yorum oulculuuna drt kazanımla ayrılan paya kıyasla belirgin bir younluk farkı sergilemektedir.

Programın gl ynleri arasında din bilgiyi kltrel bir ereve iinde sunması, erdem-değer-eylem btnl iinde orenme deneyimi tasarlaması, 8. sınıf Din ve Sosyal Hayat nitesinde Eleřtirel Sosyolojik Dřnme alan becerisini resmen tanımlaması ve zaruratıdiniye erevesiyle hakları sosyolojik bir okuma eksenine taşınması sayılabilir. Sınırlı kalan ynler ise din toplumsallařmanın kavramsal karřılığının bulunmaması, Yařayan Dnya Dinleri nitesinin dar kapsamı ve gncel toplumsal dnřmlerin programa daėınık biimde yansımasıdır.

Bu bulgular erevesinde program geliřtirme srelerine  neri sunulabilir. Birincisi, din toplumsallařma, din kimlik ve aidiyet kavramlarının programın temel yaklařım ve uygulanma esasları blmlerinde aıka adlandırılması, oretmenin pedagojik repertuvarını zenginleřtirecektir. İkincisi, Yařayan Dnya Dinleri nitesinin orenme ıktısı sayısı ve ders saati payının artırılması; oulculuun bilgi boyutunun yanı sıra tutum ve beceri boyutlarını da kapsayan kazanımların eklenmesi, programın "farklılıklarla bir arada yařama becerisi" vizyonunu daha gl biimde karřılayacaktır. ncs, din yařamı dnřtren gncel srelerin, zellikle dijitalleřmenin, kent kltrnn, gn ve kitle iletiřim deneyimlerinin 7. ve 8. sınıf dzeylerinde ayrı orenme ıktılarıyla tematize edilmesi, orencinin yařadıėı toplumla din bilgi arasındaki baėı glendirecektir.

KAYNAKLAR

- Aydın, Y. (2026). Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli DKAB öğretim programının düşünme becerileri açısından incelenmesi. *Türkiye İlahiyat Araştırmaları Dergisi*, 10(2), 1058-1089. <https://doi.org/10.32711/tiad.1882640>
- Berger, P. L. (1967). *The sacred canopy: Elements of a sociological theory of religion*. Doubleday.
- Berger, P. L., & Luckmann, T. (1966). *The social construction of reality: A treatise in the sociology of knowledge*. Doubleday.
- Casanova, J. (1994). *Public religions in the modern world*. University of Chicago Press.
- Davie, G. (1994). *Religion in Britain since 1945: Believing without belonging*. Blackwell.
- Doğru, Ç. (2021). *Çok kültürlü ortamda sosyal bütünleşmeyi sağlamada din kültürü ve ahlak bilgisi derslerinin rolü (Iğdır ili örneği)* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Bursa Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Durkheim, É. (1995). *The elementary forms of religious life* (K. E. Fields, Çev.). Free Press.
- Gedik, N. A. (2025). *2024 Din Kültürü ve Ahlak Bilgisi dersi (4-8. sınıf) öğretim programının Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli beceriler çerçevesi açısından incelenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. İnönü Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. <https://hdl.handle.net/11616/106906>
- Hervieu-Léger, D. (2000). *Religion as a chain of memory* (S. Lee, Çev.). Rutgers University Press.
- McGuire, M. B. (2008). *Lived religion: Faith and practice in everyday life*. Oxford University Press.
- Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2024). *Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli: Din Kültürü ve Ahlak Bilgisi dersi öğretim programı (4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. MEB Yayınları. <https://tymm.meb.gov.tr/upload/program/2024programdin45678Onayli.pdf>
- Uzunpolat, Y. (2019). *Din eğitimi ve kültür ilişkisi: DKAB dersi örneği* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Uzunpolat, Y., & Ecer, M. (2023). Din Kültürü ve Ahlak Bilgisi öğretmenlerine göre İslam dışındaki dinlerin öğretimi. *Hitit İlahiyat Dergisi*, 22(2), 762-780. <https://doi.org/10.14395/hid.1327553>
- Üzümcü, M., & Abanoz, S. (2024). Program tasarımı yaklaşımları bağlamında Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Din Kültürü ve Ahlak Bilgisi dersi öğretim programı. *Mevzu – Sosyal Bilimler Dergisi*, (12), 795-826. <https://doi.org/10.56720/mevzu.1495250>

OKUL ÖNCESİ DÖNEMDE DİNLEME BECERİLERİNİ DESTEKLEMeye YÖNELİK BÜYÜK DİL MODELİ DESTEKLİ ETKİLEŞİMLİ HİKÂYE ANLATIMI MODELİ

Öğretmen, Merve ÖZAK¹/ Dr. Öğr. Üyesi, Emine SİLDİR DAŞAR²

¹Millî Eğitim Bakanlığı, mervealtan15@gmail.com, ORCID: 0009-0008-9564-9748

²Amasya Üniversitesi, emine.sildir@amasya.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9664-8239

Özet

Büyük dil modellerinin (BDM) eğitimde hızla yaygınlaşması, bu araçların erken çocukluk döneminde hangi pedagojik çerçevede kullanılabileceği sorusunu gündeme getirmektedir. Bu çalışmada, okul öncesi dönem çocuklarının dinleme becerilerini desteklemek amacıyla etkileşimli kitap okuma ilkelerine dayanan BDM destekli bir hikâye anlatımı ve soru-cevap modeli ve bu modelin geliştirilme süreci tanıtılmaktadır. Model; tasarım, geliştirme, uygulama ve değerlendirerek yenileme basamaklarından oluşmaktadır. Modelin tasarımına başlamadan önce alan uzmanı görüşüne başvurulmuş, elde edilen görüşler modelin başlangıç tasarımında yol gösterici olmuştur. Modelde hikâyeler, dil, etkileşim ve içerik güvenliği kurallarını içeren bir sistem komutuyla yapılandırılan Google Gemini modeli tarafından çocukların yanıtlarına göre anlık olarak üretilmekte, ekran kullanılmadan yalnızca sesli sunulmakta; çocukların sınıfça uzlaştıkları yanıtlar öğretmen aracılığıyla modele aktarılmaktadır. Sistem komutu, asıl uygulama öncesinde gerçekleştirilen bir deneme uygulamasıyla sınanmış ve bu uygulamada yapılan gözlemler doğrultusunda düzenlenmiştir. Model, okul öncesi sınıflarında etkileşimli kitap okumanın yerine değil ona ek olarak ve öğretmen gözetiminde kullanılmak üzere kurgulanmıştır. Çalışma ayrıca dinleme becerilerinin ilkökuldaki ilk okuma-yazma sürecine hazırlık işlevi bakımından sınıf eğitimine yönelik çıkarımlar sunmaktadır.

Anahtar kelimeler: Okul öncesi eğitim, büyük dil modeli, yapay zekâ, dinleme becerileri, etkileşimli hikâye anlatımı

*Bu çalışma Merve Özak tarafından, Dr. Öğr. Üyesi Emine Sildir Daşar danışmanlığında, Amasya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü bünyesinde yürütülmekte olan henüz tamamlanmamış “Büyük Dil Modeli Destekli Hikâye Anlatımı ve Soru-Cevap Sistemlerinin Okul Öncesi Çocukların Dinleme Becerilerine Etkisi” başlıklı yüksek lisans tez çalışmasından üretilmiştir.

A LARGE LANGUAGE MODEL-SUPPORTED INTERACTIVE STORYTELLING MODEL FOR SUPPORTING LISTENING SKILLS IN EARLY CHILDHOOD

Abstract

The rapid spread of large language models (LLMs) in education raises the question of the pedagogical framework within which these tools can be used in early childhood. This paper introduces an LLM-supported storytelling and question-answer model, grounded in the principles of interactive book reading and designed to support the listening skills of preschool children, and describes its development process. The model consists of four stages: design, development, implementation, and evaluation and revision. Expert opinion was obtained before the design of the model began, and it guided the initial design. In the model, stories are generated in real time according to the children's responses by the Google Gemini model, configured through a system prompt containing rules on language, interaction and content safety, and are presented in audio form only, without a screen; the responses agreed upon by the class are relayed to the model by the teacher. The system prompt was tested in a pilot session prior to the main implementation and revised in line with the observations made. The model is designed to be used in preschool classrooms under teacher supervision, as a complement to, rather than a replacement for, interactive book reading. The paper also offers implications for classroom (primary) education, given the preparatory role of listening skills for early reading and writing instruction in primary school.

Keywords: Preschool education, large language model, artificial intelligence, listening skills, interactive storytelling

1. GİRİŞ

Dinleme, erken çocukluk döneminde en erken gelişen ve konuşma, okuma ve yazma becerilerine temel oluşturan dil becerisidir. Çoğu zaman edilgen bir işitme davranışı gibi algılsa da dikkati sürdürme, duyulanı anlamlandırma, tahmin yürütme, soru sorma ve dinlenenleri yaşantıyla ilişkilendirme gibi bilişsel ve sosyal süreçleri içeren etkin bir beceridir (Jalongo, 2010; Özer Özkan ve Coşkun, 2015). Okul öncesi eğitimde bu becerinin desteklenmesinde sıkça başvurulanan etkileşimli kitap okuma; yetişkinin açık uçlu sorular sorduğu, çocuğun yanıtlarını genişlettiği ve hikâyeyi çocuğun yaşamıyla ilişkilendirdiği bir yapı sunarak çocuğu anlatının etkin katılımcısı hâline getirmektedir (Whitehurst vd., 1994).

Büyük dil modelleri (BDM), doğal dili anlama, kullanıcı yanıtlarına göre içerik üretme ve bağlama uygun geri bildirim verme kapasiteleriyle geleneksel dijital materyallerden ayrılmaktadır (Kasneci vd., 2023). Akışı sabit dijital hikâyelerin aksine BDM destekli anlatım, hikâyeyi çocukların yanıtlarına göre yeniden biçimlendirebilmektedir. Bununla birlikte BDM'ler bağlamdan kopuk ya da yaşa uygun olmayan içerikler üretebilmekte (Tonmoy vd., 2024) ve öğretmenin sağladığı duygusal temasın ve sosyal modellemenin yerini tutamamaktadır (Kasneci vd., 2023). Bu nedenle BDM'ler okul öncesinde ancak öğretmen gözetiminde destekleyici bir araç olarak kullanılmalıdır.

Konunun sınıf eğitimi açısından da önemli bir karşılığı vardır. Okul öncesindeki dinleme yaşantılarının ilkokuldaki okuma-yazma sürecine zemin hazırladığı bildirilmektedir (Jalongo, 2010). Sıra bekleme, söz kesmeden dinleme ve sözel yönergeleri yerine getirme gibi sosyal dinleme davranışları ise ilkokul sınıflarındaki öğretim etkinliklerine katılımın da temelini oluşturur. Nitekim ilkokul dördüncü sınıfta dijital hikâyelerin dinleme becerilerini geliştirdiği bildirilmiştir (Cigerci, 2016). Dolayısıyla bu alandaki modeller okul öncesi ile ilkokul arasındaki sürekliliği güçlendirebilir.

Bu bildiride, Sınıf Eğitimi Bilim Dalında yürütülen bir yüksek lisans tezi kapsamında geliştirilen BDM destekli hikâye anlatımı modelinin tanıtılması ve geliştirilme sürecinin aktarılması amaçlanmıştır.

1.1. Kuramsal Çerçeve

Modelin kuramsal dayanağı diyalojik okumadır. Bu yaklaşımda yetişkin; çocuğu konuşmaya başlatma, yanıtı değerlendirme, genişletme ve tekrarlatma basamaklarından oluşan PEER döngüsünü ve tamamlama, hatırlama, açık uçlu, 5N1K ve ilişkilendirme sorularını kapsayan CROWD soru türlerini kullanır (Whitehurst vd., 1994). BDM destekli anlatımda bu etkileşimin bir bölümünü model üstlenir: Hikâyeyi anlatırken duraklar, soru yöneltir ve yanıtları anlatıya katar. Böylece sözcük açıklama, tahmin soruları ve kişiselleştirme yoluyla dinleme becerilerinin bilişsel ve sosyal boyutlarının (Özer Özkan ve Coşkun, 2015) desteklenmesi öngörülmektedir.

Konuşma ajanıyla yürütülen diyalojik okumanın çocukların hikâyeyi anlamalarını bir yetişkin partnere benzer düzeyde desteklediği (Xu vd., 2022) ve yetişkin denetimini koruyan melez yapıların daha olumlu değerlendirildiği (Zhang vd., 2022) bildirilmiştir.

2. YÖNTEM

2.1. Modelin Geliştirilmesi

Modelin geliştirilmesine başlamadan önce okul öncesi eğitimi alanında uzman Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Okul Öncesi Eğitimi Anabilim Dalı öğretim üyesi Dr. Gülçin Bilgener'in görüşüne başvurulmuştur. Uzman görüşü araştırmacı ve tez danışmanı tarafından birlikte alınmış; elde edilen görüşler modelin başlangıç tasarımında yol gösterici olmuştur. Bu görüşler doğrultusunda hikâye uzunluğu, dil düzeyi, soru türleri, duraklama noktaları, içerik güvenliği konularında düzenlemeler yapılmıştır.

Tablo 1'de basamakları özetlenen modelde anlatım için Google Gemini modeli kullanılmıştır. Ekran kullanımını en aza indirmek amacıyla hikâyeler modelin sesli yanıt özelliğiyle harici bir hoparlörden dinletilmekte, çocuklara ekran gösterilmemektedir. Çocukların sözlü yanıtları doğrudan modele iletilmemekte; öğretmen, sınıfta üzerinde uzlaşılan yanıtı modele yazılı olarak aktarmaktadır. Sistem komutunda model, 5 yaş çocuklarına hikâye anlatan sıcakkanlı ve sabırlı bir asistan ("Hikâye Dostu") olarak tanımlanmış; somut sözcükler ve en fazla 10-12 sözcüklük cümleler kullanması, hikâyeyi üç-dört noktada durdurarak açık uçlu sorular sorması, yanıtları pekiştirerek anlatıya katması ve şiddet, ölüm, karanlık gibi korku yaratabilecek unsurlardan kaçınarak yardımlaşma ve arkadaşlık gibi olumlu temalarla ilerlemesi istenmiştir. Modele kimlik belirleyici bilgi aktarılmamış, hizmetin konuşma geçmişi ve model eğitimi seçenekleri kapatılmış, veliler bu konuda bilgilendirilmiştir. Modelde öğretmenin her oturumu izlemesi ve gerektiğinde sözlü müdahalede bulunması öngörülmüştür.

Tablo 1. Modelin basamakları ve temel işlemler

Basamak	Temel işlemler
Tasarım	Alan uzmanı görüşüne başvurulması; Diyalojik okuma ilkelerinin (PEER, CROWD) dinleme becerilerinin bilişsel ve sosyal boyutlarıyla ilişkilendirilmesi; BDM bileşeninin etkileşimli kitap okumanın yerine değil, ona ek olarak kurgulanması
Geliştirme	Sistem komutunun hazırlanması; yalnızca sesli sunumun ve öğretmen aracılığıyla yanıt aktarımının düzenlenmesi; veri gizliliği önlemlerinin alınması; sistem komutunun deneme uygulamasıyla sınanması ve düzenlenmesi
Uygulama	Tema bildirimi, sesli anlatım, 3-4 duraklama noktasında açık uçlu soru, sınıfça uzlaşılan yanıtın modele aktarılması (yaklaşık 25 dakika)
Değerlendirme ve yenileme	Beş ölçütlü uygulama sadakati kaydı ve gözlem formu; saptanan sapmalara göre sistem komutunun güncellenmesi

2.2. Deneme Uygulaması ve Sistem Komutunun Düzenlenmesi

Sistem komutunun ilk taslağı, asıl uygulamaya geçilmeden önce 31 Mart 2026 tarihinde araştırmaya katılmayan 25 öğrenci ile gerçekleştirilen bir deneme uygulamasıyla sınanmıştır. Bu uygulamanın amacı, modelin sistem komutundaki dil, etkileşim ve içerik güvenliği kurallarına uyumunu ve sesli sunumun sınıf ortamındaki işleyişini sınamaktır. Deneme uygulamasında üç sorunla karşılaşmıştır. İlk olarak, hikâyenin dinletildiği harici hoparlöre bağlanmada güçlük yaşanmıştır. İkinci olarak, uygulamanın yürütüldüğü telefon sessize alınmış olmasına karşın gelen bir arama nedeniyle hikâye yarıda kesilmiştir. Üçüncü olarak, sistem komutunda soru sayısına bir üst sınır konulmadığında hikâyenin çok uzadığı görülmüştür. Bu gözlemler doğrultusunda modelin çocuklara yönelteceği soru sayısı sistem komutunda üç ile sınırlandırılmış; çocukların yanıtlarının modele doğrudan iletilmesi yerine öğretmen tarafından aktarılmasına karar verilmiştir. Hoparlör bağlantısı ve telefona gelen aramayla ilgili sorunlar ise oturum öncesinde teknik hazırlığın tamamlanması ve cihaza gelebilecek arama ve bildirimlerin engellenmesi gerektiğini göstermiştir. Sistem komutunun deneme uygulaması sonrasında aldığı hâl, 2.1. bölümde özetlenen kuralları içermektedir. Böylece deneme uygulaması, hem sistem komutunun hem de uygulama koşullarının sınıf ortamında sınanıp iyileştirildiği bir geliştirme basamağı işlevi görmüştür.

3. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu bildiride tanıtılan model, diyalogik okuma ilkelerini BDM'lerin anlık içerik üretme kapasitesiyle bir araya getirmektedir. Modelin ayırt edici yönü, önceden tanımlanmamış çocuk yanıtlarını anlatıya bağlayabilecek biçimde tasarlanmış olmasıdır; bu özellik diyalogik okumadaki yanıtı genişletme işlevinin (Whitehurst vd., 1994) bir adım ötesine karşılık gelmektedir. Öte yandan BDM'lerin bağlamdan kopuk ya da yaşa uygun olmayan içerikler üretebildiği göz önünde bulundurulduğunda, sistem komutunun model davranışını yönlendirmekle birlikte güvence altına almadığı kabul edilmelidir (Tonmoy vd., 2024). Bu nedenle uzman görüşüne başvurulması ve sistem komutunun asıl uygulama öncesinde bir deneme uygulamasıyla sınanarak düzenlenmesi, modelin okul öncesi sınıfına uygun hâle getirilmesinde önemli basamaklar olarak görülmektedir. Seçenekli sorular çocuğa iskele de sağlayabileceğinden (Xu vd., 2022), komutta önce açık uçlu soru sorulmasını, yanıt gelmediğinde seçenek sunulmasını öngören iki aşamalı bir kural da düşünülebilir. Grup ortamında farklı çocuk yanıtlarından hangisinin modele aktarılacağına öğretmenin karar vermesi ise yetişkin denetimini koruyan melez tasarımların önemine (Zhang vd., 2022) işaret etmektedir.

Sınıf eğitimi açısından, okul öncesinde desteklenen dinleme becerileri ilkokuldaki ilk okuma-yazma öğretimine ve Türkçe dersindeki dinleme eğitime hazırlık işlevi görmektedir (Jalongo, 2010). Modelin bileşenleri, sistem komutundaki dil düzeyi ve soru türleri hedef sınıf düzeyine göre yeniden düzenlenerek ilkokul dinleme

etkinliklerine uyarlanabilir. Öğretmen gözetiminin zorunlu olması ise sınıf öğretmenlerinin ve öğretmen adaylarının sistem komutu hazırlama, model çıktısını izleme ve veri gizliliğini gözetme konularında desteklenmesi gerektiğini göstermektedir.

Bu bildiride yalnızca modelin geliştirilme süreci ele alınmıştır; modelin dinleme becerilerine etkisi, sürdürülmekte olan tez çalışması kapsamında ayrıca raporlanacaktır. Uygulayıcılara, BDM destekli anlatımın kitap okumanın yerine değil ona ek olarak kullanılması ve yanıt seçimi stratejisinin önceden belirlenmesi önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Ciğerci, F. M. (2016). *İlkokul dördüncü sınıf Türkçe dersinde dinleme becerilerinin geliştirilmesinde dijital hikâyelerin kullanılması* [Doktora tezi, Anadolu Üniversitesi].
- Jalongo, M. R. (2010). Listening in early childhood: An interdisciplinary review of the literature. *International Journal of Listening*, 24(1), 1-18. <https://doi.org/10.1080/10904010903466279>
- Kasneci, E., Seßler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., Gasser, U., Groh, G., Günnemann, S., Hüllermeier, E., Krusche, S., Kutyniok, G., Michaeli, T., Nerdel, C., Pfeffer, J., Poquet, O., Sailer, M., Schmidt, A., Seidel, T., ... Kasneci, G. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and Individual Differences*, 103, 102274. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274>
- Özer Özkan, Y. ve Coşkun, L. (2015). Okul öncesi dönem çocuklarına yönelik dinleme becerilerini değerlendirme ölçeğinin geliştirilmesi. *Kalem Uluslararası Eğitim ve İnsan Bilimleri Dergisi*, 5(2), 67-98. <https://doi.org/10.23863/kalem.2017.52>
- Tonmoy, S. M. T. I., Zaman, S. M. M., Jain, V., Rani, A., Rawte, V., Chadha, A. ve Das, A. (2024). *A comprehensive survey of hallucination mitigation techniques in large language models* (arXiv:2401.01313). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2401.01313>
- Whitehurst, G. J., Epstein, J. N., Angell, A. L., Payne, A. C., Crone, D. A. ve Fischel, J. E. (1994). Outcomes of an emergent literacy intervention in Head Start. *Journal of Educational Psychology*, 86(4), 542-555. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.86.4.542>
- Xu, Y., Aubele, J., Vigil, V., Bustamante, A. S., Kim, Y.-S. ve Warschauer, M. (2022). Dialogue with a conversational agent promotes children's story comprehension via enhancing engagement. *Child Development*, 93(2), e149-e167. <https://doi.org/10.1111/cdev.13708>
- Zhang, Z., Xu, Y., Wang, Y., Yao, B., Ritchie, D., Wu, T., Yu, M., Wang, D. ve Li, T. J.-J. (2022). StoryBuddy: A human-AI collaborative chatbot for parent-child interactive storytelling with flexible parental involvement. *CHI Conference on Human Factors in Computing Systems Proceedings* içinde (Makale No. 218). ACM. <https://doi.org/10.1145/3491102.3517479>

SÜRDÜRÜLEBİLİR SPORCU GELİŞİMİNDE “ANTRENMAN İÇİN ANTRENMAN” EVRESİNİN İNCELENMESİ

Doktora, Yaren MAT¹

**Trakya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü,
Beden Eğitimi ve Spor, Edirne, Türkiye,
yarenmat20@trakya.edu.tr, ORCID: 0009-0003-9979-2262**

Doç. Dr. Cüneyt TAŞKIN²

**Trakya Üniversitesi, Kırkpınar Spor Bilimleri Fakültesi
Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği, Edirne, Türkiye
cuneyttaskin@trakya.edu.tr - Orcid: 0000-0001-5219-4837**

Arş. Gör. Dr. Berkant AYDEMİR³

**Trakya Üniversitesi, Kırkpınar Spor Bilimleri Fakültesi
Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği, Edirne, Türkiye
berkantaydemir@trakya.edu.tr - Orcid: 0000-0001-7321-3291**

Arş. Gör. Nazlıcan TAŞTAN⁴

**Trakya Üniversitesi, Kırkpınar Spor Bilimleri Fakültesi
Rekreasyon, Edirne, Türkiye
nazlicantastan560@trakya.edu.tr - Orcid: 0000-0001-8736-9983**

Özet

Uzun Süreli Sporcu Gelişimi (Long-Term Athlete Development [LTAD]) modeli, sporcuların fiziksel, teknik ve psikososyal gelişimini birbirini izleyen evreler kapsamında ele alan ve spora yaşam boyu katılımı destekleyen bir yaklaşımdır. Bu sistematik derlemenin amacı, modelin “Antrenman İçin Antrenman” evresine ilişkin araştırmaları inceleyerek biyolojik olgunlaşma, antrenman planlaması, spor uzmanlaşması ve psikososyal destek unsurlarının sürdürülebilir sporcu gelişimiyle ilişkisini değerlendirmektir. Çalışma, PRISMA 2020 raporlama çerçevesi esas alınarak hazırlanmıştır. Google Akademik, Academia.edu, Web of Science, PubMed ve Scopus ile çalışmada belirtilen ek kayıt/listelerde yürütülen taramada 520.250 kayıt belirlenmiş; ön eleme ve uygunluk değerlendirmesi sonunda 30 çalışma incelemeye alınmıştır. Araştırmaların bulguları dört temada sentezlenmiştir: biyolojik olgunlaşma ve fiziksel performans; erken uzmanlaşma ve yaralanma; kadın sporcularda gelişimsel özellikler; antrenör, aile ve kurum desteği. Bulgular, aynı kronolojik yaştaki sporcuların antrenmana verdikleri yanıtların farklılaşabileceğini, yüklenmelerin büyüme ve olgunlaşma göstergelerine göre düzenlenmesinin önem taşıdığını ortaya koymaktadır. Spor uzmanlaşması ile yaralanma arasındaki ilişkinin tüm

örneklemlerde aynı yönde olmaması, branşın ve antrenman bağlamının birlikte değerlendirilmesini gerektirmektedir. Gelişimin fiziksel boyutuyla sınırlı kalmaması; antrenör, aile ve kurumlar arasındaki eşgüdümün de gözetilmesi gerektiği anlaşılmaktadır. Sonuç olarak “Antrenman İçin Antrenman” evresinin sürdürülebilir biçimde yürütülmesi, bireyselleştirilmiş antrenman, düzenli izleme ve çok boyutlu sporcu desteğini birlikte gerektirmektedir.

Anahtar Kelimeler: Uzun Süreli Sporcu Gelişimi, LTAD, Antrenman İçin Antrenman, Biyolojik Olgunlaşma, Sistematiik Derleme

AN ANALYSIS OF THE “TRAINING FOR TRAINING” PHASE IN SUSTAINABLE ATHLETE DEVELOPMENT

Abstract

The Long-Term Athlete Development (LTAD) model addresses athletes’ physical, technical and psychosocial development across interconnected stages and promotes lifelong participation in sport. This systematic review examined research focusing on the “Train to Train” stage, with particular attention to biological maturation, training design, sport specialization and psychosocial support in sustainable athlete development. The review was prepared using the PRISMA 2020 reporting framework. Searches of Google Scholar, Academia.edu, Web of Science, PubMed, Scopus and additional records/lists described in the manuscript identified 520,250 records; 30 studies were retained after screening and eligibility assessment. Findings were synthesized under four themes: biological maturation and physical performance; early specialization and injury; developmental considerations in female athletes; and support from coaches, families and institutions. The included studies suggest that athletes of similar chronological age may respond differently to training and that training loads should be considered alongside growth and maturation. Associations between specialization and injury were not consistent across samples, highlighting the importance of sport-specific context. Sustainable development also requires coordination among the adults and organizations supporting young athletes. Overall, the Train to Train stage should combine individualized training, ongoing monitoring and multidimensional athlete support.

Keywords: Long-Term Athlete Development, LTAD, Train to Train, Biological Maturation, Systematic Review

1. GİRİŞ

Sporcu gelişiminin sürdürülebilirliği, kısa dönemli performans kazanımlarının ötesinde, bireyin büyüme ve olgunlaşma sürecine uygun antrenman uyaralarıyla desteklenmesine bağlıdır. Çocukluk ve ergenlik döneminde fiziksel kapasitedeki değişimler doğrusal ilerlemez; benzer yaşlardaki sporcular arasında büyüme hızı, nöromüsküler gelişim ve toparlanma gereksinimleri bakımından belirgin farklılıklar bulunabilir. Bu nedenle antrenman yükünün yalnızca yarışma takvimi veya kronolojik yaş üzerinden belirlenmesi hem gelişim fırsatlarının yeterince değerlendirilmesini hem de aşırı yüklenme riskinin yönetilmesini güçleştirebilir. Genç sporcularda direnç antrenmanlarına ilişkin bulgular, uygun içerik ve yüklenme ilkeleriyle planlanan uygulamaların kas kuvveti ve atletik performansa katkı sağlayabileceğini göstermektedir (Granacher ve ark., 2016).

Uzun Süreli Sporcu Gelişimi (LTAD), sporla ilk karşılaşmadan yetişkinlikte performansın sürdürülmesine ve yaşam boyu fiziksel etkinliğe kadar uzanan gelişim sürecini aşamalı biçimde açıklayan bir çerçevedir. Modelin farklı sürümlerinde evre adları ve sayıları değişebilmekle birlikte temel yaklaşım, antrenman içeriğinin sporcunun gelişimsel özellikleriyle ilişkilendirilmesidir. “Antrenman İçin Antrenman” evresi, temel hareket becerilerinin daha yapılandırılmış fiziksel hazırlık ve branşa özgü çalışmalarla bütünleştirildiği kritik bir geçiş dönemini temsil eder. Genç sporcularda düzenli ve uygun biçimde yürütülen direnç antrenmanının fiziksel kapasite ve hareket becerileri üzerindeki yararları bu çerçevede değerlendirilebilir (Faigenbaum ve ark., 2016).

LTAD yaklaşımında fiziksel okuryazarlık, bireysel gelişim hızı, spor uzmanlaşması, periyodizasyon, yarışma planlaması ve destekleyici kurumların eşgüdümü birbiriyle ilişkili bileşenlerdir. Sporcunun uzun vadeli gelişimini yalnızca biyolojik adaptasyonla açıklamak yeterli değildir; sportif katılımın sürekliliği, psikolojik iyilik hâli ve sosyal çevrenin sunduğu olanaklar da gelişim sürecini şekillendirir. Genç sporcu gelişimi modellerini değerlendiren Varghese ve ark. (2022), modellerin uygulanmasında farklı gelişim alanlarının birlikte ele alınmasının önemini tartışmıştır.

Bu derlemede LTAD modelinin “Antrenman İçin Antrenman” evresi odağa alınarak, 2016–2026 döneminde yayımlanan araştırmaların bu evreyle ilişkili sonuçları incelenmiştir. Temel amaç, biyolojik olgunlaşma, fiziksel performans, yaralanma ve uzmanlaşma, kadın sporcuların gelişimsel özellikleri ile antrenör ve sosyal çevre desteği arasındaki ilişkileri sentezleyerek sürdürülebilir antrenman planlamasına yönelik çıkarımlar geliştirmektir.

1.1. Kuramsal Çerçeve

Uzun süreli sporcu gelişimi modelleri, çocuk ve genç sporcuların yalnızca erken dönem rekabetçi başarılarına odaklanan uygulamalara alternatif olarak şekillenmiştir. Bu modeller fiziksel okuryazarlığı, hareket çeşitliliğini ve gelişim dönemlerine uygun yüklenmeyi vurgular. Tek bir branşa erken yaşta yoğunlaşmanın olası yarar ve riskleri ise spor dalına, antrenman hacmine ve bireysel özelliklere göre değişmektedir. Brenner (2016), yoğun antrenman ile spor uzmanlaşmasının sağlıkla ilişkili sonuçlarının değerlendirilmesinde bu etkenlerin birlikte dikkate alınması gerektiğini belirtmiştir.

LTAD farklı kaynaklarda değişik evre adlandırmalarıyla sunulmaktadır. Bu çalışmanın konusu bakımından gelişim süreci, temel hareket becerilerinin edinilmesi, antrenman becerilerinin öğrenilmesi, yapılandırılmış antrenman yükünün artırılması, yarışma gerekliliklerine uyum ve yetişkinlikte sportif katılımın sürdürülmesi şeklinde özetlenebilir. Evre sınırları kesin kronolojik yaş eşikleri olarak değil, bireyin hazır bulunuşluğu ve gelişim düzeyiyle birlikte değerlendirilmelidir.

Temel hareket becerilerinin edinildiği dönemde, farklı hareket örüntülerinin oyun ve çok yönlü etkinlikler aracılığıyla geliştirilmesi ön plandadır.

Antrenman becerilerinin öğrenildiği dönemde, teknik temellerin yanı sıra hareket kalitesi, antrenman disiplini ve güvenli yüklenme alışkanlıklarının geliştirilmesi amaçlanır.

Yapılandırılmış antrenman ve yarışmaya hazırlık dönemlerinde fiziksel kapasite, teknik-taktik talepler ve toparlanma gereksinimleri arasında denge kurulması önem kazanır.

Üst düzey performans döneminde sportif hedefler daha özelleşirken yük yönetimi, performansın korunması ve sporcunun uzun vadeli sağlığı temel değerlendirme alanları olmaya devam eder.

Aktif sporculuk sonrasında yaşam boyu hareketli kalma ve sporla farklı roller üzerinden ilişkiyi sürdürme, gelişim yaklaşımının önemli bir boyutunu oluşturur (Brenner, 2016; Varghese ve ark., 2022).

Kronolojik yaş, organizasyon ve yarışma kategorilerinin belirlenmesinde pratik bir ölçüttür; buna karşın aynı yaş grubundaki sporcuların biyolojik olgunlaşma düzeyi benzer olmak zorunda değildir. Zirve boy uzama hızı (peak height velocity [PHV]) çevresindeki büyüme değişimleri, sporcunun fiziksel performansı ve antrenmana verdiği yanıtla ilişkili olabilir. Bu nedenle boy uzunluğu, vücut kütlesi ve performans göstergelerinin zaman içindeki değişimini izlemek, antrenman planlamasını daha bireysel bir zemine taşıyabilir (Murtagh ve ark., 2018; McQuilliam ve ark., 2020).

Biyolojik olgunlaşma ile fiziksel performans arasındaki ilişki özellikle kuvvet, sprint, sıçrama ve yön değiştirme becerileri açısından önem taşır. Gelişim sürecinde vücut boyutlarının değişmesi, kas-tendon özellikleri ve

nöromusküler koordinasyondaki uyarlanmalara eşlik eder. Mutlak kuvvette görülen artışların yorumlanmasında vücut kütlesi ve gelişim düzeyinin hesaba katılması gerekir. Genç futbolcular üzerinde yapılan çalışmada, bazı mutlak kuvvet göstergeleri olgunlaşma grupları arasında farklılaşırken vücut kütlesine göre değerlendirilen ölçümlerde aynı örüntü gözlenmemiştir (Cunha ve ark., 2020). Bu durum, performans testlerinin biyolojik olgunlaşmadan bağımsız ve tek başına değerlendirilmemesi gerektiğine işaret etmektedir.

Araştırma Tasarımı

Bu araştırma, LTAD modelinin “Antrenman İçin Antrenman” evresiyle ilişkili yayınları bir araya getiren sistematik derleme olarak yapılandırılmıştır. Raporlamada PRISMA 2020 ilkeleri esas alınmıştır. PRISMA, araştırmaların seçimi ve sonuçların şeffaf biçimde sunulmasını amaçlayan bir raporlama rehberidir; tek başına araştırmaların yöntemsel niteliğini güvence altına alan bir değerlendirme aracı değildir.

Literatür Taraması ve Veri Kaynakları

Taramanın gerçekleştirildiği kaynaklar önceki araştırma dosyasında Google Akademik, Academia.edu, Web of Science, PubMed ve Scopus ile yedi ek kayıt/liste olarak bildirilmiştir. Google Akademik ve Academia.edu, bibliyografik veri tabanlarıyla aynı kapsam ve indeksleme özelliklerine sahip olmadığından kaynak türleri ayrı sınıflandırılmalıdır. Dosyada aramaların kesin yürütülme tarihleri, kaynak başına kayıt sayıları, yedi ek listenin adları ve her platformun birebir arama dizgileri yer almadığı için tarama mevcut kayıtlarla bütünüyle yeniden üretilmemektedir. Bu ayrıntılar orijinal arama geçmişlerinden tamamlanmadan eksiksiz yinelenebilirlik iddiasında bulunulamaz.

Bildirilen kavramlar “Long-Term Athlete Development”, “LTAD”, “Train to Train”, “Antrenman İçin Antrenman”, “biological maturation” ve “youth athletes” ifadelerini kapsamaktadır. 2016–2026 yayın aralığı ile konuya ilişkin ölçütler belirtilmiştir. Yalnızca yöntem açıklamasını örneklemek üzere önerilebilecek bir arama şablonu şöyledir: (“long-term athlete development” OR LTAD OR “train to train”) AND (“biological maturation” OR “youth athletes” OR training OR injury). Bu dizgi geriye dönük olarak gerçekleşmiş bir sorgu kabul edilmemeli; kullanılan her veri tabanının özgün dizgileri, alan sınırlamaları, filtreleri ve son arama tarihi ek dosyada sunulmalıdır (Page ve ark., 2021).

Dahil Etme ve Dışlama Kriterleri

Çalışmaların seçimi için yayın dönemi, tam metne erişim, konu uygunluğu ve araştırma tasarımı ölçütleri birlikte değerlendirilmiştir.

Dahil Etme Kriterleri:

- LTAD modelinin “Antrenman İçin Antrenman” evresini ve bu evredeki antrenman/gelişim uygulamalarını doğrudan veya dolaylı olarak inceleyen çalışmalar,
- 2016-2026 yılları arasında yayımlanmış, güncel verileri içeren araştırmalar,
- Biyolojik olgunlaşma, motor beceri gelişimi, periyodizasyon veya sakatlık riskleri konularını ele alan ampirik ve teorik araştırmalar,
- Tam metnine ulaşılan ve hakemli dergilerde yayınlanmış akademik yayınlar.

Dışlama Kriterleri:

- 2016-2026 yılı öncesinde yayımlanmış çalışmalar,
- LTAD modelinin diğer evrelerine (ör. “Okul Öncesi”, “Antrenman İçin Yarışma” vb.) odaklanan ve bu evreyle ilişkisi kurulamayan çalışmalar,
- Ölçme araçlarıyla/yöntemleri uyumsuz olan (n=15) ve araştırma modeli uyuşmayan (n=37) yayınlar,
- Sektörel/alan farklılığı gösteren (n=11) veya tam metnine ulaşılabilen (n=13) çalışmalar.

Çalışmaların Seçimi ve Eleme Süreci (PRISMA Akışı)

İlk taramada toplam 520.250 kayıt bildirilmektedir. Çalışmaların seçimi, mükerrer kayıtların çıkarılması, otomatik/diğer filtrelerle ön eleme, başlık-özet taraması ve tam metin uygunluk değerlendirmesi aşamalarından oluşmuştur. Sayısal akış, Şekil 1’de gösterilen PRISMA diyagramıyla birlikte değerlendirilmelidir.

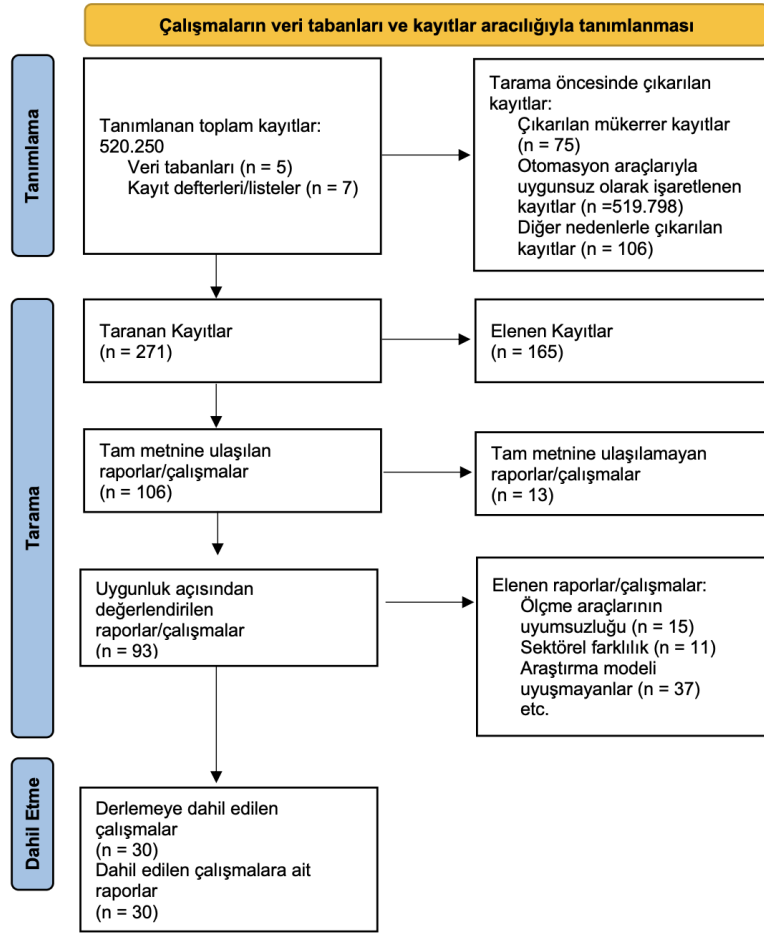
Ön elemelerde 75 mükerrer kayıt, otomatik filtrelerle 519.798 kayıt ve diğer nedenlerle 106 kayıt çıkarılmıştır. Böylece başlık ve özet değerlendirmesine 271 kayıt kalmıştır.

Başlık ve özetleri incelenen 271 kaydın 165’i konuya uygun bulunmamış ve 106 çalışma tam metin incelemesine yönlendirilmiştir.

Tam metnine ulaşılabilen 13 çalışma dışlanmış; 93 çalışma uygunluk değerlendirmesine alınmıştır.

Uygunluk aşamasında ölçüm/yöntem uyumsuzluğu (n=15), konu veya alan farklılığı (n=11) ve araştırma deseni uyumsuzluğu (n=37) gerekçeleriyle 63 çalışma dışlanmıştır.

Değerlendirme sonunda 30 çalışma derlemeye dahil edilmiştir. Seçim basamakları ve dışlama gerekçeleri Şekil 1’de özetlenmiştir.



Şekil 1. PRISMA 2020 Akış Diyagramı

Verilerin Çıkarılması ve Analizi

Otuz çalışmadan yazar ve yıl, örneklem, araştırmanın amacı, değerlendirme yöntemi ve başlıca bulgular çıkarılarak Tablo 2’de özetlenmiştir. Araştırma tasarımları, popülasyonlar ve çıktı ölçütleri heterojen olduğundan meta-analiz yapılmamış, anlatısal ve tematik sentez tercih edilmiştir. Kaynak dosyada iki bağımsız değerlendiricinin görev dağılımı, görüş ayrılıklarının çözümü, önceden tanımlı bir kalite/yanlılık riski ölçeği ya da çalışma bazlı puanlar belgelenmemiştir. Dolayısıyla çalışma kalitesinin sistematik olarak değerlendirildiği söylenemez; bu işlem, uygun tasarıma özgü araçlarla yeniden ve belgelenebilir biçimde gerçekleştirilmeli, her çalışmanın sonucu ayrıca raporlanmalıdır.

3. BULGULAR

Tablo 2. Uzun Süreli Sporcu Gelişimi (LTAD) Üzerine Yapılan Araştırmaların Özeti

Yazar / Yıl	Araştırmanın Amacı	Örneklem	Ölçüm Araçları / Yöntem	Temel Bulgular
Granacher vd. (2016)	Direnç antrenmanlarının kas kondisyonu ve performansa etkisini değerlendirmek.	Farklı olgunlaşma evrelerindeki genç sporcular	Standartlaştırılmış etki büyüklüğü (ES); Rhea sınıflaması	Kuvvet ve atletik performans artmaktadır; planlamada biyolojik olgunlaşma esas alınmalıdır.
Mahfouz vd. (2025)	Yüzme antrenörlerinin LTAD bilgi düzeylerini belirlemek.	348 yüzme antrenörü	Tanımlayıcı tarama	LTAD bilgi düzeyi düşük bulunmuştur (%48,46).
Jialu vd. (2026)	Yetenek tespiti ve geliştirme politikalarının sporcu deneyimlerindeki yansımalarını incelemek.	Singapur'da 38 üst düzey sporcu	25 maddelik çevrimiçi anket	Erken uzmanlaşmadan çok geç branşlaşmanın yaygın olduğu bildirilmiştir.
Azahra vd. (2025)	Veri destekli oyun temelli antrenmanın basketbol becerilerine etkisini incelemek.	20 basketbolcu (11-14 yaş)	FIBA LiveStats; Oyun Performans Değerlendirme Aracı	Deney grubunda teknik ve taktik beceriler anlamlı düzeyde gelişmiştir.
Ulia, I.I., & Dwi, D.R.A.S. (2025).	LTAD temelli uzun atlama modelinin uygulanabilirliğini incelemek.	11-16 yaş aralığındaki okul sporcuları	Uzun atlama testleri; ön-son test; t-testi	Teknik beceri ve performansta anlamlı artış saptanmıştır.
Murtagh ve ark. (2018)	Olgunlaşma dönemlerine göre sprint ve sıçrama özelliklerini karşılaştırmak.	213 elit futbolcu; 113 kontrol (N=326)	10/20 m sprint; dikey/yatay sıçrama; PHV	Sürat ve patlayıcı güç ayırt edicidir; etkileri olgunlaşmaya göre değişir.
Cunha vd. (2020)	Olgunlaşmanın diz ekstansör kuvveti ve kas mimarisi üzerindeki etkisini incelemek.	34 erkek futbolcu (13-18 yaş)	Kas hacmi/mimarisi; izometrik ve dinamik tork	Mutlak tork olgunlaşma sonrası grupta yüksek; kütleye oranlanan sonuçlarda anlamlı etki yoktur.
Singh vd. (2026)	LTAD temelli 12 haftalık kondisyon programının etkisini incelemek.	100 erkek U16 kriketçi (50 deney; 50 kontrol)	Hız, dayanıklılık, kuvvet, çeviklik, esneklik saha testleri	Deney grubunun fiziksel uygunluk ölçütleri kontrolden anlamlı düzeyde yüksektir.
Supriyanto vd. (2025)	12 haftalık LTAD temelli antrenman yönetimini değerlendirmek.	30 öğrenci-sporcu (13-17 yaş)	VO ₂ max, kuvvet, çeviklik; motivasyon/memnuniyet anketleri	VO ₂ max gelişmiş; kuvvet ve çeviklikte ortalama %12 artış bildirilmiştir.
Björndal vd. (2018)	Elit gelişim yolundaki sporcu deneyimlerini araştırmak.	Genç hentbol/futbolcular; antrenör ve yöneticiler	Görüşmeler; tematik içerik analizi	Çoklu takım katılımı yük ve rol çatışması yaratabilir; kurumlar arası koordinasyon önemlidir.
Till vd. (2022)	Uygulayıcıların LTAD bilgisi, bağlılığı ve güçlüklerini değerlendirmek.	236 antrenör ve beden eğitimi öğretmeni	Friedman analizi; tematik analiz	Farkındalık yüksek; olgunlaşma takibi ve değerlendirme uygulamalarında eksiklikler vardır.
Rosa vd. (2025)	Özerklik destekleyici antrenör eğitiminin etkisini incelemek.	19 yaş altı sporcular ve aileleri	Ön-son anketler; antrenör gözlemleri	Özerklik destekleyici uygulamalarda %85 artış bildirilmiştir.
Biese vd. (2020)	Voleybolda uzmanlaşma ile sakatlık öyküsünün ilişkisini incelemek.	1.588 kız lise voleybolcusu	Sezon öncesi anket; regresyon; ki-kare	Orta/yüksek uzmanlaşma, daha fazla geçmiş sakatlık bildirimiyle ilişkili bulunmuştur.
DiCesare vd. (2020)	Tek bacak inişte motor koordinasyonu ve başarılı denemeleri incelemek.	38 ergen kadın sporcu	Biyomekanik analiz; UCM/VUCM-VORT	Başarılı inişlerde eklem sinerjisi ve kütle merkezi kontrolü daha karardır.

Yazar / Yıl	Araştırmanın Amacı	Örneklem	Ölçüm Araçları / Yöntem	Temel Bulgular
Kramers, S., Thrower, S. N., Steptoe, K., & H	Ebeveynlerin 5C psikososyal gelişimine desteğini incelemek.	30 futbol akademisi ebeveyni	6 odak grup; tematik analiz	Teşvik ve geri bildirim önemlidir; ebeveyn-antrenör iletişim eksikliği temel güçlütür.
Frome vd. (2019)	Futbolda uzmanlaşma ve geçmiş sakatlık ilişkisini belirlemek.	2.123 elit genç erkek futbolcu	Sakatlık öyküsü, türü, şiddeti ve bölgesi	Uzmanlaşma düzeyi ile geçmiş sakatlık olasılığı arasında anlamlı ilişki bulunmamıştır.
Onodera vd. (2026)	LTAD ilkelerinin kurumsal uygulamaya aktarımını incelemek.	Kanadalı LTAD paydaşları	Yarı yapılandırılmış görüşme; doküman ve tematik analiz	LTAD, kültürel ve branşa özgü biçimde uyarlanıp geri bildirime geliştirilmiştir.
Gholami vd. (2024)	Oyun temelli karatenin beceri ve fiziksel aktivite keyfine etkisini incelemek.	20 kız karateci (6-8 yaş)	Keyif Alma Ölçeği; sarı kuşak testi; ANCOVA	Aktiviteden alınan keyif artmış, teknik becerilerde anlamlı grup farkı görülmemiştir.
Fitrianto vd. (2024)	Yüzme antrenörlerinin gelişim yaklaşımlarını incelemek.	10 yüzme antrenörü (35-55 yaş)	Görüşmeler; Likert tipi anketler	LTAD bilinmekle birlikte ilkeleri tutarlı biçimde uygulanmamaktadır.
Camelisa vd. (2026)	Oyun temelli kricket atış modelini değerlendirmek.	30 ilkökul öğrencisi (9-12 yaş)	ADDIE; ön-son test; t-testi	Temel atış becerileri gelişmiş; model geleneksel yaklaşımdan daha etkili bulunmuştur.
Barker-Ruchti vd. (2018)	Altı ülkede gelişim yönetişimi yaklaşımlarını karşılaştırmak.	6 ülke; 58 belge; 14 uzman görüşmesi	Doküman analizi; derinlemesine görüşmeler	Sporcu gelişim modelleri tarihsel, sosyopolitik ve ekonomik koşullarla şekillenmektedir.
Emmonds vd. (2020)	Yaş gruplarındaki sezonluk fiziksel gelişim farklılıklarını incelemek.	U10, U12, U14 ve U16 sporcular	Sprint, 505, CMI, izometrik kuvvet, Yo-Yo testleri	Fiziksel özellikler farklı gelişim ötürütleri gösterir; yükler bireyselleştirilmelidir.
Gerber vd. (2021)	Menarş ve olgunlaşmanın kızlarda motor uygunluğa etkisini izlemek.	58 kız çocuğu; 2 yıllık takip	Sürat, çeviklik, koordinasyon ve patlayıcı kuvvet testleri	Motor performans ötürütleri olgunlaşmaya göre değişmiş; takip sonunda grup farkı kalmamıştır.
Doyle-Baker vd. (2020)	Kayak dışı spor çeşitliliğini ve sağlık/sakatlık durumunu incelemek.	96 genç kayakçının ebeveyni (9-14 yaş)	Fiziksel aktivite ve sakatlık anketleri	Çok branşlı katılımın temel hareket becerilerine katkısı vurgulanmıştır.
Granacher vd. (2017)	Bir yıllık eğitimin fiziksel, bilişsel ve akademik etkisini incelemek.	45 ilkökul öğrencisi	7 fiziksel test; d2, ELFE, HSP, DEMAT	Fiziksel uygunluk gelişmiş; bilişsel/akademik performansta olumsuz etki görülmemiştir.
Dobrijević vd. (2020)	Jimnastik ve atletizmin motor becerilere etkisini karşılaştırmak.	81 çocuk (34 atletizm; 47 jimnastik)	Antropometri; motor yetenek testleri	Branşlar farklı motor yetenekleri destekler; çok yönlü gelişim önerilir.
Wright vd. (2016)	Olgunlaşmaya göre HIIT yanıtlarını karşılaştırmak.	37 genç kız futbolcu	8 haftalık HIIT; sprint, çeviklik, Yo-Yo	Aynı yaş grubunda antrenman yanıtları biyolojik olgunlaşmaya göre farklılaşmıştır.
Brownlee vd. (2018)	Futbolcularda olgunlaşmaya göre izometrik kuvveti değerlendirmek.	155 akademi futbolcusu; 93 kontrol	Pre/Mid/Post-PHV; izometrik orta uyluk çekişi	Rutin futbol antrenmanı tek başına yeterli olmayabilir; hedefli kuvvet çalışması önerilir.
Mosewich vd. (2020)	LTAD boyunca psikososyal beceri ve dayanıklılığı incelemek.	Kanadalı ergen ve genç yetişkin sporcular	Psikolojik dayanıklılık değerlendirmesi	Psikososyal gelişim dinamik olup uygun antrenör/program desteğiyle korunabilir.
Fort-Vanmeerhaeghe vd. (2022)	Menstrüel fazların sıçrama ve üst beden dayanıklılığına etkisini incelemek.	32 elit ergen basketbol/voleybolcu	Üç menstrüel döngü boyunca tekrarlı performans ölçümleri	Erken foliküler fazda nöromusküler performansın daha düşük olduğu bildirilmiştir.

Dahil edilen çalışmaların sonuçları dört başlıkta bir araya getirilmiştir: (1) biyolojik olgunlaşma ve fiziksel performans, (2) uzmanlaşma ve yaralanma, (3) kadın sporcularda gelişimsel özellikler, (4) antrenör ve sosyal çevre desteği. Temaların ayrıntılı yorumları izleyen tartışma bölümünde sunulmuştur.

Antrenör bilgisi ve kurumsal koordinasyona odaklanan araştırmalar, önerilen gelişim ilkelerinin sahada uygulanmasının ayrı bir sorun olduğunu düşündürmektedir (Till ve ark., 2022; Bjørndal ve Ronglan, 2018). Çalışmaların çoğunun nedensel çıkarım sağlamayan gözlemsel veya nitel tasarımlar içermesi, bazı

müdahalelerin küçük örneklerle yürütülmesi ve çalışma bazlı yanlışlık riski değerlendirmesinin henüz bulunmaması, genellemelerin temkinle yapılmasını gerektirmektedir. Tablo 2 bu nedenle kanıtların büyüklüğünü ya da kalitesini derecelendiren bir sıralama olarak değil, yayınların amaç ve bulgularını karşılaştırmalı biçimde sunan betimleyici bir sentez olarak okunmalıdır.

LTAD yaklaşımının temel katkısı, aynı kronolojik yaş grubundaki sporcuların fizyolojik ve nöromusküler bakımdan farklı gelişim basamaklarında bulunabileceğini dikkate almasıdır. Murtagh ve ark. (2018) ile Wright ve ark. (2016) bulguları, sprint ve kuvvet gibi özelliklerin yorumunda biyolojik olgunlaşmanın hesaba katılması gerektiğine işaret etmektedir. Granacher ve ark. (2016), direnç antrenmanının kas uygunluğu üzerindeki olumlu etkilerini sentezlemiş; antrenman biçimi ve gelişim dönemi arasında farklı yanıtlar bulunduğunu belirtmiştir. Cunha ve ark. (2020) ise mutlak ve vücut kütlelerine göre düzeltilmiş kuvvet göstergelerinin aynı sonuca götürmeyebildiğini göstermektedir. Bulgular arasında doğrudan çelişki bulunduğunu söylemek yerine kullanılan performans göstergesinin, ölçeklemenin ve gelişim evresinin belirleyici olabileceği göz önüne alınmalıdır. Bu durum, antrenman planlamasının yalnızca yaş kategorisi ya da tek bir fiziksel teste dayandırılmasının sınırlılığını ortaya koymaktadır.

Erken tek branş uzmanlaşmasının bütün spor dallarında aynı düzeyde yaralanma riski yarattığına ilişkin kesin bir hüküm mevcut karşılaştırmadan çıkarılamaz. Biese ve ark. (2020), 1.588 lise kız voleybolcusunda orta ve yüksek uzmanlaşma düzeylerini daha fazla geçmiş yaralanma bildirimiyle ilişkili bulmuştur. Buna karşılık Frome ve ark. (2019), 2.123 elit erkek genç futbolcuda uzmanlaşma ile önceki yaralanma olasılığı arasında anlamlı ilişki saptamamıştır. Her iki araştırma da geçmiş yaralanmaların bildirimine dayanmaktadır ve gözlemsel bulgulardan nedensellik sonucu üretilemez. Spor dalına özgü yüklenme, sezon uzunluğu, katılım yoğunluğu, oyuncu seçilimi ve yaralanmanın tanımlanması farklı bulguların ortaya çıkmasına katkıda bulunmuş olabilir. Bjørndal ve Ronglan (2018) tarafından vurgulanan eş zamanlı kulüp, okul ve temsil takımı yükleri bu çerçeveyi genişletmektedir: yalnızca uzmanlaşma derecesi değil, toplam yükün kurumlar arasında nasıl yönetildiği de değerlendirilmelidir.

Kadın sporculara ilişkin çalışmalar, pubertal gelişim, menarş ve menstrüel döngüyle bağlantılı bireysel değişimlerin performans değerlendirmesinde göz ardı edilmemesi gerektiğini gündeme getirmektedir (Gerber ve ark., 2021; Fort-Vanmeerhaeghe ve ark., 2022). Bununla birlikte küçük örneklem ve farklı izleme protokollerinden elde edilen sonuçlar, her sporcuda belirli bir döngü fazının zorunlu olarak performans düşüşüne yol açtığı şeklinde genellenemez. Sporcuların belirtileri, toparlanma göstergeleri ve kendi zaman içindeki performans örüntüleri değerlendirilirken sağlık mahremiyeti ve gönüllülük korunmalıdır. Antrenmanın

bireyselleştirilmesi için takvimsel faz varsayımlarından çok doğrulanabilir bireysel veriler ve klinik değerlendirme birlikte kullanılmalıdır.

LTAD ilkelerinin kuramsal düzeyde kabul edilmesi ile günlük antrenman uygulamalarına aktarılması aynı şey değildir. Till ve ark. (2022) uygulayıcıların olgunlaşma takibi ve değerlendirmede karşılaştığı güçlükleri öne çıkarırken Bjørndal ve Ronglan (2018) sporcu gelişiminde kurumlar arasındaki eşgüdümü tartışmaktadır. Kramers ve ark. (2023), ailelerin sporcu gelişimine katkısını ebeveyn deneyimleri üzerinden incelemiştir. Bu çalışmaların ortak yönü, antrenör, aile, okul ve kulüp arasındaki iletişimin sporcu gelişiminde önemli olabileceğini göstermesidir; fakat nitel araştırmalar ile müdahale tasarımlarının aynı düzeyde nedensel kanıt sunduğu varsayılmaz. Antrenman planlamasının sürdürülebilirliği, performans hedeflerinin yanında spora devamlılık, psikolojik iyi oluş ve bireysel ihtiyaçların izlenmesini gerektirir.

Dahil edilen çalışmaların sonuçları dört başlıkta bir araya getirilmiştir: (1) biyolojik olgunlaşma ve fiziksel performans, (2) uzmanlaşma ve yaralanma, (3) kadın sporcularda gelişimsel özellikler, (4) antrenör ve sosyal çevre desteği. Temaların ayrıntılı yorumları izleyen tartışma bölümünde sunulmuştur.

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Fiziksel Performans, Nöromüsküler Adaptasyonlar ve Biyolojik Olgunlaşma: İncelenen araştırmalar, çocuk ve ergen sporcularda fiziksel uygunluk ve nöromüsküler adaptasyonların kronolojik yaş yerine biyolojik olgunlaşma evrelerine (PHV/zirve boy uzama hızı) göre şekillendiğini doğrulamaktadır. Elit genç sporcularda, 8 haftalık rutin antrenmanların izometrik maksimal kuvvet gelişimi için (MVF/MTP) tek başına yetersiz kaldığı, LTAD süreci boyunca yaş ve olgunlaşma evrelerine (pre, mid, post PHV) özel hedeflenmiş kuvvet ve kondisyonlama programlarının antrenmanlara entegre edilmesi gerektiği gösterilmiştir (Brownlee ve ark., 2018). Ergen sporcularda kronolojik yaş yerine biyolojik olgunlaşma düzeyinin dikkate alınması ve antrenman yüklerinin olgunlaşma evresine göre bireyselleştirilmesi gerektiği tespit edilmiştir (Wright ve ark., 2016). Bunun yanı sıra ergenlik öncesi ve ergenlik dönemindeki sporcularda sürat, yön değiştirme, kuvvet ve aerobik kapasitenin gelişim dinamiklerinin yaş kategorilerine göre farklılaştığı; bu nedenle biyolojik olgunlaşma durumunun göz önüne alınmasının şart olduğu vurgulanmıştır (Emmonds ve ark., 2020). Olgunlaşma durumunun kas hacmi ve izometrik tork değerleri üzerinde tek başına anlamlı bir etkisinin bulunmadığı kaydedilmiştir (Cunha ve ark., 2020). Çocukluk çağındaki temel motor yetenek kazanımlarında ise oyun temelli müdahalelerin ve branş seçimlerinin belirgin etkileri saptanmıştır. Başlangıç hazırlık evresindeki 9 yaş kız çocuklarının düzenli antrenman evresinde genel motor yetenek kapasitelerini daha hızlı geliştirdiği belirlenmiştir (Dobrojevic ve ark., 2020). Yüksek antrenman hacmine rağmen ergenlik öncesi çocuklarda vücut

kompozisyonu ve akademik başarıda olumsuz bir gerileme yaşanmadığı, elit spor okulu öğrencilerinin fiziksel uygunluk testlerinde kontrol grubuna kıyasla anlamlı derecede yüksek gelişim gösterdiği tespit edilmiştir ($p<0.05$) (Granacher ve Borde, 2017). 9-12 yaş grubu çocuklarda oyun temelli antrenmanların temel teknik beceriler, fiziksel uygunluk ve derse katılım keyfini istatistiksel olarak anlamlı düzeyde artırdığı ortaya koyulmuştur (Barlian ve Octa, 2026; Camelisa ve ark., 2026; Gholami ve ark., 2024; Singh, 2026; Supriyanto ve ark., 2025).

Erken Uzmanlaşma, Sakatlık Riskleri ve Biyomekanik: Erken yaşta tek bir branşta uzmanlaşmanın sakatlık riski ve biyomekanik kontrol yetersizlikleri ile doğrudan ilişkili olduğu gösterilmektedir. Lise kız voleybolcuları üzerinde yürütülen çalışmada, yüksek düzeyde uzmanlaşmış sporcuların düşük düzeyde uzmanlaşan akranlarına kıyasla daha önce sakatlık bildirme olasılıklarının ve 12 aydaki sakatlık oranlarının anlamlı derecede yüksek olduğu ortaya koyulmuştur (Biese ve ark., 2020). Branş çeşitliliğinin temel hareket becerilerini geliştirdiği vurgulanırken, kız çocuklarının alt ekstremitte sakatlığı yaşama oranının (%12), erkek çocuklarına (%7) kıyasla belirgin şekilde yüksek olduğu görülmektedir (Doyle-Baker ve Emery, 2020). Elit erkek genç sporcularda spora bağlı uzmanlaşma düzeyi ile önceki sakatlık geçirme olasılığı arasında anlamlı bir ilişki bulunmadığı da bildirilmiştir (Frome ve ark., 2019). Sakatlık mekanizmaları ve motor kontrol boyutunda, ergen kadın sporcularda biyolojik olgunlaşma süreçlerine göre motor kontrol becerilerinin izlenmesi gerektiği belirtilmiştir (DiCesare ve ark., 2020). Niteliksel boyutta ise takım spor ortamında gelişen genç yeteneklerin kulüp, okul, bölgesel ve milli takım gibi birden fazla yapıda aynı anda yer almasının aşırı antrenman yüküne, rol çatışmasına ve fiziksel / zihinsel tükenmişliğe yol açtığı tespit edilmiştir (Bjorndal ve Ronglan, 2018). Yetenek tespiti yapılan sporcularda erken uzmanlaşma yerine geç branşlaşmanın daha yaygın olduğu gözlemlenmiştir (Jiau ve ark., 2026).

Menstrüel Döngü ve Kadın Sporcularda Gelişimsel Parametreler: Kadın sporcularda menstrüel döngü fazlarının ergen sporcularda nöromüsküler performans üzerinde doğrudan ampirik dalgalanmalara yol açtığı öne sürülmektedir. Elit ergen kadın sporcularda 3 doğal döngü boyunca izlenen araştırmada; menstrüasyonun gerçekleştiği Erken Foliküler Fazda (EFP), dikey sıçrama yüksekliğinde ($p<0.01$) ve üst vücut kuvvet dayanıklılığında ($p=0.01$) diğer fazlara kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük performans sergilediği saptanmıştır. Bu dönemde performansı optimize etmek ve sakatlık riskini azaltmak adına menstrüel döngü takibinin yapılması ve bireyselleştirilmiş (LTAD) antrenman programının uygulanması gerektiği vurgulanmıştır (Fort-Vanmeerhaeghe ve ark., 2022). Kız çocuklarında menstrüasyon başlangıcının motor performansı üzerindeki etkilerini inceleyen boylamsal çalışmada ise, menstrüasyon sonrası grupta başlangıçta

üst vücut patlayıcı kuvvetin anlamlı derecede yüksek olduğu ($p<0.05$), takip sonunda ise gruplar arasında el-göz koordinasyonu ve sürat değerlerinde anlamlı fark kalmadığı gözlemlenmiştir. Kız çocuklarında motor kapasitelerine dayalı spor potansiyelinin doğru tahmin edilmesinin menstrüasyon dönemine girmişten 1-2 yıl sonra mümkün hale geldiği rapor edilmiştir (Gerber ve Kruger, 2021).

Antrenör Tutumları, Uygulayıcı Algıları ve Psikososyal Gelişim: LTAD modellerinin sahadaki uygulanabilirliği antrenörlerin bilgi, tutum ve pedagojik yaklaşımlarına bağlıdır. Antrenörlerin LTAD sağlama konusunda sorumluluklarının bilincinde olmalarına rağmen büyüme, olgunlaşma, izleme ve değerlendirme ile ilgili bazı uygulamalarda eksiklikler ve zorluklar yaşadığı belirtilmiştir (Till ve ark., 2022). Benzer şekilde yüzme antrenörlerinin LTAD kavramını bildikleri ancak bunu tutarlı bir şekilde uygulamadıkları (Efrianto ve ark., 2024); Ürdün'deki yüzme antrenörlerinin ise LTAD modeline ilişkin bilgi düzeylerinin genel olarak düşük olduğu (%48,46) tespit edilmiştir (Mahfouz ve ark., 2025). Otonomi destekleyici antrenörlük stillerinin entegre edildiği müdahale programlarının katılım özelliğini destekleyen pratiklerde %85'lik bir artış sağladığı ve sporcu bağlılığını yükselttiği görülmüştür (Rosa ve Hibbs, 2025). İngiliz profesyonel genç futbol akademisinde 5C gelişim çerçevesini desteklemek için antrenörlerin teşvik sağlama ve geri bildirim kişiselleştirme stratejilerini kullandıkları belirlenmiştir (Kramers ve ark., 2023). Kanada LTAD modeli çatısı altında “Antrenman İçin Antrenman” evresinde genç sporcularda doğru antrenör ve program desteği sağlandığında psikososyal becerilerin, psikolojik dayanıklılığın ve esenlik halinin korunduğu ortaya koyulmuştur (Mosewich, 2020). Bunun yanı sıra LTAD ilkelerinin kurumsal yapılara entegre edilmesi ve sürdürülebilir kılınmasında sosyo-politik bağlamlar, finansal koşullar, ebeveyn / antrenör iletişimi ve paydaş deneyimlerinin kritik rol oynadığı doğrulanmıştır (Barker-Ruchti ve ark., 2018; Harwood, 2023; Onodera ve Kawai, 2026). Son olarak, FIBA.LIVESTATS verilerine dayalı LTAD antrenman tasarımlarının genç sporcularda antrenman kalitesini ve performans değerlendirme doğruluğunu artırdığı bildirilmiştir (Azahra ve ark., 2025; Ulis ve Dwi, 2025).

Bulgular birlikte değerlendirildiğinde, genç sporcularda performans gelişiminin tek biçimli ve doğrusal bir süreç olmadığı anlaşılmaktadır. Çalışmalar biyolojik olgunlaşma, branşa özgü yüklenme, hareket çeşitliliği ve sosyal çevrenin farklı düzeylerde etkili olabildiğini göstermektedir. Araştırma tasarımlarındaki ve örneklemelerdeki farklılıklar nedeniyle bu ilişkileri bütün sporcular için aynı düzeyde geçerli nedensel sonuçlar şeklinde yorumlamak uygun değildir.

“Antrenman İçin Antrenman” evresinde sürdürülebilirlik, sporcunun mevcut performansını artırırken gelecekteki gelişim potansiyelini ve sağlığını korumayı gerektirir. Bu amaçla antrenman yükünün büyüme ve olgunlaşma göstergeleriyle birlikte izlenmesi, yük artışlarının kademeli olarak planlanması ve erken yaşta tek

yönlü uygulamalar yerine hareket çeşitliliğinin değerlendirilmesi önem taşır. Antrenör, aile, okul ve spor kulübü arasındaki eşgüdüm, sporcunun farklı ortamlarda maruz kaldığı toplam yükü görmeyi kolaylaştırabilir.

Kadın sporcuların gelişiminde menarş ve menstrüel döngüye ilişkin bireysel deneyimlerin dikkate alınması, sporcunun ihtiyaçlarına duyarlı bir izleme yaklaşımının parçası olabilir. Mevcut çalışmalarda belirli fazlarda performans farklılıkları bildirilse de bu sonuçlardan bütün kadın sporculara uygulanabilecek tek tip yüklenme kuralları çıkarılamaz. Kararlar, sporcunun bildirdiği belirtiler, toparlanma durumu, performans eğilimleri ve sağlık profesyonellerinin değerlendirmesiyle birlikte verilmelidir.

Sonuç olarak “Antrenman İçin Antrenman” evresi, yalnızca kuvvet, sürat veya dayanıklılığın artırıldığı bir dönem olarak değerlendirilmemelidir. Bu evre; bedensel gelişim, antrenman alışkanlığı, psikososyal iyilik hâli ve spora devamlılığın birlikte şekillendiği bir geçiş sürecidir. Araştırmaların ortak yönü, bireye özgü izleme ve planlamanın önemini vurgulamalarıdır. Gelecekte yapılacak boylamsal ve kontrollü araştırmaların, farklı spor dallarında biyolojik olgunlaşma ile antrenman yükünün etkileşimini ve uzun vadeli katılım sonuçlarını birlikte incelemesi önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Azahra, F., Lubay, L. H., Ramadhan, K., & Qolbi, M. H. (2025). The Effect of Statistical Data Base Method on Improving Basketball Playing Skills For Adolescent Athletes Aged 13-14 Years. *Jurnal Penjakora*, 12(1).
- Barker-Ruchti, N., Schubring, A., Aarresola, O., Kerr, R., Grahn, K., & McMahon, J. (2018). Producing success: A critical analysis of athlete development governance in six countries. *International Journal of Sport Policy and Politics*, 10(2), 215-234.
- Biese, K. M., McGuine, T. A., Kliethermes, S. A., Bell, D. R., Post, E. G., Watson, A. M., Brooks, M. A., & Lang, P. J. (2020). Sport specialization and sport participation opportunities and their association with injury history in female high school volleyball athletes. *Physical therapy in sport : official journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine*, 45, 86–92. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2020.06.005>
- Bjørndal, C. T., & Ronglan, L. T. (2018). Orchestrating talent development: Youth players' developmental experiences in Scandinavian team sports. *Sports Coaching Review*, 7(1), 1-22.
- Brenner, J. S. (2016). Sports specialization and intensive training in young athletes. *Pediatrics*, 138(3).
- Brownlee, T. E., Murtagh, C. F., Naughton, R. J., Whitworth-Turner, C. M., O'Boyle, A., Morgans, R., ... & Drust, B. (2018). Isometric maximal voluntary force evaluated using an isometric mid-thigh pull differentiates English Premier League youth soccer players from a maturity-matched control group. *Science and Medicine in Football*, 2(3), 209-215.
- Camelisa, R., Bafirman, S., Komaini, A., Bakhtiar, S., Barlian, E., & Ockta, Y. (2026). Development of a Fun Games-Based Cricket Training Model to Enhance Basic Bowling Techniques for 9-12 Year-Old Primary School Students. *Balneo and PRM Research Journal* 2026, 17 (1), 1001.
- Cunha, G. D. S., Vaz, M. A., Herzog, W., Geremia, J. M., Leites, G. T., & Reischak-Oliveira, Á. (2020). Maturity status effects on torque and muscle architecture of young soccer players. *Journal of sports sciences*, 38(11-12), 1286-1295.
- DiCesare, C. A., Bonnette, S., Myer, G. D., & Kiefer, A. W. (2020). Differentiating successful and unsuccessful single-leg drop landing performance using uncontrolled manifold analysis. *Motor Control*, 24(1), 75-90.
- Dobrijević, S., Ćosić, M., Pajić, S. K., Grujić, S., & Moskovljević, L. (2020). The Development of Motor Abilities of Young Athletes and Gymnasts in the Initial Preparation Phase. *Facta Universitatis, Series: Physical Education and Sport*, 497-507.
- Doyle-Baker, P. K., & Emery, C. A. (2020). Self-reported physical activity, injury, and illness in Canadian adolescent ski racers. *Frontiers in sports and active living*, 2, 32.

- Emmonds, S., Sawczuk, T., Scantlebury, S., Till, K., & Jones, B. (2020). Seasonal changes in the physical performance of elite youth female soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(9), 2636-2643.
- Faigenbaum, A. D., Lloyd, R. S., MacDonald, J., & Myer, G. D. (2016). Citius, Altius, Fortius: beneficial effects of resistance training for young athletes: narrative review. *British journal of sports medicine*, 50(1), 3-7.
- Fitrianto, A. T., Prayoga, H. D., Rizky, O. B., Sutresna, N., Sinulingga, A., Syahrudin, S., & Prabowo, T. A. (2024). Perspectives towards training approaches to skill achievement in swimming athletes: mixed methods. *Physical Culture, Recreation and Rehabilitation*, 3(2), 86-93.
- Fort-Vanmeerhaeghe, A., Milà-Villarrol, R., Pujol-Marzo, M., Casadevall-Sayeras, P., Nieto-Guisado, A., Nevot-Casas, O., & Peña, J. (2022). Effects of Menstrual Cycle Phases on Neuromuscular Performance in Elite Adolescent Female Team Sport Athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 10-1519.
- Frome, D., Rychlik, K., Fokas, J., Chiampas, G., Jayanthi, N., & LaBella, C. (2019). Sports specialization is not associated with greater odds of previous injury in elite male youth soccer players. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 29(5), 368-373.
- Gerber, B., Pienaar, A. E., & Kruger, A. (2021). Influences of differing menarche status on motor capabilities of girls, 13 to 16 years: a two-year follow-up study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(11), 5539.
- Gholami, A., Mousavi, S. M., Naeimikia, M., & Sofizadeh, P. (2024). The effect of game-based karate training on the learning of basic techniques and enjoyment of physical activity in children. *Journal of Physical Education*, 35, e3506.
- Granacher, U., & Borde, R. (2017). Effects of sport-specific training during the early stages of long-term athlete development on physical fitness, body composition, cognitive, and academic performances. *Frontiers in physiology*, 8, 810.
- Granacher, U., Lesinski, M., Büsch, D., Muehlbauer, T., Prieske, O., Puta, C., ... & Behm, D. G. (2016). Effects of resistance training in youth athletes on muscular fitness and athletic performance: a conceptual model for long-term athlete development. *Frontiers in physiology*, 7, 194685.
- Jialu, L., Koe, I., & Sonk, L. K. (2026). Talent Development in Sport: A Survey of Policy and Practice in Singaporean Athletes. *Asian Exercise and Sport Science Journal*, 10(1).
- Kramers, S., Thrower, S. N., Steptoe, K., & Harwood, C. G. (2023). Parental strategies for supporting children's psychosocial development within and beyond elite sport. *Journal of Applied Sport Psychology*, 35(3), 498-520.
- Mahfouz, O., Ermaily, Z., & Kilani, H. (2025). Knowledge of the Long-Term Athlete Development (LTAD) Model from the Perspective of Swimming Coaches in Jordan. *International Journal of Sports Science and Arts*, 30(1), 7-37.

- McQuilliam, S. J., Clark, D. R., Erskine, R. M., & Brownlee, T. E. (2020). Free-weight resistance training in youth athletes: a narrative review. *Sports medicine (Auckland, NZ)*, 50(9), 1567.
- Mosewich, A. (2020). Supporting Athlete Psychosocial Development: A Longitudinal Mixed-Method Study of Psychosocial Skills, Resilience, and Well-Being.
- Murtagh, C. F., Brownlee, T. E., O'Boyle, A., Morgans, R., Drust, B., & Erskine, R. M. (2018). Importance of speed and power in elite youth soccer depends on maturation status. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(2), 297-303.
- Onodera, S., & Kawai, T. (2026). Designing and overcoming challenges in the athlete development system for speed skating in the case of Canada. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 17479541261441430.
- Rosa, E. D., & Hibbs, E. (2025). Coaching with Purpose: Integrating Self-Determination Theory (SDT) into Sports Coaching Styles. *Tim, Coaching with Purpose: Integrating Self-Determination Theory (SDT) into Sports Coaching Styles* (January 21, 2025).
- Singh, S. (2026). Differential Adaptations in Muscular Strength and Flexibility Following a Structured Conditioning Program in Adolescent Cricketers: Implications for Long-Term Athletic Development. *International Journal of Special Education*, 41(18s), 843-849.
- Supriyanto, C., Siantoro, G., Sifaq, A., Arief, N. A., Ayubi, N., Pramono, M., ... & Putri, F. F. P. (2025). Optimizing Training Management Through Long-Term Athlete Development (LTAD) Framework. *ABDIMAS: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 8(3), 1472-1480.
- Till, K., Lloyd, R. S., McCormack, S., Williams, G., Baker, J., & Eisenmann, J. C. (2022). Optimising long-term athletic development: An investigation of practitioners' knowledge, adherence, practices and challenges. *PloS one*, 17(1), e0262995.
- Ulia, I. I., & Dwi, D. R. A. S. (2025). Development of a Long-Term Athlete Development Model for Long Jump Training Using the IRSA Jumping Exercise Method. *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 5(4), 1381-1395.
- Varghese, M., Ruparell, S., & LaBella, C. (2022). Youth athlete development models: a narrative review. *Sports Health*, 14(1), 20-29.
- Wright, M. D., Hurst, C., & Taylor, J. M. (2016). Contrasting effects of a mixed-methods high-intensity interval training intervention in girl football players. *Journal of Sports Sciences*, 34(19), 1808-1815.

ENGELSİZ SPOR: BİREYSEL KATILIM, İMKANLAR VE ERİŞİLEBİLİRLİK YAKLAŞIMI

Doktora, Yaren MAT¹

**Trakya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü,
Beden Eğitimi ve Spor, Edirne, Türkiye,
yarenmat20@trakya.edu.tr, ORCID: 0009-0003-9979-2262**

Doç. Dr. Cüneyt TAŞKIN²

**Trakya Üniversitesi, Kırkpınar Spor Bilimleri Fakültesi
Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği, Edirne, Türkiye
cuneytaskin@trakya.edu.tr - Orcid: 0000-0001-5219-4837**

Arş. Gör. Nazlıcan TAŞTAN³

**Trakya Üniversitesi, Kırkpınar Spor Bilimleri Fakültesi
Rekreasyon, Edirne, Türkiye
nazlicantastan560@trakya.edu.tr - Orcid: 0000-0001-8736-9983**

Arş. Gör. Dr. Berkant AYDEMİR⁴

**Trakya Üniversitesi, Kırkpınar Spor Bilimleri Fakültesi
Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği, Edirne, Türkiye
berkantaydemir@trakya.edu.tr - Orcid: 0000-0001-7321-3291**

Özet

Spor ve fiziksel aktivite, bireylerin bütüncül iyi oluşunu destekleyen temel bir insan hakkıdır. Engelli bireyler, spor tesislerindeki fiziksel yetersizlikler, kapsayıcı kuralların eksikliği ve uyarlanmış teknolojilere erişimin sınırlı olması nedeniyle spora katılımda çeşitli kısıtlılıklarla karşılaşmakta ve sedanter yaşam tarzına bağlı sağlık riskleriyle karşı karşıya kalmaktadır. Bu çalışmanın amacı, engelli bireylerin spora bireysel katılım süreçlerini, sunulan tesis ve altyapı imkanlarını ve teknolojik erişilebilirlik yaklaşımlarını bütüncül bir çerçevede değerlendirmektir. Çalışma, nitel araştırma yaklaşımlarından doküman analizi yöntemine dayalı bir derleme olarak yürütülmüştür. Bu kapsamda son beş yılda yayımlanmış akademik makaleler, raporlar, mevzuat ve uluslararası rehberler kapsamlı biçimde incelenmiştir. Elde edilen dokümanlar “bireysel katılım”, “imkanlar” ve “erişilebilirlik yaklaşımı” ana temaları çerçevesinde içerik analizine tabi tutularak sentezlenmiştir. İncelenen dokümanlar, spora katılımın engelli bireylerde kardiyovasküler, kas-iskelet ve ruh sağlığını belirgin biçimde geliştirdiğini ortaya koymaktadır. Bireysel katılımın sürdürülebilirliği, sağlık odaklı rehabilitasyondan (S-P) refah (O-R) ve performans odaklı (T-S) düzeylere uzanan aşamalı ve multidisipliner destek mekanizmalarını

gerektirmektedir. Ayrıca mevcut spor imkânlarında kapsayıcı tasarım eksikliğinin sürdüğü, teknolojik ve analitik araçların ise para-sporcuların özel gereksinimlerine yeterince uyarlanmadığı belirlenmiştir. Sonuç olarak engelsiz bir spor ekosisteminin oluşturulabilmesi için fiziksel mekân düzenlemelerinin ötesinde, kapsayıcı tasarım ilkelerinin ve erişilebilir yardımcı teknolojilerin sürece entegre edilmesi büyük önem taşımaktadır.

Anahtar kelimeler: Engelsiz Spor, Bireysel Katılım, İmkanlar, Erişilebilirlik Yaklaşımı

INCLUSIVE SPORT: AN APPROACH TO INDIVIDUAL PARTICIPATION, OPPORTUNITIES, AND ACCESSIBILITY

Abstract

Sport and physical activity constitute a fundamental human right that supports the holistic well-being of individuals. Due to physical inadequacies in sports facilities, the lack of inclusive rules and limited access to adapted technologies, individuals with disabilities face various constraints on sports participation and are exposed to health risks associated with a sedentary lifestyle. The aim of this study is to evaluate, within a holistic framework, the individual sports participation processes of individuals with disabilities, the facility and infrastructure opportunities available to them, and technological accessibility approaches. The study was conducted as a review based on document analysis, one of the qualitative research approaches. Within this scope, academic articles, reports, legislation and international guidelines published in the last five years were comprehensively examined. The documents obtained were synthesised through content analysis within the framework of three main themes: “individual participation”, “opportunities” and “accessibility approach”. The documents reviewed reveal that sports participation markedly improves cardiovascular, musculoskeletal and mental health in individuals with disabilities. The sustainability of individual participation requires progressive and multidisciplinary support mechanisms extending from health-oriented rehabilitation (S-P) to well-being (O-R) and performance-oriented (T-S) levels. Furthermore, it was determined that a lack of inclusive design persists in existing sports facilities and that technological and analytical tools are not sufficiently adapted to the specific needs of para-athletes. In conclusion, establishing a barrier-free sports ecosystem requires, beyond physical space modifications, the integration of inclusive design principles and accessible assistive technologies into the process.

Keywords: Barrier-Free Sport, Individual Participation, Opportunities, Accessibility Approach

1. GİRİŞ

Spor ve fiziksel aktivite; bireylerin fiziksel, zihinsel ve sosyal esenliğini destekleyen en temel insan haklarından biridir. Özel gereksinimli veya engelli bireylerin spor faaliyetlerine aktif ve eşit katılımı hususunda küresel düzeyde ciddi aksaklıklar ve erişilebilirlik engelleri varlığını sürdürmektedir. Tesis altyapılarındaki fiziki yetersizlikler, kapsayıcı kural düzenlemelerinin yokluğu ve özelleştirilmiş ekipman eksiklikleri; bu bireylerin motivasyon kaybı yaşamasına, kısıtlı seçeneklerle baş başa kalmasına ve nihayetinde sosyal dışlanmaya maruz kalmasına yol açmaktadır. Spor ekosisteminde fırsat eşitliğini sağlamak, sadece mevcut engelleri tespit etmekle değil kanıta dayalı kapsayıcı tasarım ilkelerini ve yenilikçi yardımcı teknolojileri de sürece entegre etmekle mümkündür (Muniba ve Sharma, 2025).

Söz konusu bütüncül erişilebilirlik yaklaşımı fiziki çevre ve kural uyarlamalarının ötesinde, günümüz spor teknolojilerindeki gelişmeler ve veri analitiği çözümleriyle de doğrudan ilişkilidir. Son yıllarda giderek yaygınlaşan sensör tabanlı altyapılar ve analitik sistemler; antrenman metotlarında, sporcu performans takibinde ve oyun içi strateji yönetiminde önemli ilerlemeler sağlamıştır. Uyarlanmış spor branşlarının artan varlığına rağmen veri analitiği araçlarının ve dijital çözümlerin engelli bireylerin özel gereksinimlerine göre erişilebilir kılınması hususu literatürde halen yeterince keşfedilmemiştir (Khuruna ve ark., 2021).

Bu çalışma son 5 yılda yayımlanan literatürü temel alan bir derleme çalışması olup; engelli bireylerin spora bireysel katılım süreçlerini, sunulan tesis ve altyapı imkanlarını ve teknolojiyi de kapsayan bütüncül erişilebilirlik yaklaşımlarını değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Çalışma kapsamında katılımın önündeki engellerin tespiti, mevcut imkanların kapsayıcı tasarım ilkeleriyle incelenmesi ve engelsiz bir spor ekosistemi için uygulamaya dönük çözüm önerilerinin sunulması hedeflenmektedir.

1.1. Kuramsal Çerçeve

Bireysel Katılım

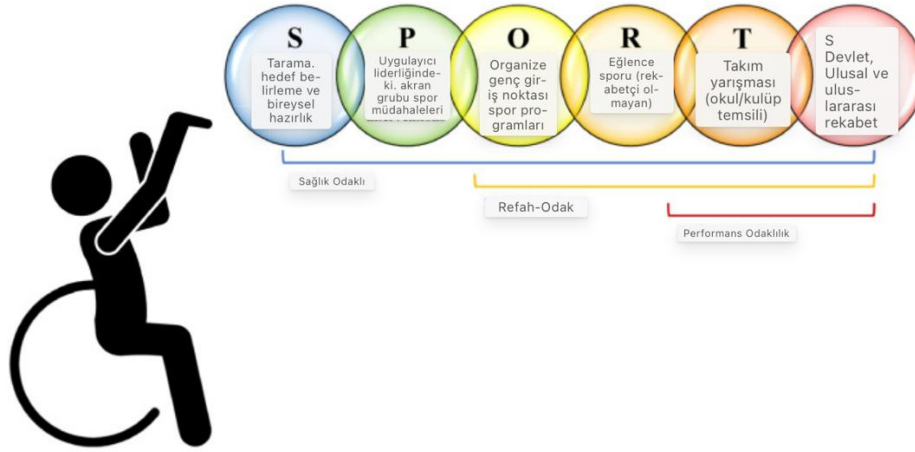
Engelli bireylerin spor ve fiziksel aktivitelere katılımının genel sağlık durumunun korunması, yaşam kalitesinin artırılması ve sosyal entegrasyonun sağlanması açısından kritik bir role sahiptir. Küresel düzeyde engelli bireylerin fiziksel aktivite rehberlerinde önerilen seviyelere ulaşma olasılığının, engeli bulunmayan bireylere kıyasla belirgin şekilde düşük olduğu (%16-%62) ve bu durumun sedanter yaşam tarzına bağlı ikincil sağlık risklerini artırdığı görülmektedir. Haftada en az 150 dakikalık düzenli fiziksel aktivitelerin engelli bireylerde kardiyovasküler dayanıklılığı, kas-iskelet sistemi zindeliğini, kardiyometabolik değerleri ve zihinsel sağlığı anlamlı derecede geliştirdiği ortaya koyulmaktadır (Ginis ve ark., 2021).

Engelli bireyleri spora başlama ve katılımı sürdürme süreçleri çoğunlukla fiziksel, bilişsel, psikolojik, sosyal ve çevresel engellerle kısıtlanabilmektedir. Bireysel katılımın sürdürülebilir kılınması, bireyin ihtiyaçlarına yanıt veren kademeli bir yol haritasını gerektirmektedir. Bu noktada öne çıkan SPOR Katılım Çerçevesi (SPORTS Participation Framework), Engelli bireylerin spora giriş yapmalarını, katılımlarını sürdürmelerini ve gelişim göstermelerini açıklayan 6 aşamalı ve sektörler arası bütüncül bir model sunmaktadır.

Sağlık Odaklı Aşamalar (S-P): Tarama, hedef belirleme ve bireysel hazırlık süreçlerini kapsayan “S” aşaması ile uygulayıcı ve akran liderliğindeki spora odaklı sağlık müdahalelerini içeren “P” aşamasından oluşmaktadır. Bu başlangıç aşamasında; hekimler, fizyoterapistler, psikologlar, sosyal hizmet uzmanları ve beden eğitimi uzmanlarından oluşan multidisipliner bir ekibin desteğiyle yürütülen, aile ve birey merkezli değerlendirme süreçleri hayata geçirilmektedir.

Refah Odaklı Aşamalar (O-R): Gençler için organize spor programlarına geçiş noktası olan “O” aşaması ile rekabetçi olmayan eğlence ve rekreasyon sporlarını kapsayan “R” aşamasını içermektedir. Birey bu seviyede sosyal uyumunu artırmakta ve hareket becerilerini geliştirmektedir.

Performans Odaklı Aşamalar (T-S): okul veya kulüp düzeyindeki takım yarışmalarını kapsayan “T” aşaması ile ulusal ve uluslararası düzeydeki yüksek seviye rekabeti temsil eden “S” aşamasından oluşmaktadır.



Şekil 1. SPORT katılım çerçevesi (Clutterbuck ve ark., 2024).

Engelli bireylerin spora katılımı tek boyutlu bir eylem olmayıp, sağlık odakları rehabilitasyon ve hazırlık süreçlerinden başlayarak refah ve performans odaklı spor faaliyetlerine doğru ilerleyen dinamik bir süreçtir. Bireysel katılımın teşvik edilmesi yalnızca bir sağlık gereksinimi değildi. Doğru destek mekanizmaları, multidisiplinler yaklaşımlar ve kademeli katılım modelleri ile güçlendirilmesi gereken temel bir haktır (Clutterbuck ve ark., 2024).

İmkanlar

Engelli bireyleri spora katılım düzeylerini belirleyen en temel unsurlardan biri sunulan çevresel, kurumsal ve altyapısal imkanların niteliğidir. Engelli bireylerin ve ailelerinin genel spor kulüplerine ve tesislerine erişimde hem yapısal hem sosyal boyutta bir dizi problemle karşılaştıkları görülmektedir. Spor kulüpleri ve tesis yöneticileri engelli bireyleri bünyelerine dahil etme niyetinde olsa bile, kapsayıcı programların nasıl kurgulanacağı, ortamın nasıl uyarlanacağı ve gerekli uzmanlık desteğinin nasıl sağlanacağı konularında bilgi ve beceri eksikliği yaşamaktadır. Bu durum, sunulan spor imkanlarının yetersiz kalmasına veya mevcut olmasına rağmen erişilebilir olmamasına yol açmaktadır. Topluluk tabanlı fiziksel aktivite programları ve spor kulüpleri arasındaki iş birliği modelleri; engelli bireylerin ana akım spor imkanlarına erişimini kolaylaştırmak, altyapısal engelleri aşmak ve fırsat eşitliği sağlamak adına kritik bir imkan alanı oluşturmaktadır. Sporda imkanların geliştirilmesi; sadece fiziki mekan ve ekipman tedarikiyle sınırlı kalmayıp, kurumsal bilgi birikiminin artırılmasını ve topluluk odaklı kapsayıcı programların yaygınlaştırılmasını da içermektedir (Pochstein, 2022).

Farklı engel gruplarına yönelik özel basketbol ve tenis tekerlekli sandalyeleri, tandem bisikletler, işitsel uyarıcılar içeren ekipmanları gibi uyarlanmış spor imkanlarını ve yardımcı teknoloji destekli ekipman olanaklarının sağlanması bireylerin yaşam kalitesini doğrudan artırmaktadır (Chen ve ark., 2024).

Kitchin ve ark. (2025) bu kapsamda, büyük spor stadyumlarının ve tesislerin mimari/yapısal erişilebilirliği, engelli bireylerin hem sporcu hem de seyirci olarak katılımında kritik bir rol oynadığını, tesislerin standart bir ölçekle değerlendirilmesini ve geliştirilmesini gerektirmektedir. Geleneksel tesis altyapılarında kapsayıcı tasarım ilkelerinin eksikliği, bireylerin sunulan olanakların bağımsız yararlanmasını kısıtlamaktadır. Topluluk tabanlı fiziksel aktivite programları, stadyum erişilebilirlik standartları ve özelleştirilmiş ekipman imkanları, engelli bireylerin ana akım spor olanaklarına erişimini kolaylaştırmak, altyapısal engelleri aşmak ve fırsat eşitliği sağlamak adına birincil imkan alanı oluşturmaktadır.

Spor kulüpleri, engelli bireyleri topluma ve spora entegre etme noktasında sosyal alan sunmaktadır. Kulüp yöneticileri ve antrenörler engelli bireyleri bünyelerine katma konusunda istekli olsalar dahi; tesislerin fiziki uyarlamaları, özel ekipman temini, kapsayıcı antrenman programlarının tasarlanması ve bu süreçler için gerekli mali/uzmanlık kaynaklarının sağlanması konusunda önemli kısıtlamalar yaşamaktadır. Spor kulüplerinin sunduğu imkanların işlevsel hale gelmesi, yalnızca iyi niyetli bir katılımcı kabul politikasından öte, kulüp altyapılarının ve operasyonel olanakların engelsiz tasarım ilkeleri doğrultusunda dönüştürülmesini zorunlu kılmaktadır (Pierre ve ark., 2024).

Bu durum, küresel ölçekteki istatistiki veriler ve uluslararası raporlarla da desteklenmektedir. WHO (World Healty Organization) verilerine göre, günümüzde dünya nüfusunun yaklaşık %16'sını oluşturan 1,3 milyar

engelli birey, sağlık ve spor sistemlerinde karşılaştıkları yapısal engeller nedeniyle engelli olmayan bireylere kıyasla daha kötü sağlık koşullarıyla mücadele etmekte ve daha erken yaşta hayatını kaybetmektedir. Meydana gelen bu olumsuz tabloyu ortadan kaldırmak amacıyla WHO, engelli kapsayıcılığını temel bir insan hakkı ve sağlık ilkesi olarak ilan etmiş, üye ülkelere engellilerin fiziksel aktivite, spor ve sağlık imkanlarına eşit erişimini sağlamak adına 40 maddelik kapsamlı bir acil eylem planı sunmuştur. Gerek uluslararası politika düzeyinde atılan bu adımlar gerekse spor kulüpleri ile tesislerin operasyonel dönüşümü, engelli bireylerin spora katılımını bir ayrıcalık veya münferit bir tercih olmaktan çıkarıp, kanıta dayalı bir hareket imkanı ve temel bir sağlık hakkı olarak kurumsallaştırmaktadır (World Healty Organization, 2022).

Erişilebilirlik Yaklaşımı

Spor alanında kapsayıcı politikalar ve sosyal farkındalıktaki artışa rağmen, engelli bireylerin geleneksel ve ana akım spor faaliyetlerine katılımında erişilebilirlik kaynaklı multidisipliner engeller varlığını sürdürmektedir. Erişilebilir spor tesislerinin ve fiziki altyapının yetersizliğinin yanı sıra, bilgiye sınırlı erişim, antrenör ile spor kulübü yöneticilerinin kapsayıcı nitelikteki eğitim eksiklikleri ve yerleşik sağlamcı zihniyetin getirdiği tutumsal ayrımcılığın, engelli bireylerin sporu aktif katılımını doğrudan kısıtladığını göstermektedir (Elipre-Lorenzo ve ark., 2025).

Bu kısıtlamalar erişilebilirlik olgusunun yalnızca fiziksel mekan ve mimari düzenlemelerle kısıtlanamayacağını, aksine sosyo-çevresel ve yönetmen boyutları da içeren çok katmanlı bir yapıyı barındırdığını açıkça ortaya koymaktadır. Nitekim sporda sosyal engeller üzerine yürütülen güncel literatür incelemelerinde, engelli bireylerin sportif süreçlerde 37 farklı sosyal engelle karşı karşıya kaldığı ve bu engellerin spor yönetimi literatüründe henüz yeterli düzeyde ele alınmadığı görülmektedir (Viegas ve ark., 2025).

Teori ve yönetim boyutundaki bu kısıtlamaların ve gereksinimlerin somutlaşması için spor tesislerinin fiziki ve mimari altyapılarında evrensel tasarım ilkelerinin uygulanmasıyla mümkündür. Mimarlık, spor bilimleri ve engellilik çalışmalara odaklı disiplinler arası araştırmalar; esneklik, sadelik ve adil kullanım ilkelerine dayanan mekânsal düzenlemelerin sporda erişilebilirliği doğrudan artırdığını ortaya koymaktadır. Özellikle spor tesislerinde engelsiz girişlerin inşa edilmesi, kapsayıcı oyun ve hareket alanlarının oluşturulması ile duyuşal dostu tasarım elemanlarının sürece dahil edilmesi, farklı yetenek gruplarının kullanıcı deneyimini ve spora katılımını üst seviyeye çıkarmaktadır. Spor altyapısında benimsenecek bütüncül bir evrensel mimari yaklaşım, engelli bireylerin yalnızca tesislere fiziki erişimini garantilemekle kalmayıp sosyal entegrasyonu ve toplumsal kapsayıcılığı da pekiştiren kritik bir işlev üstlenmektedir (Cvetkovska, 2024).

Sporda ve fiziksel aktivite ve erişilebilirlik sadece fiziksel ve mimari çevre düzenlemeleriyle de sınırlı değildir, günümüzde gelişen dijital sağlık teknolojileri ve yenilikçi yaklaşımlar da bu sürece yeni bir boyut kazandırmıştır. Telekomünikasyon sistemleri, giyilebilir teknolojiler, sanal ve artırılmış gerçeklik, yapay zeka ve bulut bilişim gibi ileri teknolojilerin engelli bireylerin egzersiz ve rehabilitasyon programlarına erişiminde kritik fırsatlar sunduğu görülmektedir. Bu teknolojiler fiziksel, psikososyal ve çevresel engeller nedeniyle spor alanlarına erişmekte zorlanan bireyler için zaman ve mekandan bağımsız, kişiselleştirilmiş ve güvenli hareket ortamları yaratmaktadır. Sporda tam erişilebilirliğin sağlanabilmesi, geleneksel mimari çözümler ile dijital teknoloji entegrasyonunun bir arada kurgulandığı yenilikçi ve kapsayıcı bir ekolojik sistemin kurulmasını gerektirmektedir (Willingham ve ark., 2024).

Rodriguez Macias ve ark. (2022) literatürde çoklu veri tabanlarına göre, genel erişilebilirlik ilkeleri ve teknolojik entegrasyonlara ek olarak, spora aktif katılım sağlayan para-sporcuların antrenman ve performans süreçlerinde karşılaştıkları özgül engellerin yönetilmesi de erişilebilirlik yaklaşımının ayrılmaz bir parçasıdır. Para-sporcuların antrenman devamlılığında antrenörlerin ve ailelerin destekleyici rollerinin yanı sıra öz saygı, motivasyon ve stres yönetimi gibi psikolojik faktörlerin belirleyici olduğu belirtilmektedir.

Finansal destek yetersizlikleri, medyada görünürlüğün azlığı ve sporcuların başkalarına olan bağımlılık düzeyleri, antrenman ve performans süreçlerini kısıtlayan başlıca nedenler olarak öne çıkmaktadır. Bu doğrultuda Paralimpik komiteler, federasyonlar ve antrenörler tarafından benimsenecek kapsayıcı politikalar yalnızca tesislere erişimi değil sporcuların antrenman sürdürülebilirliğini ve sosyoekonomik destek mekanizmalarına erişimini de güvence altına almalıdır (Vieira ve ark., 2021).

Tüm altyapısal, teknolojik ve yönetsel süreçlerin sahada karşılık bulabilmesi ise engelli bireylerin doğrudan kendi beyanlarına dayanan kullanıcı odaklı ihtiyaç analizlerinin sürece dahil edilmesine bağlıdır. Nitekim engelli bireylerle yürütülen nitel odak grup araştırmaları, sporda erişilebilirliğin yalnızca standart programlarla sağlanamayacağını, bireylerin kendi tercihlerine uygun programları seçebilecekleri yerel ve kullanıcı merkezli bir yapının şart olduğunu göstermektedir. Ayrıca engelli sporu eğitmenlerinin mesleki uzmanlıklarının geliştirilmesi, erişilebilir tesislerin yaygınlaştırılması ve bu tesislerin işletiminde engelli kullanıcıların görüşlerinin aktif olarak dikkate alınması gerekmektedir (Oh ve So, 2022).

2. YÖNTEM

Literatür Tarama Stratejisi ve Veri Kaynakları

Yöntemsel açıdan nitel araştırma geleneği içindeki belgesel tarama (doküman analizi) yaklaşımını temel alan bu çalışma, kuramsal bir derleme çalışmasıdır. Engelli bireylerin spora bireysel katılım süreçlerini, sunulan tesis ve

altyapı imkanlarını ve teknolojik erişilebilirlik yaklaşımlarını mevcut ampirik literatür veriler ışığında tartışmaya açmayı hedeflemektedir.

Araştırma kapsamında ilgili literatürün taranması amacıyla 2021-2026 yılları arasında yayımlanmış çalışmalar için Google Scholar, Scopus, PubMed, Web of Science, ve Science Direct veri tabanları kullanılmıştır. Tarama sürecinde veri seti bazında içeriksel boyut, akademik nitelik ve tam metin erişim uygunlukları temel alınmıştır. Analize dahil edilecek çalışmaların belirlenmesinde, konu odağındaki tematik kümelenmeyi doğru yansıtmak adına yalnızca yabancı dildeki (ingilizce) kaynaklar dikkate alınmıştır. Bu doğrultuda tarama matrisinde kullanılan başlıca anahtar kavramlar: “Accessible Sports”, “Individual Participation”, “Opportunities”, “Accessibility Approach” olarak belirlenmiştir.

Belirlenen kavramlar doğrultusunda gerçekleştirilen ilk taramada Google Scholar (n=32.514), Scopus (n= 3.184), PubMed (n= 1.135), Web of Science (n= 1.440), ve Science Direct (n= 98.758) olmak üzere toplam 137.031 kayda ulaşılmıştır. Söz konusu kaynak havuzundan öncelikle mükerrer kayıtlar (n= 1788), otomasyon araçlarıyla uyumsuz kaynaklar (n= 132.809) ve araştırma konusu kapsamı dışında kalan diğer nedenlere bağlı kaynaklar (n= 1693) çıkarılmıştır. Bu ön filtreleme aşamasından sonra başlık ve özet düzeyince incelenmek üzere 741 kayıt belirlenmiştir.

Dahil Etme ve Hariç Tutma Kriterleri

Araştırmanın örneklem havuzunu netleştirmek amacıyla başlık ve özet taramasına tabi tutulan 741 kayıttan, belirlenen yapısal kriterleri karşılamayan 534 kaynak hariç tutulmuştur. Dışlama kriteri olarak ise alansal farklılık barındıran, araştırmanın kavramsal modeliyle uyuşmayan ve farklı ölçek yapıları kullanan çalışmalar belirlenmiştir. Özet taraması sonucunda uygun bulunan 111 raporun tam metin erişime hedeflenmiş fakat 42 raporun tam metnine ulaşamadığı tespit edilmiştir. Geriye kalan 69 rapor, uygunluk değerlendirmesi açısından metodolojik olarak derinlemesine incelenmiştir. Tam metin üzerinden yapılan bu son değerlendirmede amaca uygun 16 çalışma araştırmaya dahil edilmiştir.

3. BULGULAR

1. Sağlık Durumu, Fiziksel Aktivite ve Küresel Politikalar: Engelli bireylerde Kronik hastalık prevalansı yüksek olsa da fiziksel aktivite katılımı düşüktür. Mevcut yasalara rağmen kapsayıcı programlar için sürdürülebilir politika desteği gereklidir (Kilgore ve ark., 2024). Haftada 150 dakikadan az aktivitenin bile sağlık kazanımı sağladığı ve küresel eylem planlarının kaynak ve yasal düzenlemelerle desteklenmesi gerektiği vurgulanmıştır (Ginis ve ark., 2021). WHO verilerine göre 1,3 milyar engelli birey, yapısal engeller nedeniyle kötü sağlık koşullarıyla mücadele etmektedir. WHO, bu olumsuzluğu gidermek adına engelli kapsayıcılığını

insan hakkı ilan etmiş ve 40 maddelik bir acil eylem planı sunmuştur. Uluslararası politikalar ve tesislerin dönüşümü, spora katılımı bir ayrıcalık değil, hak olarak kurumsallaştırmaktadır (World Healty Organization, 2022).

2. Kurumsal Yapı, Tesisler ve Altyapı: SPORTS çerçevesi, sektörler arası net iletişim ve yönetim sağlayarak yaşam boyu spora katılımı desteklemektedir (Clutterbuck ve ark., 2024). Evrensel mimari yaklaşımı, yalnızca fiziki erişimi değil sosyal entegrasyon da pekiştirmektedir (Cvetkovska, 2024). Spor merkezlerinde finansman yetersizliği ve talep eksikliği bulunsu da kurumların %44'ü bedensel engellere hizmet vermekte, %17'si ise kapsayıcı APAS programları sunmaktadır (Declerck ve ark., 2021). Kulüplerin katılım fırsatlarını geliştirmesi için kapsayıcılık ve sağlamlıklıkla mücadeleye daha fazla öncelik vermesi gerekmektedir (Jeanes ve ark., 2022).

3. Katılım Engelleri, Sosyo-Psikolojik Faktörler ve Ayrımcılık: Ulaşım maliyetleri, yetersiz tanıtım, spordan keyif almama ve yetenek kaygıları katılımı engelleyen temel unsurlardır (Ives ve ark., 2021). Katılımda sosyo-ekonomik durum ve tesis imkanları, bireysel psikolojik faktörlerden daha etkilidir (Chen ve Mark, 2024). Sporcular ayrımcı söylem, davranış ve yapısal engellerle karşılaştıklarını belirtmişlerdir (Gurgis, Kerr ve Darnell, 2022). Düşük motivasyon, öz yeterlilik eksikliği, sosyal izolasyon ve güvenlik kaygısı spora katılımı güçleştirmektedir (Hickingbotham, Wong ve Bowling, 2021).

4. Bütünleştirici Yaklaşımlar, Sosyal Destek ve Çocuk / Genç Katılımı: Ortak üretim ve katılımcı yaklaşımlar, dışlanma ve marjinalleşmeye dair bilgi boşluklarını kapatmaktadır (Pettican ve ark., 2023). Egzersiz müdahalelerinde akran desteği, dijital oyunlar ve ebeveyn tutumları kritik önem taşımaktadır. Yaş arttıkça ebeveyn ve profesyonel kaynaklı engeller artarken çocuklar kendi tecrübelerini, arkadaşlığı ve eğlenceyi en önemli kolaylaştırıcı olarak görmektedir (Steinhardt ve ark., 2021).

5. Antrenör Eğitimi ve Rolü: Para-spor antrenörleri kritik rol oynasa da mevcut resmi eğitimlerin bu gelişimde yetersiz kaldığı belirlenmiştir. Adil erişim ve kaliteli deneyim için antrenör yetiştirme yapılarının yeniden teorize edilmesi gerekmektedir (Townsend ve ark., 2022).

6. Teknoloji, Veri Analitik ve Erişilebilirlik: yardımcı teknolojiler ve kural uyarlamaları kapsayıcılığı artırmada yüksek etkililiğe sahiptir (Muniba, Khare ve Sharma, 2025). Sensör teknolojileri ve veren ülkenin uyarlanmış sporlarda yeterince yer bulamadığı tespit edilmiştir (Khurana, Wang ve Carrington, 2021).

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu araştırmadan elde edilen bulgular, engelli bireylerin spora ve fiziksel aktiviteye katılımının yalnızca bireysel bir yaşam tarzı tercihi olmadığını erişilebilirlik, politik yapı, sosyal destek ve teknolojik entegrasyon ile

şekillenen çok boyutlu ve yapısal bir hak mücadelesi olduğunu göstermektedir. Literatürdeki mevcut verilerle paralel olarak, engelli bireylerde kronik hastalık sıklığı yüksek olmasına karşın fiziksel aktivite düzeylerinin genel nüfusa kıyasla anlamlı derecede düşük kaldığı tespit edilmiştir (Ginis ve ark., 2021). WHO (2022) verileri ve Ginis ve ark. (2021) tarafından vurgulanan haftalık düşük düzeydeki aktivitelerin dahi sağladığı kritik faydalar, fiziksel aktivitenin koruyucu ve iyileştirici gücünü açıkça ortaya koymaktadır. Ancak bu potansiyelin hayata geçirilebilmesi yalnızca düzenlemelerin varlığı ile değil; Kilgore ve ark. (2024) belirttiği gibi sürdürülebilir kamu politikaları, Finansman kaynakları ve küresel eylem planlarının kararlılıkla uygulanması ile mümkündür. Kurumsal ve altyapısal boyutta elde edilen sonuçlar, fiziksel erişilebilirliğin ötesinde kapsayıcı bir ekosistem ihtiyacına işaret etmektedir. Clutterbuck ve ark. (2024) sunduğu SPORTS çerçevesi ile Cvetkovska (2024) vurguladığı mimari ilkeleri, spor tesislerinin sadece mimari engellerden arındırılmasını değil yönetsel ve iletişimsel süreçlerde de bütüncül bir kapsayıcılık sunmasını zorunlu kılmaktadır. Spor kulüplerinde gözlenen kaynak ve talep yetersizliklerine rağmen APAS (Uyarlanmış Fiziksel Aktivite ve Spor) programlarının varlığı (Declerck ve ark., 2021), kapsayıcı seansların birleştirici gücünü kanıtlamaktadır. Öte yandan Jeanes ve ark., (2022) ifade ettiği üzere, spor örgütlerinin “sağlamlılık” mantığı ile mücadele ederek dönüştürücü hedefler benimsemesi gerekmektedir.

Katılımın önündeki engeller incelendiğinde, ulaşım ve etkinlik maliyetleri gibi ekonomik faktörlerin yanı sıra ayrımcılık söylem ve davranışlar (Gurgis, Kerr ve Darnell, 2022) ve sosyo-psikolojik engeller ön plana çıkmaktadır. Chen ve Mark (2024) ile Hickingbotham ve ark. (2021) çalışmalarında belirtildiği gibi sosyo-ekonomik imkanlar, düşük öz yeterlilik, sosyal izolasyon ve güvenlik kaygısı katılımı sınırlandırmaktadır. Bu noktada, Steinhardt ve ark. (2021) ve Pettican ve ark. (2023) çalışmalarında vurgulandığı üzere akran desteği, ebeveyn tutumlarının olumluya çevrilmesi, katılımcı / ortak üretim yaklaşımları ve eğlence odaklı müdahaleler dışlanmayı ve marjinalleşmeyi engelleyen en güçlü kolaylaştırıcılar olarak değerlendirilmelidir.

Son olarak antrenör eğitimi ve teknolojik altyapı alanındaki yetersizlikler dikkat çekicidir. Townsend ve ark. (2022) para-spor antrenörlerinin kritik rolüne karşın resmi antrenörlük eğitimlerinin niteliksel olarak yetersiz kalması, antrenör yetiştirme müfredatlarının acilen yeniden yapılandırılmasını gerekli kılmaktadır. Bununla birlikte, Muniba ve ark. (2025) tarafından savunulan yardımcı teknolojilerin ve kural uyarlamalarının yüksek etkililiğine tezat olarak; Khurana ve ark. (2021) dikkat çektiği sensör teknolojileri ve verenlerin uyarlanmış sporlara yeterince entegre edilemeyişi, bu alandaki teknolojik erişilebilirlik açığını net bir şekilde göstermektedir. Sonuç olarak, engelli bireylerin spora erişimini sürdürülebilir kılmak amacıyla politik, altyapısal, eğitsel ve teknolojik unsurların bütüncül bir anlayışla ele alınması gereklidir.

KAYNAKLAR

- Chen, M., Li, Q., & Wang, L. (2024). Understanding factors influencing people with disabilities' participation in sports and cultural activities. *BMC public health*, 24(1), 389.
- Chen, P., Yu, H., Lin, C. F., Guo, J., Elliott, J., Bleakney, A., & Jan, Y. K. (2024). Effect of adaptive sports on quality of life in individuals with disabilities who use wheelchairs: a mixed-methods systematic review. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 19(8), 2774-2790.
- Clutterbuck, G. L., de Sousa Junior, R. R., Leite, H. R., & Johnston, L. M. (2024). The SPORTS Participation Framework: illuminating the pathway for people with disability to enter into, participate in, and excel at sport. *Brazilian journal of physical therapy*, 28(3), 101081.
- Cvetkovska, I. S. (2024). Promoting inclusivity and accessibility in sports facilities. *Res Phys Educ Sport Health*, 13(1), 1.
- Declerck, L., Stoquart, G., Lejeune, T., Vanderthommen, M., & Kaux, J. F. (2021). Barriers to development and expansion of adaptive physical activity and sports for individuals with a physical disability in sports clubs and centres. *Science & Sports*, 36(3), 202-209.
- Elipse-Lorenzo, P., Diez-Fernández, P., Ruibal-Lista, B., & López-García, S. (2025). Barriers faced by people with disabilities in mainstream sports: a systematic review. *Frontiers in sports and active living*, 7, 1520962.
- Ginis, K. A. M., van der Ploeg, H. P., Foster, C., Lai, B., McBride, C. B., Ng, K., ... & Heath, G. W. (2021). Participation of people living with disabilities in physical activity: a global perspective. *The Lancet*, 398(10298), 443-455.
- Gurgis, J. J., Kerr, G., & Darnell, S. (2022). 'Safe sport is not for everyone': Equity-deserving athletes' perspectives of, experiences and recommendations for safe sport. *Frontiers in psychology*, 13, 832560.
- Hickingbotham, M. R., Wong, C. J., & Bowling, A. B. (2021). Barriers and facilitators to physical education, sport, and physical activity program participation among children and adolescents with psychiatric disorders: a systematic review. *Translational Behavioral Medicine*, 11(9), 1739-1750.
- Ives, B., Clayton, B., Brittain, I., & Mackintosh, C. (2021). 'I'll always find a perfectly justified reason for not doing it': challenges for disability sport and physical activity in the United Kingdom. *Sport in Society*, 24(4), 588-606.
- Jeanes, R., Spaaij, R., Magee, J., Farquharson, K., Gorman, S., & Lusher, D. (2022). Developing participation opportunities for young people with disabilities? Policy enactment and social inclusion in Australian junior sport. In *The potential of community sport for social inclusion* (pp. 107-125). Routledge.

- Khurana, R., Wang, A., & Carrington, P. (2021, October). Beyond adaptive sports: challenges & opportunities to improve accessibility and analytics. In Proceedings of the 23rd International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility (pp. 1-11).
- Kilgore Jr, A. E., Hills, A., Blauwet, C., & De Luigi, A. J. (2024). Policy and advocacy initiatives to promote the benefits of sports participation for individuals with disability. In *Adaptive Sports Medicine: A Clinical Guide* (pp. 485-498). Cham: Springer International Publishing.
- Kitchin, P. J., Paramio-Salcines, J. L., Darcy, S., & Walters, G. (2022). Exploring the accessibility of sport stadia for people with disability: Towards the development of a Stadium Accessibility Scale (SAS). *Sport, Business and Management: An International Journal*, 12(1), 93-116.
- Muniba, Khare, R., & Sharma, S. (2025, January). Accessibility in Sports: Identifying Barriers and Advancements for Differently-Abled Individuals. In International Conference on Research into Design (pp. 405-415). Singapore: Springer Nature Singapore.
- Oh, A., & So, W. Y. (2022, January). Assessing the needs of people with disabilities for physical activities and sports in South Korea. In *Healthcare* (Vol. 10, No. 2, p. 265). MDPI.
- Pettican, A., Goodman, B., Bryant, W., Beresford, P., Freeman, P., Gladwell, V., ... & Speed, E. (2023). Doing together: Reflections on facilitating the co-production of participatory action research with marginalised populations. *Qualitative Research in Sport, Exercise and Health*, 15(2), 202-219.
- Pierre, J., Schut, P. O., & Segay, B. (2024). The role of sports clubs to integrate people with disabilities. *Managing sport and leisure*, 29(6), 995-1012.
- Pochstein, F. (2022). "Sports for all"—an evaluation of a community based physical activity program on the access to mainstream sport for children with intellectual disability. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(18), 11540.
- Rodriguez Macias, M., Gimenez Fuentes-Guerra, F. J., & Abad Robles, M. T. (2022). The sport training process of para-athletes: A systematic review. *International journal of environmental research and public health*, 19(12), 7242.
- Steinhardt, F., Ullenhag, A., Jahnsen, R., & Dolva, A. S. (2021). Perceived facilitators and barriers for participation in leisure activities in children with disabilities: Perspectives of children, parents and professionals. *Scandinavian journal of occupational therapy*, 28(2), 121-135.

- Townsend, R. C., Huntley, T. D., Cushion, C. J., & Culver, D. (2022). Infusing disability into coach education and development: A critical review and agenda for change. *Physical education and sport pedagogy*, 27(3), 247-260.
- Viegas, I., Ribeiro, T., & Santos, A. (2025). Social barriers to sports practice by people with disabilities: an integrative and critical review in sports management. *Managing Sport and Leisure*, 1-18.
- Vieira, Y. V., Colere, J., & de Souza, D. L. (2021). Facilitadores e barreiras para a prática esportiva por parte de atletas com comprometimentos no Brasil (Facilitators and barriers for sports practice by athletes with impairments in Brazil). *Retos*, 41, 812-822.
- Willingham, T. B., Stowell, J., Collier, G., & Backus, D. (2024). Leveraging emerging technologies to expand accessibility and improve precision in rehabilitation and exercise for people with disabilities. *International journal of environmental research and public health*, 21(1), 79.
- World Healty Organization. (2022). WHO Global Report on Health Equity for Persons with Disabilities. ISBN:978-92-4-006360-0.

AEROBİK, DİRENÇ VE KOMBİNE EGZERSİZLERİN YETİŞKİNLERDE KARDİYOVASKÜLER KAPASİTE VE SAĞLIK GÖSTERGELERİNE ETKİLERİ: LİTERATÜR DERLEMESİ

Lisans, Can Polat SELEN¹

**Trakya Üniversitesi Kırkpınar Spor Bilimleri Fakültesi,
Beden Eğitimi ve Spor, Edirne, Türkiye,
cpolatselen@trakya.edu.tr, ORCID: 0009-0005-9935-1744**

Doç. Dr. Cüneyt TAŞKIN²

**Trakya Üniversitesi, Kırkpınar Spor Bilimleri Fakültesi
Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği, Edirne, Türkiye
cuneyttaskin@trakya.edu.tr - Orcid: 0000-0001-5219-4837**

Prof. Dr. Nurper ÖZBAR³

**Trakya Üniversitesi, Kırkpınar Spor Bilimleri Fakültesi
Antrenörlük Eğitimi, Edirne, Türkiye
nurperozbar@trakya.edu.tr - Orcid: 0000-0003-0931-5263**

Öğr. Gör. Dr. Tufan ÖZEN⁴

**Trakya Üniversitesi, Kırkpınar Spor Bilimleri Fakültesi
Rekreasyon, Edirne, Türkiye
tufanozen@trakya.edu.tr - Orcid: 0000-0002-9095-4769**

Özet

Bu çalışmada, aerobik, direnç ve kombine egzersizlerin yetişkin bireylerde kardiyovasküler kapasite ve sağlık üzerindeki etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Egzersiz türlerinin kardiyorespiratuvar uygunluk, kan basıncı, kalp hızı, lipid profili, vücut kompozisyonu ve glukoz metabolizması üzerindeki etkileri ile aritmiyle ilişkili bulgular değerlendirilmiştir. Literatür derlemesi olarak yürütülen araştırmada PubMed, Scopus, Web of Science ve SPORTDiscus veri tabanları taranmış; randomize kontrollü çalışmalar, sistematik derlemeler ve meta-analizler değerlendirmeye alınmıştır. Schroeder ve arkadaşlarının (2019) çalışmasında kardiyorespiratuvar uygunluk aerobik egzersiz grubunda 7,7 mL/kg/dk, kombine egzersiz grubunda 4,9 mL/kg/dk artmıştır. Aynı çalışmada direnç egzersizi grubunda bel çevresinde 1,7 cm ve trigliserit düzeyinde 26 mg/dL azalma ile alt vücut kas kuvvetinde 13 kg artış; kombine egzersiz grubunda ise üst ve alt vücut kas kuvvetinde sırasıyla 4 kg ve 11 kg, yağsız vücut kütlelerinde 0,8 kg artış ve diyastolik kan basıncında 4 mmHg azalma bildirilmiştir. Masmoum ve arkadaşlarının (2024) meta-analizinde sistolik kan basıncında 3,32 mmHg, diyastolik kan basıncında 2,99 mmHg azalma raporlanmıştır. Du ve arkadaşlarının (2026) şemsiye derlemesinde yüksek

yoğunluklu interval antrenmanın sistolik kan basıncını 2,73–5,43 mmHg, diyastolik kan basıncını 2,41–4,35 mmHg ve dinlenik kalp hızını 2,17–4,35 atım/dk düşürdüğü belirtilmiştir. Egzersiz türleri arasında bazı kan basıncı ve lipid göstergeleri bakımından tutarlı farklılık saptanmamış, egzersizin aritmi üzerindeki doğrudan etkilerine ilişkin kanıtların yetersiz olduğu görülmüştür. Bulgular, aerobik egzersizin kardiyorespiratuvar uygunluğu, direnç egzersizinin ise kas kuvveti ve vücut kompozisyonunu geliştirmede etkili olduğunu; kombine egzersizin birden fazla fiziksel ve metabolik ölçütte olumlu sonuçlar sağlayabildiğini göstermektedir. Yüksek yoğunluklu interval antrenman da bazı kardiyovasküler göstergelerde iyileşme sağlamaktadır. Herhangi bir egzersiz türünün tüm ölçütlerde diğerlerine üstün olduğu sonucuna ulaşılamamıştır. Egzersiz programları planlanırken egzersiz türü ve yoğunluğunun yanı sıra bireylerin sağlık durumu da dikkate alınmalıdır.

Anahtar kelimeler: Aerobik Egzersiz, Direnç Egzersizi, Kardiyovasküler Sağlık

THE EFFECTS OF AEROBIC, RESISTANCE AND COMBINED EXERCISE ON CARDIOVASCULAR CAPACITY AND HEALTH INDICATORS IN ADULTS: A LITERATURE REVIEW

Abstract

This study aimed to examine the effects of aerobic, resistance, and combined exercise on cardiovascular capacity and health in adults. The effects of different exercise modalities on cardiorespiratory fitness, blood pressure, heart rate, lipid profile, body composition, and glucose metabolism, as well as findings related to arrhythmia, were evaluated. In this literature review, the PubMed, Scopus, Web of Science, and SPORTDiscus databases were searched, and randomized controlled trials, systematic reviews, and meta-analyses were considered. In the study by Schroeder et al. (2019), cardiorespiratory fitness increased by 7.7 mL/kg/min in the aerobic exercise group and by 4.9 mL/kg/min in the combined exercise group. The same study reported a 1.7 cm reduction in waist circumference and a 26 mg/dL decrease in triglyceride levels, along with a 13 kg increase in lower-body muscle strength, in the resistance exercise group. In the combined exercise group, increases of 4 kg and 11 kg in upper- and lower-body muscle strength, respectively, an increase of 0.8 kg in lean body mass, and a 4 mmHg reduction in diastolic blood pressure were reported. In the meta-analysis by Masmoum et al. (2024), reductions of 3.32 mmHg in systolic blood pressure and 2.99 mmHg in diastolic blood pressure were reported. The umbrella review by Du et al. (2026) indicated that high-intensity interval training reduced systolic blood pressure by 2.73–5.43 mmHg, diastolic blood pressure by 2.41–4.35 mmHg, and resting heart rate by 2.17–4.35 beats/min. No consistent differences were identified between exercise modalities in certain blood pressure and lipid parameters, and the evidence regarding the direct effects of exercise on arrhythmia was found to be insufficient. The findings indicate that aerobic exercise is effective in improving cardiorespiratory fitness, whereas resistance exercise is effective in enhancing muscle strength and body composition; combined exercise can yield beneficial outcomes across multiple physical and metabolic measures. High-intensity interval training also improves certain cardiovascular parameters. However, no exercise modality was found to be superior to the others across all outcome measures. When designing exercise programs, both the type and intensity of exercise and individuals' health status should be taken into consideration.

Keywords: Aerobic Exercise, Resistance Exercise, Cardiovascular Health

1. GİRİŞ

Kardiyovasküler hastalıklar, dünya genelinde hastalık yükü ve ölüm oranları açısından önemli bir halk sağlığı sorunu oluşturmaktadır. Kardiyovasküler hastalıklarla ilişkili risk faktörlerinin belirlenmesi ve yönetilmesi, bu hastalıkların önlenmesi ve kontrolü bakımından önem taşımaktadır. Yüksek kan basıncı, obezite, glukoz metabolizmasındaki bozukluklar ve lipid profilindeki olumsuz değişimler, kardiyovasküler sağlıkla ilişkili başlıca göstergeler arasında yer almaktadır. Bu nedenle söz konusu göstergelerin iyileştirilmesine yönelik yaşam tarzı yaklaşımları, kardiyovasküler hastalık riskinin azaltılmasında önemli bir araştırma alanı oluşturmaktadır (Liang ve ark., 2021; Masmoum ve ark., 2024). Düzenli fiziksel aktivite ve egzersiz, kardiyovasküler sağlıkla ilişkili risk faktörlerinin yönetiminde ele alınan önemli yaşam tarzı yaklaşımlarıdır.

Egzersiz farklı biçimleri, fizyolojik özellikleri ve hedeflenen uyumlar bakımından birbirinden ayrılmaktadır. Aerobik egzersizler, kardiyorespiratuvar uygunluğun geliştirilmesi ve kardiyometabolik göstergelerin iyileştirilmesiyle ilişkilendirilirken direnç egzersizleri öncelikle kas kuvvetinin geliştirilmesi ve vücut kompozisyonunun iyileştirilmesi açısından önem taşımaktadır. Direnç egzersizinin glukoz metabolizması ve kardiyovasküler risk göstergeleri üzerindeki etkileri de araştırılmaktadır. Aerobik ve direnç egzersizlerinin aynı program içerisinde uygulandığı kombine egzersiz yaklaşımı ise bu iki egzersiz türünün farklı hedeflere yönelik etkilerinden birlikte yararlanmayı amaçlamaktadır (Schroeder ve ark., 2019; Liang ve ark., 2021). Aerobik, direnç ve kombine egzersizlerin kardiyovasküler sağlık üzerindeki etkileri farklı araştırmalarda karşılaştırılmıştır. Schroeder ve ark. (2019), kardiyovasküler hastalık riski yüksek, fazla kilolu veya obez ve sedanter yaşam tarzına sahip yetişkinlerde gerçekleştirdikleri randomize kontrollü çalışmada, sekiz haftalık aerobik, direnç ve kombine egzersiz programlarını egzersiz yapmayan kontrol grubuyla karşılaştırmıştır.

Çalışmada aerobik egzersiz grubunda kardiyorespiratuvar uygunlukta artış; direnç egzersizi grubunda alt vücut kuvvetinde artış ve bel çevresinde azalma bildirilmiştir. Kombine egzersiz grubunda ise kardiyorespiratuvar uygunluk ve kas kuvvetindeki artışlara ek olarak yağsız vücut kütlelerinde artış ve periferik ve santral diyastolik kan basıncında azalma gözlenmiştir. Aerobik ve direnç egzersizlerinin tek başına uygulandığı gruplarda kan basıncında istatistiksel olarak anlamlı bir azalma saptanmamıştır. Bu bulgular, farklı egzersiz türlerinin kardiyovasküler sağlıkla ilişkili göstergeler bakımından farklı sonuçlarla ilişkili olabileceğini göstermektedir (Schroeder ve ark., 2019). Kombine egzersizin etkilerini değerlendiren sistematik derleme ve meta-analizler de konuya ilişkin kanıtları genişletmektedir. Liang ve ark. (2021), aerobik, direnç ve kombine egzersizlerin metabolik sendrom parametreleri ve kardiyovasküler risk faktörleri üzerindeki etkilerini ağ meta-analizi yöntemiyle değerlendirmiştir.

Araştırmada kombine egzersiz, glukoz ve trigliserit düzeylerinin kontrolü bakımından etkili bir yaklaşım olarak bildirilmiştir. Egzersiz grupları arasında sistolik ve diyastolik kan basıncı, yüksek yoğunluklu ve düşük yoğunluklu lipoprotein kolesterol ile total kolesterol açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar saptanmamıştır. Terada ve ark. (2024) tarafından koroner arter hastalığı bulunan bireylerde gerçekleştirilen sistematik derleme ve meta-analizde ise kombine egzersizin yalnızca aerobik egzersize kıyasla kardiyorespiratuvar uygunluk ve yağsız vücut kütlelerini artırma, vücut yağ yüzdesini azaltma bakımından daha etkili olduğu bildirilmiştir. İki yaklaşım arasında kardiyometabolik biyobelirteçler açısından anlamlı farklılık bulunmamıştır. Bu sonuçlar, egzersiz türleri arasındaki karşılaştırmaların tek bir göstergeyle sınırlandırılmaması ve farklı sonuç ölçütlerinin ayrı ayrı değerlendirilmesi gerektiğine işaret etmektedir (Liang ve ark., 2021; Terada ve ark., 2024). Egzersizin kardiyovasküler risk faktörleri üzerindeki etkileri yalnızca aerobik, direnç ve kombine egzersizlerle sınırlı olmayıp yüksek yoğunluklu interval antrenman (HIIT) gibi farklı antrenman yaklaşımlarını da kapsamaktadır.

Masmoum ve ark. (2024) tarafından gerçekleştirilen sistematik derleme ve meta-analizde, egzersiz müdahalelerinin sistolik kan basıncında ortalama 3,32 mmHg, diyastolik kan basıncında ise 2,99 mmHg azalmayla ilişkili olduğu bildirilmiştir. Çalışmada kolesterol düzeyleri ve beden kütle indeksinde de iyileşmeler raporlanmıştır. Egzersiz yapan gruplarda inme veya kalp krizi riskinin daha düşük olduğuna yönelik sonuçlar istatistiksel belirsizlik içermiş ve çalışmalar arasındaki heterojenlik yüksek bulunmuştur. Du ve ark. (2026) tarafından gerçekleştirilen şemsiye derlemede ise HIIT'in sistolik ve diyastolik kan basıncı ile dinlenik kalp hızı üzerinde olumlu etkileri bildirilmiştir. HIIT'in bazı kardiyak yapı ve işlev göstergelerinde diğer egzersiz yaklaşımlarına kıyasla avantajlar gösterebildiği belirtilmekle birlikte, farklı HIIT protokollerinin birbirine üstünlüğünü ortaya koymak için doğrudan karşılaştırmalara ihtiyaç duyulduğu vurgulanmıştır. Mevcut bulgular, egzersizin kardiyovasküler sağlıkla ilişkili çeşitli göstergeler üzerindeki etkilerini desteklemekle birlikte, farklı egzersiz yaklaşımlarının tüm sonuçlar bakımından aynı düzeyde etki gösterdiği şeklinde yorumlanmamalıdır (Masmoum ve ark., 2024; Du ve ark., 2026). Bu değerlendirmeler doğrultusunda, aerobik, direnç ve kombine egzersizlerin kardiyovasküler kapasite ve sağlık üzerindeki etkilerinin farklı fizyolojik ve metabolik göstergeler çerçevesinde ele alınması önem taşımaktadır. Literatürdeki çalışmalar farklı egzersiz türlerinin kardiyorespiratuvar uygunluk, kan basıncı, vücut kompozisyonu ve metabolik göstergelerle ilişkili sonuçlarını ortaya koymakla birlikte, bulguların araştırılan popülasyona ve değerlendirilen sonuca göre değişebildiği görülmektedir. Bu nedenle egzersiz türlerini yalnızca tek bir sonuç ölçütü üzerinden karşılaştırmak yerine,

mevcut bulguları birden fazla kardiyovasküler ve metabolik gösterge doğrultusunda birlikte değerlendirmek gerekmektedir.

Kuramsal Çerçeve

Kardiyovasküler sağlık; kan basıncı, kan lipidleri ve glukoz metabolizması gibi göstergelerle ilişkilidir (Lloyd-Jones ve ark., 2022). Kardiyorespiratuvar uygunluk ise vücudun fiziksel aktivite sırasında oksijeni taşıma ve kullanma kapasitesini ifade eder. VO_2 maks, bu kapasitenin değerlendirilmesinde kullanılan temel ölçütlerden biridir (Ross ve ark., 2016).

Aerobik fiziksel aktivite, büyük kas gruplarının belirli bir süre boyunca ritmik biçimde hareket ettiği ve kardiyorespiratuvar uygunluğu geliştiren fiziksel aktivite türüdür (Bull ve ark. 2020). Direnç egzersizi, iskelet kaslarının dirence karşı kuvvet uygulamasını gerektiren egzersiz biçimidir. Bu kavramın kapsamı ve egzersiz yoğunluğuyla ilişkisi, ACSM ve ESSA'nın ortak uzman görüşünde ele alınmıştır (Bishop ve ark., 2025).

Kombine veya eş zamanlı antrenman (concurrent training), direnç ve dayanıklılık egzersizlerinin aynı antrenman programında bir arada uygulanmasıdır. Egzersizler aynı seansta veya farklı seanslarda gerçekleştirilebilir (Huiberts ve ark., 2024). Yüksek yoğunluklu interval antrenman (HIIT), nispeten yüksek yoğunluklu egzersiz dönemlerinin toparlanma aralıklarıyla dönüşümlü olarak uygulandığı bir antrenman yöntemidir (Poon ve ark., 2024).

2. YÖNTEM

Bu çalışma, aerobik, direnç ve kombine egzersizlerin yetişkinlerde kardiyovasküler kapasite ve sağlık göstergeleri üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla literatür derlemesi olarak yürütülmüştür. Literatür taramasında PubMed, Scopus, Web of Science ve SPORTDiscus veri tabanlarından yararlanılmıştır. Derlemenin temelini Schroeder ve arkadaşlarının (2019), Liang ve arkadaşlarının (2021), Masmoum ve arkadaşlarının (2024), Terada ve arkadaşlarının (2024) ve Du ve arkadaşlarının (2026) çalışmaları oluşturmuştur.

İncelenen kaynaklar, araştırma desenleri bakımından farklılık göstermektedir. Bu kaynaklar arasında randomize kontrollü çalışma, sistematik derleme, meta-analiz ve şemsiye derleme bulunmaktadır. Çalışmalar, aerobik, direnç ve kombine egzersizlerin kardiyovasküler kapasite ve sağlıkla ilişkili göstergeler üzerindeki etkileri bakımından değerlendirilmiştir. Bu kapsamda kardiyorespiratuvar uygunluk, kan basıncı, kalp hızı, lipid profili, vücut kompozisyonu ve glukoz metabolizmasına ilişkin bulgular ele alınmıştır. Egzersiz ile aritmi arasındaki ilişkiye yönelik mevcut kanıtlar incelenmiştir.

İncelenen kaynaklardan elde edilen bulgular betimsel olarak değerlendirilmiş; farklı egzersiz türlerinin kardiyovasküler ve metabolik göstergeler üzerindeki sonuçları karşılaştırılmıştır. Bulgular yorumlanırken araştırmaların kapsamları, değerlendirdikleri sonuç ölçütleri ve belirttikleri sınırlılıklar dikkate alınmıştır.

Tarama tarihleri, veri tabanına özgü tam arama dizgileri, tarama sonucunda bulunan kayıt sayıları ve çalışmaların seçim süreci mevcut belgede raporlanmadığından derlemenin arama aşaması bağımsız biçimde yeniden üretilmemektedir. İncelenen kaynaklar randomize kontrollü çalışma, meta-analiz ve şemsiye derleme gibi farklı kanıt düzeyleri içerdiği için elde edilen sonuçlar ortak bir etki büyüklüğü olarak birleştirilmemiştir. Herhangi bir çalışma bazlı yanlışlık riski değerlendirmesi yapıldığına ilişkin kayıt bulunmamaktadır.

3. BULGULAR

Tablo 1. Egzersiz türlerinin yetişkinlerde kardiyovasküler ve metabolik göstergeler üzerindeki etkilerini inceleyen araştırmaların özeti

Kaynak	Araştırma türü	Egzersiz yaklaşımı	Popülasyon / kapsam	Temel bulgular
Schroeder vd. (2019)	Randomize kontrollü çalışma	Aerobik, direnç, kombine	Fazla kilolu/obez, sedanter ve KV riskli yetişkinler	Aerobik grupta kardiyorespiratuvar uygunluk +7,7 mL/kg/dk; kombine grupta +4,9 mL/kg/dk. Direnç grubunda bel çevresi -1,7 cm ve alt vücut kuvveti +13 kg.
Liang vd. (2021)	Sistemik derleme ve ağ meta-analizi	Aerobik, direnç, kombine	Metabolik sendrom/risk göstergeleri	Kombine egzersiz glukoz ve trigliserit göstergelerinde olumlu sonuçlar bildirdi; kan basıncı ve bazı lipid göstergelerinde türler arası anlamlı fark yok.
Masmoum vd. (2024)	Sistemik derleme ve meta-analiz	Egzersiz müdahaleleri	Yetişkinlerde kardiyovasküler risk faktörleri	Sistolik kan basıncında ortalama -3,32 mmHg; diyastolik kan basıncında -2,99 mmHg. Klinik olaylar açısından kanıt belirsiz.
Terada vd. (2024)	Sistemik derleme ve meta-analiz	Aerobik / kombine	Koroner arter hastalığı olan yetişkinler	Kombine egzersizde kardiyorespiratuvar uygunluk ve vücut kompozisyonunda daha fazla gelişme; kardiyometabolik biyobelirteçlerde anlamlı fark yok.
Du vd. (2026)	Şemsiye derleme	HIIT / karşılaştırmalı egzersizler	Farklı klinik ve fiziksel aktivite grupları	Sistolik/diyastolik kan basıncı ile dinlenik kalp hızında iyileşmeler bildirildi. Güvenlik ve olumsuz olay verileri sınırlı.

Tablo 1, farklı egzersiz yaklaşımlarının aynı sağlık göstergelerinde eşdeğer sonuçlar vermediğini göstermektedir. Aerobik egzersiz kardiyorespiratuvar uygunluk, direnç egzersizi kas kuvveti ve bel çevresi, kombine egzersiz ise birden fazla fiziksel ve metabolik değişken yönünden olumlu sonuçlarla ilişkilendirilmiştir. Meta-analiz ve şemsiye derlemelerde bildirilen etkiler farklı örneklem ve uygulamaların

sentezine dayandığından, tek bir randomize çalışmanın grup içi değişimleriyle doğrudan karşılaştırılmamalıdır. Egzersizin aritmi insidansını azalttığına yönelik yeterli doğrudan kanıt bulunmamaktadır.

3.1 Aerobik, Direnç ve Kombine Egzersizin Kardiyovasküler Etkileri

Aerobik egzersiz, büyük kas gruplarının ritmik ve sürekli biçimde çalıştırıldığı, kardiyorespiratuvar sistemin kapasitesini geliştirmeyi amaçlayan egzersiz türüdür. Yürüme, koşu, bisiklete binme ve yüzme aerobik egzersizlere örnek olarak verilebilir (Bull ve ark. 2020). Aerobik egzersizin kardiyovasküler kapasite üzerindeki etkileri incelendiğinde, Schroeder ve ark. (2019) tarafından gerçekleştirilen randomize kontrollü çalışmada, sekiz haftalık aerobik egzersiz programının kardiyorespiratuvar uygunlukta belirgin bir artış sağladığı görülmüştür. Aerobik egzersiz grubunda kardiyorespiratuvar uygunluk 7,7 ml/kg/dk artarken, dinlenik kalp hızında yaklaşık 2 atım/dk azalma meydana gelmiştir. Aynı çalışmada aerobik egzersiz grubunda vücut ağırlığı, beden kütle indeksi ve yağ kütleinde de azalmalar bildirilmiştir. Aerobik egzersizin farklı uygulama biçimlerinden biri olan yüksek yoğunluklu interval antrenmanın (HIIT) kardiyovasküler göstergeler üzerindeki etkileri değerlendirildiğinde, HIIT uygulamalarının olumlu etkiler oluşturduğu görülmektedir. 2026 yılında yayımlanan bir umbrella review'da, HIIT uygulamalarının sistolik kan basıncında 2,73–5,43 mmHg, diyastolik kan basıncında ise 2,41–4,35 mmHg arasında azalma sağladığı bildirilmiştir. Aynı çalışmada HIIT'in dinlenik kalp hızını da 2,17–4,35 atım/dk arasında azalttığı belirtilmiştir (Du ve ark., 2026).

Aerobik egzersizin metabolik göstergeler üzerindeki etkileri değerlendirildiğinde, Schroeder ve ark. (2019) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, egzersiz programı sonrasında açlık glukozu ve lipid göstergelerinde egzersiz grupları arasında sınırlı değişiklikler gözlenmiştir. (Schroeder ve ark., 2019). Direnç egzersizi, kasların dışarıdan uygulanan bir dirence karşı çalıştırıldığı ve kas kuvveti, dayanıklılığı ve fiziksel işlevin geliştirilmesini amaçlayan egzersiz türüdür. Serbest ağırlıklar, direnç makineleri, elastik bantlar ve vücut ağırlığı gibi farklı araçlar direnç egzersizlerinde kullanılabilir (American College of Sports Medicine [ACSM], 2019). Direnç egzersizinin kardiyovasküler ve vücut kompozisyonu üzerindeki etkileri incelendiğinde, Schroeder ve ark. (2019) tarafından gerçekleştirilen çalışmada direnç egzersizi grubunda kardiyorespiratuvar uygunlukta anlamlı bir değişiklik gözlenmemiştir. Buna karşılık, direnç egzersizi grubunda bel çevresinde yaklaşık 1,7 cm azalma ve alt vücut kas kuvvetinde yaklaşık 13 kg artış bildirilmiştir. Direnç egzersizi grubunda trigliserit düzeylerinde 26 mg/dL azalma gözlenmiştir (Schroeder ve ark., 2019). Kombine egzersiz, aerobik ve direnç egzersizlerinin aynı egzersiz programı içerisinde birlikte uygulanmasını içermektedir. Schroeder ve ark. (2019) tarafından gerçekleştirilen çalışmada kombine egzersiz grubuna her seansta 30 dakika aerobik ve 30 dakika direnç egzersizi uygulanmıştır (Schroeder ve ark., 2019). Kombine egzersizin kardiyovasküler kapasite

ve vücut kompozisyonu üzerindeki etkileri incelendiğinde, Schroeder ve ark. (2019) tarafından gerçekleştirilen çalışmada kombine egzersiz grubunda kardiyorespiratuvar uygunlukta 4,9 ml/kg/dk artış görülmüştür. Aynı grupta üst ve alt vücut kas kuvvetlerinde sırasıyla 4 kg ve 11 kg artış, yağsız vücut kütlelerinde ise 0,8 kg artış bildirilmiştir. Kombine egzersiz grubunda periferik ve merkezi diyastolik kan basıncında 4 mmHg azalma gözlenmiştir (Schroeder ve ark., 2019). Terada ve ark. (2024) tarafından koroner arter hastalığı olan bireylerde gerçekleştirilen sistematik derleme ve meta-analizde, kombine egzersizin yalnızca aerobik egzersize kıyasla kardiyorespiratuvar uygunluk üzerinde daha fazla iyileşme sağladığı bildirilmiştir. Kombine egzersiz grubunda yağsız vücut kütlelerinde artış ve vücut yağ yüzdesinde azalma gözlenmiştir. İki egzersiz yaklaşımı arasında kardiyometabolik biyobelirteçler açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır (Terada ve ark., 2024). Kombine egzersizin metabolik göstergeler üzerindeki etkileri incelendiğinde, Liang ve ark. (2021) tarafından gerçekleştirilen network meta-analizde kombine egzersizin özellikle glukoz ve trigliserit düzeylerinin kontrolünde etkili olduğu bildirilmiştir. Egzersiz türleri arasında sistolik ve diyastolik kan basıncı, HDL-kolesterol, LDL-kolesterol ve total kolesterol düzeyleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadığı belirtilmiştir (Liang ve ark., 2021).

Aritmi açısından değerlendirildiğinde, incelenen kaynaklarda aerobik, direnç ve kombine egzersizin aritmi üzerindeki etkisini doğrudan temel sonuç olarak değerlendiren yeterli veri bulunmamaktadır. 2026 yılında yayımlanan HIIT üzerine bir şemsiye derlemede, yüksek yoğunluklu egzersiz sırasında kalp hızı ve kan basıncındaki akut değişikliklerin kardiyovasküler hastalığı veya gizli kardiyovasküler riski bulunan bireylerde aritmi açısından güvenlik konusu oluşturabileceği belirtilmiştir. Söz konusu derleme aritmi insidansındaki değişimi doğrudan değerlendirmemiştir. Bu nedenle mevcut kaynaklar doğrultusunda egzersizin aritmi üzerindeki etkisi hakkında kesin bir sonuç çıkarılamamaktadır (Du ve ark., 2026).

3.2 Egzersizin Kardiyovasküler Hastalık Riski Üzerindeki Etkileri

Egzersizin kardiyovasküler hastalık riski üzerindeki etkileri değerlendirildiğinde, Masmoum ve ark. (2024) tarafından gerçekleştirilen sistematik derleme ve meta-analizde, aerobik, direnç ve kombine egzersiz uygulamalarının yetişkinlerde çeşitli kardiyovasküler risk faktörleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışmada egzersiz uygulamalarının sistolik ve diyastolik kan basıncında sırasıyla ortalama 3,32 mmHg ve 2,99 mmHg azalma sağladığı, ayrıca kolesterol düzeyleri ve beden kütle indeksinde iyileşmeler meydana geldiği bildirilmiştir. Egzersiz yapan bireylerde inme veya miyokard enfarktüsü riskinde azalma yönünde bir eğilim görülmesine rağmen, bu sonuç istatistiksel olarak anlamlı bulunmamış ve çalışmalar arasındaki heterojenitenin oldukça yüksek olduğu belirtilmiştir (Masmoum ve ark., 2024). Egzersizin kardiyovasküler hastalık riskini

azaltmadaki olası mekanizmaları değerlendirildiğinde, düzenli fiziksel aktivitenin damar fonksiyonu, lipid metabolizması, glukoz metabolizması ve kan basıncı üzerinde olumlu etkiler oluşturabileceği belirtilmektedir. Aerobik egzersizin nitrik oksit biyoyararlanımını artırarak endotel fonksiyonunu desteklediği ve arteriyel sertliği azaltmaya katkıda bulunduğu ifade edilmiştir. Düzenli egzersizin sempatik aktiviteyi azaltıp parasempatik aktiviteyi destekleyerek kan basıncı ve dinlenik kalp hızının düzenlenmesine katkı sağlayabileceği bildirilmiştir. Fiziksel aktivitenin inflamatuvar süreçler ve lipid metabolizması üzerinde de etkili olabileceği belirtilmektedir (Masmoum ve ark., 2024).

3.3 Egzersiz Yoğunluğunun Kardiyovasküler Sağlık Üzerindeki Etkileri

Egzersiz yoğunluğunun kardiyovasküler sağlık üzerindeki etkileri değerlendirildiğinde, yüksek yoğunluklu interval antrenmanın (HIIT) kardiyovasküler göstergeler üzerinde çeşitli olumlu etkiler oluşturabildiği görülmektedir. Du ve ark. (2026) tarafından gerçekleştirilen şemsiye derlemede, HIIT uygulamalarının sistolik ve diyastolik kan basıncında, dinlenik kalp hızında ve sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonunda iyileşmeler sağladığı bildirilmiştir. HIIT'in orta şiddetli sürekli egzersiz (MICT) ile karşılaştırıldığında, sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu, sol ventrikül diyastol sonu çapı ve akıma bağlı dilatasyon gibi bazı kardiyovasküler göstergelerde daha belirgin iyileşmeler sağlayabildiği belirtilmiştir. Kan basıncı ve kalp hızı üzerindeki etkilerin MICT ile benzer olabileceği ifade edilmiştir (Du ve ark., 2026).

Egzersiz yoğunluğunun artırılması kardiyovasküler güvenlik açısından da değerlendirilmelidir. Du ve ark. (2026) tarafından gerçekleştirilen şemsiye derlemede, HIIT sırasında kalp hızı ve kan basıncında meydana gelen akut değişikliklerin kardiyovasküler hastalığı veya gizli kardiyovasküler riski bulunan bireylerde miyokardiyal iskemi ve aritmi açısından potansiyel bir güvenlik konusu oluşturabileceği belirtilmiştir. Derlemeye dahil edilen meta-analizlerin çoğunda olumsuz olayların sistematik olarak raporlanmadığı ifade edilmiştir. Bu nedenle HIIT'in kardiyovasküler sağlık üzerindeki etkileri değerlendirilirken egzersiz yoğunluğunun yanı sıra bireyin sağlık durumu ve kardiyovasküler risk düzeyinin de dikkate alınması gerektiği belirtilmektedir (Du ve ark., 2026).

4. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu derlemede aerobik, direnç ve kombine egzersizlerin kardiyovasküler kapasite ve sağlık üzerindeki etkileri incelenmiştir. Elde edilen bulgular, egzersiz türlerinin kardiyovasküler sağlık üzerinde farklı sonuçlar oluşturabildiğini göstermektedir. Schroeder ve ark. (2019) tarafından gerçekleştirilen çalışmada aerobik egzersiz kardiyorespiratuvar uygunlukta 7,7 ml/kg/dk artış sağlarken, kombine egzersizde bu artış 4,9 ml/kg/dk olarak bulunmuştur. Buna karşılık kombine egzersiz grubunda diyastolik kan basıncında azalma, kas kuvvetinde

ve yağsız vücut kütlelerinde artış gözlenmiştir. Direnç egzersizi ise kardiyorespiratuvar uygunlukta anlamlı bir değişiklik oluşturmamasına rağmen bel çevresi ve kas kuvveti üzerinde olumlu sonuçlar göstermiştir. Bu bulgular, farklı egzersiz türlerinin kardiyovasküler sağlıkla ilişkili farklı göstergeler üzerinde etkili olabileceğini düşündürmektedir (Schroeder ve ark., 2019). Kombine egzersizin etkileri değerlendirildiğinde, Terada ve ark. (2024) tarafından koroner arter hastalığı olan bireylerde gerçekleştirilen sistematik derleme ve meta-analizde, kombine egzersizin yalnızca aerobik egzersize kıyasla kardiyorespiratuvar uygunluk ve vücut kompozisyonu üzerinde daha fazla iyileşme sağladığı bildirilmiştir. Buna karşılık, kardiyometabolik biyobelirteçler açısından iki egzersiz yaklaşımı arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Liang ve ark. (2021) tarafından gerçekleştirilen network meta-analizde ise kombine egzersizin özellikle glukoz ve trigliserit düzeylerinin kontrolünde etkili olduğu bildirilirken, egzersiz türleri arasında kan basıncı ve çeşitli lipid göstergeleri açısından anlamlı farklılık bulunmadığı belirtilmiştir. Bu bulgular birlikte değerlendirildiğinde, kombine egzersizin kardiyorespiratuvar kapasite ve bazı metabolik göstergeler üzerinde olumlu etkiler sağlayabildiği, ancak bu etkinin tüm kardiyovasküler göstergeler açısından aynı düzeyde olmadığı görülmektedir. Egzersiz yoğunluğu açısından değerlendirildiğinde, HIIT uygulamalarının kardiyovasküler göstergeler üzerinde olumlu etkiler sağlayabildiği görülmektedir. Du ve ark. (2026) tarafından gerçekleştirilen şemsiye derlemede, HIIT'in bazı kardiyovasküler göstergelerde orta şiddetli sürekli egzersize kıyasla daha belirgin iyileşmeler sağlayabildiği, ancak kan basıncı ve dinlenik kalp hızı gibi bazı göstergelerde iki egzersiz yaklaşımının etkilerinin benzer olabileceği bildirilmiştir. Bu bulgu, egzersiz yoğunluğunun önemli bir değişken olmakla birlikte kardiyovasküler yanıtların değerlendirilmesinde tek başına yeterli olmayabileceğini düşündürmektedir. yüksek yoğunluklu egzersiz sırasında ortaya çıkan akut kalp hızı ve kan basıncı değişiklikleri nedeniyle kardiyovasküler hastalığı veya kardiyovasküler risk faktörleri bulunan bireylerde egzersiz yoğunluğunun bireysel özelliklere göre düzenlenmesi önem taşımaktadır. mevcut kanıtların olumsuz olayları sistematik olarak değerlendirme konusunda sınırlı olması nedeniyle HIIT'in güvenliği hakkında kesin bir sonuca varılmamalıdır (Du ve ark., 2026).

Bu derlemede aerobik, direnç ve kombine egzersizlerin yetişkin bireylerde kardiyovasküler kapasite ve sağlık üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, farklı egzersiz türlerinin kardiyovasküler sağlıkla ilişkili farklı göstergeler üzerinde etkili olabileceğini göstermektedir. Aerobik egzersizin özellikle kardiyorespiratuvar uygunluk üzerinde belirgin iyileşmeler sağladığı, direnç egzersizinin ise kas kuvveti ve vücut kompozisyonu ile ilişkili göstergeler üzerinde olumlu sonuçlar oluşturabildiği görülmektedir. Kombine egzersizin ise kardiyorespiratuvar uygunluk, kas kuvveti, vücut kompozisyonu ve bazı metabolik göstergeler

üzerinde olumlu etkiler sağlayabildiği bildirilmiştir. Egzersiz türleri arasında kan basıncı ve bazı lipid göstergeleri açısından her zaman anlamlı farklılık bulunmadığı görülmektedir. Yüksek yoğunluklu interval antrenmanın kardiyovasküler göstergeler üzerinde olumlu etkileri bildirilmekle birlikte, özellikle kardiyovasküler hastalığı veya risk faktörleri bulunan bireylerde egzersiz yoğunluğunun bireysel özellikler dikkate alınarak düzenlenmesi önem taşımaktadır. Mevcut kaynaklarda egzersizin aritmi üzerindeki doğrudan etkisine ilişkin yeterli kanıt bulunmadığından bu konuda kesin bir sonuca varılamamaktadır. Genel olarak, egzersizin kardiyovasküler kapasite ve sağlık üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesinde egzersiz türü, yoğunluğu ve bireyin özelliklerinin birlikte ele alınması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Bu derlemede elde edilen bulgular doğrultusunda, aerobik, direnç ve kombine egzersizlerin kardiyovasküler kapasite ve sağlık üzerindeki etkilerinin egzersiz türü ve değerlendirmeye alınan fizyolojik göstergeler doğrultusunda ele alınması önerilmektedir. Aerobik egzersizlerin kardiyorespiratuvar kapasite, direnç egzersizlerinin kas kuvveti ve vücut kompozisyonu, kombine egzersizlerin ise birden fazla fiziksel uygunluk bileşeni üzerindeki etkileri dikkate alınarak egzersiz programlarının bireysel gereksinimler ve hedeflenen sağlık çıktıları doğrultusunda planlanması önem taşımaktadır. Kardiyovasküler sağlığın değerlendirilmesinde kardiyorespiratuvar kapasite, kan basıncı, dinlenik kalp hızı, lipid profili, glukoz metabolizması ve vücut kompozisyonu gibi göstergelerin birlikte incelenmesi önerilmektedir. Farklı egzersiz türlerinin bu değişkenler üzerindeki etkileri aynı düzeyde olmayabileceğinden, egzersiz uygulamalarının etkinliğinin yalnızca tek bir gösterge üzerinden değerlendirilmemesi gerekmektedir. Yüksek yoğunluklu interval antrenmanın kardiyovasküler göstergeler üzerindeki olumlu etkilerine ilişkin bulgularla birlikte, mevcut literatürde güvenlik verilerinin sınırlı olması da dikkate alınmalıdır. Egzersiz yoğunluğunun belirlenmesinde bireylerin sağlık durumlarının ve kardiyovasküler risk özelliklerinin göz önünde bulundurulması önerilmektedir. Özellikle kardiyovasküler hastalığı veya risk faktörleri bulunan bireylerde egzersiz programlarının uygun biçimde planlanması ve gerekli durumlarda sağlık profesyonellerinin değerlendirmesinden yararlanılması önemlidir. İncelenen kaynaklarda aerobik, direnç ve kombine egzersizlerin aritmi üzerindeki doğrudan etkilerine ilişkin kanıtların yetersiz olması nedeniyle, gelecekteki araştırmalarda bu ilişkinin ayrıntılı biçimde incelenmesi önerilmektedir. Farklı egzersiz türlerini doğrudan karşılaştıran, yeterli örneklem büyüklüğüne sahip ve uzun dönemli sonuçları değerlendiren kontrollü araştırmaların yürütülmesi, egzersiz uygulamalarının kardiyovasküler sağlık üzerindeki etkilerinin daha kapsamlı biçimde anlaşılmasına katkı sağlayabilir. Gelecekteki çalışmalarda kan basıncı, kardiyorespiratuvar kapasite, lipid profili, glukoz metabolizması ve vücut kompozisyonu gibi göstergelerin birlikte değerlendirilmesi; egzersiz türleri arasındaki farklılıkların ve bu farklılıkların sağlık

açısından öneminin daha ayrıntılı incelenmesine olanak sağlayacaktır. Bunun yanı sıra, egzersiz yoğunluğunun ve bireysel özelliklerin sonuçlar üzerindeki etkilerinin araştırılması, farklı yetişkin gruplarına yönelik egzersiz programlarının bilimsel kanıtlar doğrultusunda geliştirilmesine katkıda bulunabilir.

KAYNAKLAR

American College of Sports Medicine. (2019). Resistance training for health.

Bishop, D. J., Beck, B., Biddle, S. J. H., Denay, K. L., Ferri, A., Gibala, M. J., Headley, S., Jones, A. M., Jung, M., Lee, M. J.-C., Moholdt, T., Newton, R. U., Nimphius, S., Pescatello, L. S., Saner, N. J., & Tzarimas, C. (2025). Physical activity and exercise intensity terminology: A joint American College of Sports Medicine (ACSM) expert statement and Exercise and Sport Science Australia (ESSA) consensus statement. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 28(12), 980–991. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2024.11.004>

Bull, F. C., Al-Ansari, S. S., Biddle, S., Borodulin, K., Buman, M. P., Cardon, G., Carty, C., Chaput, J.-P., Chastin, S., Chou, R., Dempsey, P. C., DiPietro, L., Ekelund, U., Firth, J., Friedenreich, C. M., Garcia, L., Gichu, M., Jago, R., Katzmarzyk, P. T., . . . Willumsen, J. F. (2020). World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *British Journal of Sports Medicine*, 54(24), 1451–1462. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102955>

Du, M., Qiu, B., Bai, Y., Zeng, X., Xu, K., Ma, E., Xia, L., Zhang, W., & Yin, M. (2026). Effects of high-intensity interval training on cardiovascular health: An umbrella review of systematic reviews and meta-analyses. *Journal of Exercise Science & Fitness*, 24(4), 200495. <https://doi.org/10.1016/j.jesf.2026.200495>

Huiberts, R. O., Wüst, R. C. I., & van der Zwaard, S. (2024). Concurrent Strength and Endurance Training: A Systematic Review and Meta-Analysis on the Impact of Sex and Training Status. *Sports Medicine*, 54, 485–503. <https://doi.org/10.1007/s40279-023-01943-9>

Liang, M., Pan, Y., Zhong, T., Zeng, Y., & Cheng, A. S. K. (2021). Effects of aerobic, resistance, and combined exercise on metabolic syndrome parameters and cardiovascular risk factors: A systematic review and network meta-analysis. *Reviews in Cardiovascular Medicine*, 22(4), 1523–1533. <https://doi.org/10.31083/j.rcm2204156>

Lloyd-Jones, D. M., Allen, N. B., Anderson, C. A. M., Black, T., Brewer, L. C., Foraker, R. E., Grandner, M. A., Lavretsky, H., Perak, A. M., Sharma, G., Rosamond, W., & on behalf of the American Heart Association. (2022). Life's essential 8: Updating and enhancing the American Heart Association's construct of cardiovascular health: A presidential advisory from the American Heart Association. *Circulation*, 146(5), e18–e43. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000001078>

- Masmoum, M. D., Khan, S., Usmani, W. A., Chaudhry, R., Ray, R., Mahmood, A., Afzal, M., & Mirza, M. S. (2024). The effectiveness of exercise in reducing cardiovascular risk factors among adults: A systematic review and meta-analysis. *Cureus*, 16(9), e68928. <https://doi.org/10.7759/cureus.68928>
- Poon, E. T.-C., Li, H.-Y., Gibala, M. J., Wong, S. H.-S., & Ho, R. S.-T. (2024). High-intensity interval training and cardiorespiratory fitness in adults: An umbrella review of systematic reviews and meta-analyses. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 34(5), e14652. <https://doi.org/10.1111/sms.14652>
- Raghuveer, G., Hartz, J., Lubans, D. R., Takken, T., Wiltz, J. L., Mietus-Snyder, M., Perak, A. M., Baker-Smith, C., & Pietris, N. (2020). Cardiorespiratory fitness in youth: An important marker of health: A scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, 142(7), e101–e118. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000866>
- Ross, R., Blair, S. N., Arena, R., Church, T. S., Després, J.-P., Franklin, B. A., Haskell, W. L., Kaminsky, L. A., Levine, B. D., Lavie, C. J., Myers, J., Niebauer, J., Sallis, R., Sawada, S. S., Sui, X., & Wisløff, U. (2016). Importance of assessing cardiorespiratory fitness in clinical practice: A case for fitness as a clinical vital sign: A scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, 134(24), e653–e699. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000461>
- Schroeder, E. C., Franke, W. D., Sharp, R. L., & Lee, D.-C. (2019). Comparative effectiveness of aerobic, resistance, and combined training on cardiovascular disease risk factors: A randomized controlled trial. *PLOS ONE*, 14(1), e0210292. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0210292>
- Terada, T., Pap, R., Thomas, A., Wei, R., Noda, T., Visintini, S., & Reed, J. L. (2024). Effects of muscle strength training combined with aerobic training versus aerobic training alone on cardiovascular disease risk indicators in patients with coronary artery disease: A systematic review and meta-analysis of randomised clinical trials. *British Journal of Sports Medicine*, 58(20), 1225–1234. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2024-108530>

ERGENLERDE KARDİYOVASKÜLER SAĞLIĞIN GELİŞTİRİLMESİNDE BEDEN EĞİTİMİ DERSLERİNE DAYALI YÜKSEK YOĞUNLUKLU INTERVAL ANTRENMANIN ROLÜ: BİR DERLEME

Lisans, Can Polat SELEN¹

**Trakya Üniversitesi Kırkpınar Spor Bilimleri Fakültesi,
Beden Eğitimi ve Spor, Edirne, Türkiye,
cpolatselen@trakya.edu.tr, ORCID: 0009-0005-9935-1744**

Doç. Dr. Cüneyt TAŞKIN²

**Trakya Üniversitesi, Kırkpınar Spor Bilimleri Fakültesi
Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği, Edirne, Türkiye
cuneyttaskin@trakya.edu.tr - Orcid: 0000-0001-5219-4837**

Öğr. Gör. Dr. Tufan ÖZEN³

**Trakya Üniversitesi, Kırkpınar Spor Bilimleri Fakültesi
Rekreasyon, Edirne, Türkiye
tufanozen@trakya.edu.tr - Orcid: 0000-0002-9095-4769**

Prof. Dr. Nurper ÖZBAR⁴

**Trakya Üniversitesi, Kırkpınar Spor Bilimleri Fakültesi
Antrenörlük Eğitimi, Edirne, Türkiye
nurperozbar@trakya.edu.tr - Orcid: 0000-0003-0931-5263**

Özet

Bu çalışmada, beden eğitimi derslerine entegre edilen yüksek yoğunluklu interval antrenmanın (HIIT) ergenlerde kardiyovasküler parametreler ve kardiyorespiratuvar uygunluk üzerindeki etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Literatür derlemesi olarak yürütülen çalışmada PubMed ve Google Scholar veri tabanları taranmış; 10–17 yaş aralığındaki ergenlerle yürütülen randomize kontrollü çalışmalar değerlendirmeye alınmıştır. İncelenen müdahalelerin süresi 10–16 hafta arasında değişmektedir. Jovanović ve arkadaşlarının (2024) çalışmasında, 60 ergene uygulanan 12 haftalık HIIT programı sonrasında 20 m mekik koşusu performansında ve tahmini VO₂maks değerlerinde gelişme bildirilmiştir. Popowczak ve arkadaşlarının (2022) araştırmasında, başlangıçta yüksek kan basıncına sahip ergenlerde sistolik kan basıncı değişimi bakımından müdahale grubunda sistolik kan basıncında ortalama 12,77 mmHg azalma bildirilmiştir. Başlangıçta normal kan basıncına sahip ergenlerde ise HIIT grubunda kontrol grubuna kıyasla 1,81 mmHg daha fazla sistolik kan basıncı düşüşü bildirilmiştir. Jurić ve arkadaşlarının (2023) çalışmasında, 20 m mekik koşusu performansında

HIIT grubu lehine 181,2 m fark belirlenmiştir (%95 GA: 70,4–292,0). Ketelhut ve arkadaşlarının (2024) araştırmasında ise aortik nabız dalga hızı ve kalp hızı değişkenliğiyle ilişkili bazı ölçümlerde olumlu değişimler gözlenmiştir. Çalışmaların örneklem özellikleri, uygulama protokolleri ve sonuç ölçütleri farklılık göstermektedir. Mevcut bulgular, beden eğitimi derslerinde uygulanan HIIT'in ergenlerde kardiyorespiratuvar uygunluğun geliştirilmesi ve belirli kardiyovasküler göstergelerin iyileştirilmesi açısından önemli bir potansiyel taşıdığını göstermekle birlikte, bulguların her parametre için ayrı ayrı değerlendirilmesi gerektiğine işaret etmektedir.

Anahtar kelimeler: Beden Eğitimi, Kardiyovasküler Sağlık, Yüksek Şiddetli İnterval Antrenman

THE ROLE OF PHYSICAL EDUCATION-BASED HIGH-INTENSITY INTERVAL TRAINING IN IMPROVING CARDIOVASCULAR HEALTH IN ADOLESCENTS: A REVIEW

Abstract

This study aimed to examine the effects of high-intensity interval training (HIIT) integrated into physical education classes on cardiovascular parameters and cardiorespiratory fitness in adolescents. Conducted as a literature review, the study searched the PubMed and Google Scholar databases, and randomised controlled trials involving adolescents aged 10–17 years were evaluated. The duration of the interventions examined ranged from 10 to 16 weeks. In the study by Jovanović et al. (2024), improvements in 20 m shuttle run performance and estimated VO_2max values were reported following a 12-week HIIT programme applied to 60 adolescents. In the study by Popowczak et al. (2022), a mean reduction of 12.77 mmHg in systolic blood pressure was reported in the intervention group among adolescents with elevated baseline blood pressure. Among adolescents with normal baseline blood pressure, the HIIT group showed a 1.81 mmHg greater reduction in systolic blood pressure compared with the control group. Jurić et al. (2023) identified a difference of 181.2 m in 20 m shuttle run performance in favour of the HIIT group (95% CI: 70.4–292.0). In the study by Ketelhut et al. (2024), favourable changes were observed in certain measures related to aortic pulse wave velocity and heart rate variability. Nevertheless, the studies differed in terms of sample characteristics, intervention protocols and outcome measures. The current findings indicate that HIIT implemented in physical education classes has considerable potential for improving cardiorespiratory fitness and certain cardiovascular indicators in adolescents; however, the findings should be evaluated separately for each parameter.

Keywords: Physical Education, Cardiovascular Health, High-Intensity Interval Training

1. GİRİŞ

Çocukluk ve ergenlik dönemi, fiziksel aktivite alışkanlıklarının kazanılması ve yaşam boyu sağlığı destekleyen davranışların geliştirilmesi açısından önemli bir gelişim evresidir. Düzenli fiziksel aktivite, çocuk ve ergenlerde fiziksel uygunluğun geliştirilmesi ve kardiyometabolik sağlığın desteklenmesi bakımından önemli bir role sahiptir. Dünya Sağlık Örgütü, çocuk ve ergenlerin fiziksel ve ruhsal sağlıklarını desteklemek amacıyla düzenli fiziksel aktiviteye katılmalarını ve hareketsiz geçirilen sürenin sınırlandırılmasını önermektedir (Bull ve ark., 2020; World Health Organization [WHO], 2020). Fiziksel aktivitenin yetersiz olması ve fiziksel uygunluk düzeylerinin düşük seyretmesi, genç nüfusta sağlığın korunması açısından ele alınması gereken konular arasındadır. Özellikle kardiyorespiratuvar uygunluk, çocuk ve ergenlerin mevcut sağlık durumlarının değerlendirilmesinde ve ilerleyen yaşlardaki sağlık risklerinin anlaşılmasında önemli bir gösterge olarak kabul edilmektedir (Raghuveer ve ark., 2020).

Okul ortamı, çocuk ve ergenlerin düzenli fiziksel aktiviteye katılımını desteklemek açısından önemli fırsatlar sunmaktadır. Bu bağlamda beden eğitimi dersleri, öğrencilerin hareket becerilerinin ve fiziksel uygunluklarının geliştirilmesinin yanı sıra sağlıkla ilişkili fiziksel aktivite alışkanlıklarının desteklenmesinde de işlev görebilir. Ders süresinin sınırlı olması ve dersin bir bölümünün açıklama, organizasyon ve düşük yoğunluklu etkinliklerle geçirilmesi, öğrencilerin yeterli düzeyde orta ve yüksek yoğunluklu fiziksel aktiviteye katılmalarını güçleştirebilir. Jovanović ve arkadaşları (2024), beden eğitimi derslerinde aktif hareket için ayrılan sürenin sınırlı olabileceğine ve mevcut ders yapısının kardiyorespiratuvar uygunluğu geliştirmek için her zaman yeterli yoğunluğu sağlayamayabileceğine dikkat çekmektedir. Benzer biçimde, Ketelhut ve arkadaşları (2024), okul ortamında uygulanabilecek zaman açısından verimli fiziksel aktivite yaklaşımlarının önemini vurgulamaktadır. Bu durum, mevcut beden eğitimi programlarına entegre edilebilecek, uygulanabilir ve sağlıkla ilişkili fiziksel uygunluk bileşenlerini desteklemeyi amaçlayan egzersiz modellerinin incelenmesini gerekli kılmaktadır.

Yüksek yoğunluklu interval antrenman (High-Intensity Interval Training; HIIT), yüksek yoğunlukta gerçekleştirilen egzersiz aralıklarının dinlenme veya düşük yoğunluklu toparlanma aralıklarıyla dönüşümlü olarak uygulandığı bir antrenman yaklaşımıdır. Farklı süre ve yoğunluklarda düzenlenebilen bu uygulamalar, sınırlı zaman içerisinde yüksek yoğunluklu fiziksel aktivite gerçekleştirilmesine olanak tanınması nedeniyle okul temelli egzersiz araştırmalarında ilgi görmektedir. HIIT'in okul ortamında uygulanmasına ilişkin araştırmalarda, beden eğitimi derslerinin ısınma bölümüne veya dersin başlangıcına yerleştirilen farklı protokoller değerlendirilmiştir. Örneğin Bento ve arkadaşları (2025), lise öğrencilerinde 16 hafta boyunca beden eğitimi derslerinin ısınma bölümüne entegre edilen HIIT programını incelerken Jurić ve arkadaşları (2023), 12 haftalık

HIIT uygulamasını olağan beden eğitimi dersleriyle karşılaştırmıştır. Bu araştırmalar, HIIT'in okul programlarına farklı biçimlerde entegre edilebildiğini ve uygulamaların etkilerinin fiziksel uygunluk ölçütleri üzerinden değerlendirilebildiğini göstermektedir.

Okul temelli HIIT uygulamalarının etkilerinin değerlendirilmesinde kardiyorespiratuvar uygunluğun yanı sıra kan basıncı, hemodinamik parametreler ve kalp hızı değişkenliği gibi kardiyovasküler göstergeler de önem taşımaktadır. Kardiyorespiratuvar uygunluk, dolaşım ve solunum sistemlerinin fiziksel aktivite sırasında çalışan kasların oksijen gereksinimini karşılama kapasitesiyle ilişkilidir ve çocuk ve ergenlerde sağlık açısından önemli bir gösterge olarak değerlendirilmektedir (Raghuveer ve ark., 2020). Popowczak ve arkadaşları (2022), beden eğitimi derslerine entegre edilen HIIT uygulamasının ergenlerde dinlenik kan basıncı üzerindeki etkilerini incelemiştir. Ketelhut ve arkadaşları (2024) ise okul temelli HIIT'in kan basıncı ve aortik nabız dalga hızı gibi hemodinamik göstergeler ile kalp hızı değişkenliği üzerindeki etkilerini değerlendirmiştir. Jovanović ve arkadaşlarının (2024) araştırması da kardiyorespiratuvar uygunluğun yanı sıra bazı kas kuvveti ve sıçrama performansı ölçütlerini ele almıştır. Bu çalışmalar, okul temelli HIIT'in etkilerinin yalnızca tek bir fiziksel uygunluk göstergesi üzerinden değil, araştırmanın kapsamına uygun farklı fizyolojik ölçütler doğrultusunda incelenmesi gerektiğine işaret etmektedir.

Okul temelli HIIT uygulamalarının sonuçları müdahale süresi, haftalık uygulama sıklığı, egzersiz protokolü ve değerlendirilen sonuç değişkenlerine göre farklılaşabilmektedir. İncelenen araştırmalarda kardiyorespiratuvar uygunluk, kan basıncı ve fiziksel uygunluğun diğer bileşenleri farklı ölçüm yöntemleriyle değerlendirilmiştir. Bazı araştırmalarda olumlu sonuçlar belirli parametrelerle sınırlı kalırken diğer ölçütlerde aynı düzeyde gelişme gözlenmemiştir. Örneğin Jurić ve arkadaşları (2023), 20 metre mekik koşusu performansında müdahale lehine anlamlı bir etki bildirirken vücut kompozisyonuna ilişkin sonuçların tutarlı olmadığını belirtmiştir. Bu nedenle HIIT'in okul ortamındaki etkilerinin değerlendirilmesinde yalnızca olumlu sonuçların değil, araştırmalar arasında görülen farklılıkların ve her çalışmanın ölçüm kapsamının da dikkate alınması gerekmektedir.

Kuramsal Çerçeve

Kardiyorespiratuvar uygunluk, dolaşım ve solunum sistemlerinin fiziksel aktivite sırasında çalışan kasların oksijen gereksinimini karşılama kapasitesini ifade etmektedir. Çocuk ve ergenlerde sağlıklı ilişkili önemli bir gösterge olarak kabul edilen bu özellik, fiziksel aktivite sırasında oksijenin taşınması ve kullanılmasını sağlayan fizyolojik süreçlerle ilişkilidir (Raghuveer ve ark., 2020). Kardiyorespiratuvar uygunluğun değerlendirilmesinde maksimal oksijen tüketimi (VO_2max) ve 20 metre mekik koşusu gibi ölçüm yöntemlerinden yararlanılmaktadır.

Yüksek yoğunluklu interval antrenman (HIIT), kısa süreli yüksek yoğunluklu egzersiz dönemlerinin düşük yoğunluklu toparlanma aralıklarıyla veya dinlenme dönemleriyle dönüşümlü olarak uygulandığı bir antrenman yöntemidir (Weston ve ark., 2014). Bu yöntem, görece kısa sürede fiziksel uygunluğun geliştirilmesini amaçlayan bir yaklaşım olarak ele alınmaktadır.

Okul temelli beden eğitimi derslerinde HIIT, dersin belirli bölümlerine entegre edilerek uygulanabilmektedir. Uygulamaların süresi, sıklığı ve egzersiz protokolleri çalışmalar arasında farklılık göstermektedir. Ergenlerle yürütülen araştırmalar, HIIT'in kardiyorespiratuvar uygunluğun geliştirilmesinde kullanılabilecek bir yöntem olduğunu göstermektedir (Costigan ve ark., 2015).

Kan basıncı, kanın damar duvarlarına uyguladığı basıncı ifade eder. Sistolik kan basıncı, kalbin kasılması sırasında arterlerde oluşan en yüksek basıncı; diyastolik kan basıncı ise kalbin gevşemesi sırasında oluşan basıncı ifade etmektedir. Kan basıncı genellikle milimetre cıva (mmHg) birimiyle ölçülür ve kardiyovasküler sağlığın değerlendirilmesinde kullanılan temel parametrelerden biridir (Flynn ve ark., 2017).

Kalp hızı, kalbin bir dakika içerisinde gerçekleştirdiği atım sayısını ifade eder ve dakikadaki atım sayısı (atım/dk) olarak ölçülür. Kalp hızı, vücudun fiziksel aktivite sırasında artan oksijen gereksinimine bağlı olarak değişebilmektedir. Egzersiz sırasında çalışan kasların oksijen ihtiyacını karşılamak amacıyla kalp hızı genellikle artarken, düzenli fiziksel aktivite zaman içerisinde kardiyovasküler uyumun gelişmesine katkıda bulunabilir (National Heart, Lung, and Blood Institute, 2025).

Kalp hızı değişkenliği (HRV), ardışık kalp atımları arasındaki sürelerin değişkenliğini ifade etmektedir. Otonom sinir sisteminin kardiyovasküler sistem üzerindeki düzenleyici etkileriyle ilişkili olan HRV, kalbin fizyolojik uyumunun değerlendirilmesinde kullanılan parametrelerden biridir (Shaffer & Ginsberg, 2017).

Fiziksel aktivite ve egzersiz, otonom sinir sistemi işlevleriyle ilişkili HRV ölçümlerini etkileyebilmektedir. Çocuk ve ergenlerde yürütülen araştırmalar, fiziksel aktivite düzeyi ile bazı HRV ölçümleri arasında ilişki bulunduğunu göstermektedir (Chen ve ark., 2022).

Arteriyel sertlik, arterlerin basınç değişimlerine karşı esneyebilme özelliğinin azalmasını ifade etmektedir. Arteriyel sertliğin değerlendirilmesinde kullanılan yöntemlerden biri aortik nabız dalga hızı (aPWV) ölçümüdür. Nabız dalgasının arterler boyunca ilerleme hızını değerlendiren bu ölçümde, daha yüksek değerler genel olarak artmış arteriyel sertlikle ilişkilidir.

Okul temelli yüksek yoğunluklu interval antrenmanların kardiyovasküler etkilerini inceleyen araştırmalarda aPWV, damar özelliklerindeki değişimleri değerlendirmek amacıyla kullanılabilmektedir (Ketelhut ve ark., 2024).

Kardiyorespiratuvar uygunluğun değerlendirilmesinde kullanılan doğrudan laboratuvar ölçümleri ile saha testlerinden elde edilen dolaylı kestirimler birbirinden ayrılmalıdır. Bu özelliğin değerlendirilmesinde maksimal oksijen tüketimi (VO_{2max}) ve zirve oksijen tüketimi (VO_{2peak}) gibi ölçütlerden yararlanılmaktadır. Oksijen tüketiminin solunum gazları analiz edilerek ölçülmesi, kardiyorespiratuvar uygunluğun değerlendirilmesinde temel yöntemlerden biridir (Raghuveer ve ark., 2020).

Okul ortamlarında ise 20 metre mekik koşusu testi, kardiyorespiratuvar uygunluğun değerlendirilmesinde kullanılan saha testlerinden biridir. Test sırasında öğrencilerin tamamladıkları tur veya aşama sayısı kaydedilebilir; bu sonuçlar fiziksel uygunluğun değerlendirilmesinde kullanılabilir. Jovanović ve ark. (2024) ve Jurić ve ark. (2023), okul temelli HIIT uygulamalarının etkilerini incelerken mekik koşusu performansından yararlanmıştır.

2. YÖNTEM

Bu çalışma, okul temelli beden eğitimi derslerinde uygulanan yüksek yoğunluklu interval antrenmanların (HIIT) çocuk ve ergenlerde kardiyovasküler parametreler ve kardiyorespiratuvar uygunluk üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla yürütülen bir literatür derlemesidir. Çalışma kapsamında, önceden belirlenen dâhil edilme kriterlerini karşılayan randomize kontrollü araştırmaların yöntemleri ve bulguları incelenerek sonuçlar betimsel olarak değerlendirilmiştir.

Literatür taraması, PubMed ve Google Scholar veri tabanları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tarama sürecinde, okul temelli beden eğitimi derslerinde uygulanan yüksek yoğunluklu interval antrenmanların (HIIT) çocuk ve ergenlerde kardiyovasküler parametreler ve kardiyorespiratuvar uygunluk üzerindeki etkilerini inceleyen araştırmalara odaklanılmıştır. Araştırmaların seçiminde randomize kontrollü çalışma desenine sahip olmaları, katılımcıların çocuk veya ergen grubunda bulunması ve HIIT uygulamalarının okul ortamında beden eğitimi dersleri kapsamında gerçekleştirilmesi esas alınmıştır.

Çalışmaya dâhil edilme kriterleri; araştırmaların randomize kontrollü çalışma desenine sahip olması, çocuk veya ergenlerle yürütülmesi, yüksek yoğunluklu interval antrenman (HIIT) uygulamalarının okul ortamında ve beden eğitimi dersleri kapsamında gerçekleştirilmesi ve kardiyovasküler parametreler veya kardiyorespiratuvar uygunlukla ilişkili sonuçları değerlendirmesi olarak belirlenmiştir. Bu kriterleri karşılamayan, HIIT uygulamaları okul ortamı dışında gerçekleştirilen, farklı yaş gruplarını inceleyen veya araştırmanın amaçları doğrultusunda değerlendirilecek sonuçları raporlamayan çalışmalar değerlendirme dışında bırakılmıştır.

Çalışmaya dâhil edilen araştırmalar; yazar ve yayın yılı, katılımcı özellikleri, müdahale süresi, HIIT uygulama protokolü ve değerlendirilen sonuç değişkenleri açısından incelenmiştir. Bulgular, çalışmaların sonuçları

karşılaştırılarak betimsel biçimde sentezlenmiştir. Araştırmaların uygulama protokolleri ve değerlendirdikleri sonuçlar arasındaki farklılıklar dikkate alınmıştır. Tarama tarihleri, platformlara özgü arama dizgileri, bulunan ve elenen kayıt sayıları ile çalışma bazlı yanlışlık riski değerlendirmesi mevcut belgede raporlanmadığından, bu derlemenin sistematik bir derleme olarak yeniden üretilebilirliği sınırlıdır. Dahil edilen beş araştırmanın sonuçları bu çerçevede betimsel olarak yorumlanmıştır.

3. BULGULAR

Tablo 1. Beden Eğitimi Derslerine Entegre Edilen HIIT Uygulamalarının Kardiyovasküler ve Kardiyorespiratuvar Göstergeler Üzerindeki Etkileri

Yazar / Yıl	Örneklem	Müdahale	Ölçüm Araçları / Değişkenler	Temel Bulgular
Ketelhut vd. (2024)	40 öğrenci (20 HIIT, 20 kontrol)	12 hafta, okul temelli HIIT	aPWV, kan basıncı, HRV (RMSSD, LF, HF, LF/HF)	RMSSD arttı ($p=0,010$); aPWV değişimi sınırdan kaldı ($p=0,050$). Kan basıncında anlamlı etkileşim bulunmadı.
Popowczak vd. (2022)	141 ergen	10 hafta, haftada 1, 14 dk Tabata	Sistolik ve diyastolik kan basıncı	Başlangıçta yüksek kan basıncı bulunan HIIT grubunda sistolik basınç 12,77 mmHg azaldı. HIIT grubu lehine 1,81 mmHg daha fazla sistolik kan basıncı azalması görüldü.
Jurić vd. (2023)	207 öğrenci (10–15 yaş)	12 hafta HIIT	20 m mekik koşusu, vücut yağlanması	Mekik koşusunda HIIT lehine 181,2 m fark (%95 GA: 70,4–292,0; $p=0,001$). Vücut kompozisyonunda tutarlı etki yok.
Jovanović vd. (2024)	60 öğrenci ($16,33 \pm 0,62$ yaş)	12 hafta, haftada 2, ikişer 4 dk Tabata	20 m mekik koşusu, tahmini VO_2 maks, kuvvet, sıçrama	Kardiyorespiratuvar uygunlukta HIIT lehine gelişme ($p<0,01$; $\eta^2p=0,111$). Sıçrama performansında da gelişme.
Bento vd. (2025)	229 öğrenci (15–17 yaş)	16 hafta, ders ısınmasında HIIT	Kardiyorespiratuvar uygunluk	Özellikle kız öğrencilerde kardiyorespiratuvar uygunluk gelişti; orta–büyük etki bildirildi.

Ketelhut ve arkadaşları (2024), okul temelli beden eğitimi derslerine entegre edilen 12 haftalık HIIT programının çocuklarda hemodinamik parametreler ve kalp hızı değişkenliği üzerindeki etkilerini incelemiştir. Araştırmaya başlangıçta 46 öğrenci katılmış, analizler müdahale grubunda 20 ve kontrol grubunda 20 olmak üzere toplam 40 öğrenci üzerinden gerçekleştirilmiştir. Müdahale grubunda aortik nabız dalga hızı (aPWV) $4,73 \pm 0,29$ m/s'den $4,56 \pm 0,23$ m/s'ye düşerken kontrol grubunda $4,47 \pm 0,29$ m/s'den $4,52 \pm 0,38$ m/s'ye yükselmiştir. Gruplar arasındaki zaman etkileşimi istatistiksel anlamlılık sınırında bulunmuştur ($p = 0,050$; $\eta^2p = 0,099$). Kalp hızı değişkenliği göstergelerinden RMSSD, müdahale grubunda $43,15 \pm 21,89$ ms'den $53,73 \pm$

23,81 ms'ye yükselmiş ve gruplar arasındaki zaman etkileşimi anlamlı bulunmuştur ($p = 0,010$; $\eta^2p = 0,161$). Müdahale grubunda düşük frekans gücü (LF) ve LF/HF oranı azalırken yüksek frekans gücü (HF) artmış; bu değişkenlerin gruplar arasındaki zaman etkileşimleri de istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (LF: $p = 0,009$; HF: $p < 0,001$; LF/HF: $p < 0,001$). Sistolik ve diyastolik kan basıncı ile kalp hızı açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir zaman etkileşimi saptanmamıştır.

Popowczak ve arkadaşları (2022), beden eğitimi derslerine entegre edilen 10 haftalık HIIT uygulamasının ergenlerde dinlenik kan basıncı üzerindeki etkilerini incelemiştir. Araştırmaya 16 yaş civarındaki 141 öğrenci dâhil edilmiş ve katılımcılar başlangıçtaki kan basıncı durumlarına göre normal kan basıncına sahip ve yüksek kan basıncına sahip gruplar olarak değerlendirilmiştir. Müdahale, haftada bir beden eğitimi dersinde uygulanan, toplam 14 dakika süren Tabata protokolünden oluşmuştur. Bulgular, yüksek kan basıncına sahip deney grubunda sistolik kan basıncının ortalama 12,77 mmHg azaldığını göstermiştir ($p < 0,0001$). Normal kan basıncına sahip deney grubunda da sistolik kan basıncındaki azalma, normal kan basıncına sahip kontrol grubuna kıyasla anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur; iki grup arasındaki ortalama fark 1,81 mmHg olarak raporlanmıştır ($p = 0,0089$). Müdahalenin sistolik kan basıncı üzerindeki etkisinin katılımcıların başlangıçtaki kan basıncı durumuna göre farklılaştığı, diyastolik kan basıncı içinse müdahale grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir etki saptanmadığı bildirilmiştir.

Jurić ve arkadaşları (2023), beden eğitimi derslerine entegre edilen 12 haftalık yüksek yoğunluklu interval antrenman (HIIT) programının 10–15 yaş aralığındaki öğrencilerin fiziksel uygunluk ve vücut yağlanması üzerindeki etkilerini incelemiştir. Küme randomize kontrollü araştırmaya toplam 207 öğrenci katılmıştır. Bulgular, HIIT uygulamasının 20 metre mekik koşusu performansı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olduğunu göstermiştir ($p = 0,001$; $d = 0,31$). Müdahale grubundaki gelişim, kontrol grubuyla karşılaştırıldığında tahmini olarak 181,2 metre daha fazla bulunmuştur (%95 GA: 70,4–292,0). Araştırmacıların ek olarak gerçekleştirdiği niyet edilen tedavi (intention-to-treat, ITT) analizinde de bu etki anlamlılığını korumuş; gruplar arasındaki tahmini fark 119,6 metre olarak hesaplanmıştır ($p = 0,011$). Vücut kompozisyonuna ilişkin sonuçlar tutarlı bulunmamış ve HIIT'in vücut yağlanması üzerindeki etkisi beklenen yönde olmamıştır.

Jovanović ve arkadaşları (2024), beden eğitimi derslerine entegre edilen 12 haftalık HIIT programının ergenlerde sağlıkla ilişkili fiziksel uygunluk bileşenleri üzerindeki etkilerini incelemiştir. Araştırmaya yaş ortalaması $16,33 \pm 0,62$ yıl olan toplam 60 öğrenci katılmış; katılımcılar deney ve kontrol gruplarına eşit olarak ayrılmıştır. Deney grubunda, haftada iki kez gerçekleştirilen beden eğitimi derslerine ikişer adet 4 dakikalık Tabata oturumu entegre edilmiştir. Bulgular, her iki grupta da başlangıca kıyasla mekik koşusu performansı ve

tahmini maksimal oksijen tüketimi (VO_{2max}) değerlerinde anlamlı artışlar olduğunu göstermiştir ($p < 0,05$). Deney grubundaki gelişim kontrol grubuna kıyasla anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur (her iki değişken için $p < 0,01$; $\eta^2p = 0,111$). Kas kuvveti ölçümlerinde ise sağ el kavrama kuvveti açısından anlamlı bir zaman $\times$ grup etkileşimi belirlenmiş ($p < 0,01$); durarak uzun atlama ve dikey sıçrama performansındaki gelişim de deney grubunda kontrol grubuna göre daha yüksek bulunmuştur (sırasıyla $\eta^2p = 0,182$ ve $\eta^2p = 0,112$; $p < 0,01$). Bu sonuçlar, beden eğitimi derslerine entegre edilen HIIT uygulamasının ergenlerde özellikle kardiyorespiratuvar uygunluğun geliştirilmesine katkı sağlayabileceğini göstermektedir.

Bento ve arkadaşları (2025), lise düzeyindeki ergenlerde beden eğitimi derslerine entegre edilen 16 haftalık yüksek yoğunluklu interval antrenman (HIIT) programının fiziksel uygunluk üzerindeki etkilerini incelemiştir. Randomize kontrollü araştırmaya 15–17 yaş aralığında toplam 229 öğrenci katılmış; 106 öğrenci HIIT grubuna, 123 öğrenci ise kontrol grubuna atanmıştır. HIIT uygulamaları, beden eğitimi derslerinin ısınma bölümüne entegre edilmiş ve 2:1 çalışma-dinlenme oranıyla gerçekleştirilen 14–20 yüksek yoğunluklu efordan oluşmuştur. Araştırma sonunda, kardiyorespiratuvar uygunluk bakımından gruplar arasında farklılık saptanmıştır. Cinsiyete göre yapılan analizlerde, HIIT grubundaki kız öğrencilerin kardiyorespiratuvar uygunluklarında anlamlı artış görülürken kontrol grubundaki kız öğrencilerde aynı yönde bir gelişim gözlenmemiştir. Kız öğrenciler arasındaki bu farklılık için orta ile büyük arasında etki büyüklüğü raporlanmıştır. Bulgular, beden eğitimi derslerinin ısınma bölümüne entegre edilen kısa süreli HIIT uygulamalarının özellikle ergen kızlarda kardiyorespiratuvar uygunluğun geliştirilmesine katkı sağlayabileceğini göstermektedir.

Tablo 1'de sunulan araştırmalar birlikte değerlendirildiğinde, beden eğitimi derslerine entegre edilen yüksek yoğunluklu interval antrenman uygulamalarının özellikle kardiyorespiratuvar uygunluk üzerinde olumlu etkiler oluşturabildiği görülmektedir. Jurić ve arkadaşları (2023), Jovanović ve arkadaşları (2024) ile Bento ve arkadaşlarının (2025) bulguları bu açıdan birbirini desteklemektedir. Kardiyovasküler parametrelerde ise benzer bir tutarlılıktan söz etmek güçtür. Popowczak ve arkadaşları (2022), özellikle başlangıçta yüksek kan basıncına sahip ergenlerde sistolik kan basıncının azaldığını bildirirken Ketelhut ve arkadaşları (2024), kan basıncında anlamlı bir grup-zaman etkileşimi belirlememiştir. Buna karşılık kalp hızı değişkenliğinin bazı göstergelerinde olumlu değişimler saptanmıştır. Araştırmalar arasındaki farklılıkların katılımcı özellikleri, müdahale süresi, antrenman sıklığı ve değerlendirilen fizyolojik değişkenlerle ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Mevcut bulgular, okul temelli HIIT uygulamalarının kardiyorespiratuvar uygunluğu destekleyebileceğini, kardiyovasküler etkilerinin ise değerlendirilen parametreye göre farklılık gösterebildiğini ortaya koymaktadır.

4. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, okul temelli beden eğitimi derslerine entegre edilen yüksek yoğunluklu interval antrenman (HIIT) uygulamalarının çocuk ve ergenlerde kardiyovasküler parametreler ve kardiyorespiratuvar uygunluk üzerindeki etkileri incelenmiştir. Değerlendirilen beş randomize kontrollü araştırmanın bulguları, HIIT uygulamalarının kardiyorespiratuvar uygunluk ve bazı kardiyovasküler göstergeler üzerinde olumlu değişimlerle ilişkili olabileceğini göstermektedir. Sonuçlar incelenen parametreye ve araştırmanın özelliklerine göre farklılık göstermektedir. Bu durum, okul temelli HIIT uygulamalarının etkilerinin tek bir sonuç değişkeni üzerinden değerlendirilmemesi gerektiğini düşündürmektedir.

Kardiyorespiratuvar uygunluk açısından değerlendirildiğinde, Jurić ve arkadaşları (2023), Jovanović ve arkadaşları (2024) ve Bento ve arkadaşları (2025) tarafından bildirilen bulgular, okul temelli HIIT uygulamalarının fiziksel uygunluğun bu bileşenin geliştirilmesinde potansiyel bir rolü olabileceğine işaret etmektedir. Jurić ve arkadaşları (2023), 20 metre mekik koşusu performansında HIIT lehine anlamlı bir farklılık bildirirken Jovanović ve arkadaşları (2024), mekik koşusu performansı ve tahmini VO_{2max} değerlerinde deney grubu lehine daha fazla gelişim saptamıştır. Bento ve arkadaşlarının (2025) araştırmasında ise kardiyorespiratuvar uygunluk bakımından gruplar arasında farklılık bildirilmiş ve özellikle HIIT grubundaki kız öğrencilerde olumlu sonuçlar gözlenmiştir. Bu bulgular birlikte değerlendirildiğinde, okul temelli HIIT uygulamalarının kardiyorespiratuvar uygunluk açısından umut verici sonuçlar ortaya koyduğu söylenebilir. Çalışmaların örneklemeleri ve uygulama protokolleri farklı olduğundan etkinin bütün öğrenci gruplarında aynı düzeyde ortaya çıkacağı sonucuna varılamaz.

Kardiyovasküler parametreler bakımından sonuçlar daha değişken bir görünüm sergilemektedir. Popowczak ve arkadaşları (2022), özellikle başlangıçta yüksek kan basıncına sahip ergenlerde sistolik kan basıncında belirgin bir azalma bildirmiştir. Normal kan basıncına sahip öğrencilerde de deney grubu lehine anlamlı bir farklılık saptanmıştır. Ketelhut ve arkadaşları (2024) tarafından yürütülen çalışmada sistolik ve diyastolik kan basıncı ile kalp hızı bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir zaman etkileşimi bulunmamıştır. Bu farklılık, kan basıncına ilişkin sonuçların katılımcıların başlangıçtaki kan basıncı durumları ve uygulanan müdahalelerin özellikleri dikkate alınarak yorumlanması gerektiğini düşündürmektedir. Mevcut bulgular, bu değişkenlerin sonuçlardaki farklılığı doğrudan oluşturduğunu kanıtlamamaktadır.

Kalp hızı değişkenliği ve damar sertliğiyle ilişkili göstergeler açısından Ketelhut ve arkadaşlarının (2024) bulguları ayrıca önem taşımaktadır. Araştırmada RMSSD, HF, LF ve LF/HF gibi kalp hızı değişkenliği göstergelerinde gruplar arasında anlamlı zaman etkileşimleri bildirilmiştir. Aortik nabız dalga hızı bakımından

ise sonuç istatistiksel anlamlılık sınırında bulunmuştur. Kan basıncı ve kalp hızı gibi diğer değişkenlerde anlamlı gruplar arası farklılıkların saptanmaması, HIIT uygulamalarının incelenen tüm kardiyovasküler göstergelerde eş zamanlı değişim oluşturduğunun söylenemeyeceğini göstermektedir. Kardiyovasküler etkilerin değerlendirilmesinde farklı fizyolojik göstergelerin ayrı ayrı incelenmesi önemlidir.

Fiziksel uygunluğun diğer bileşenleri bakımından da araştırmaların sonuçları bütünüyle aynı değildir. Jovanović ve arkadaşları (2024), sağ el kavrama kuvveti, durarak uzun atlama ve dikey sıçrama performansında deney grubu lehine sonuçlar bildirmiştir. Jurić ve arkadaşları (2023) vücut kompozisyonuna ilişkin bulguların tutarlı olmadığını belirtmiştir. Bu sonuçlar, HIIT uygulamalarının fiziksel uygunluğun farklı bileşenleri üzerindeki etkilerinin birbirinden ayrılarak değerlendirilmesi gerektiğine işaret etmektedir. Kardiyorespiratuvar uygunlukta gözlenen olumlu sonuçlar, vücut kompozisyonu veya diğer bütün fiziksel uygunluk göstergelerinde de benzer değişimler meydana geleceği anlamına gelmemektedir.

Çalışmalarda uygulanan HIIT programlarının süresi ve sıklığı da farklılık göstermektedir. İncelenen müdahaleler 10–16 hafta arasında değişirken uygulamalar haftada bir veya iki kez gerçekleştirilmiş ve bazı araştırmalarda derslerin ısınma bölümüne entegre edilmiştir. Bu çeşitlilik, okul ortamında HIIT'in farklı uygulama biçimleriyle araştırıldığını göstermektedir. Mevcut beş araştırmanın sonuçlarına dayanarak belirli bir müdahale süresinin veya haftalık sıklığın diğerlerinden daha etkili olduğunu söylemek mümkün değildir. Böyle bir değerlendirme için protokollerin doğrudan karşılaştırıldığı araştırmalara ihtiyaç vardır.

Genel olarak bu beş randomize kontrollü araştırmanın bulguları, okul temelli HIIT uygulamalarının özellikle kardiyorespiratuvar uygunluğun geliştirilmesi açısından değerlendirilmesi gereken bir yaklaşım olduğunu göstermektedir. Kardiyovasküler parametrelerdeki sonuçların değişkenliği ve vücut kompozisyonuna ilişkin tutarsız bulgular, HIIT'in etkilerinin bütün değişkenler açısından genellenemeyeceğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle beden eğitimi derslerine HIIT entegrasyonu değerlendirilirken öğrencilerin özellikleri, uygulama protokolleri ve ölçülen sonuç değişkenleri dikkate alınmalıdır. Gelecekte yapılacak randomize kontrollü araştırmalarda farklı uygulama protokollerinin karşılaştırılması ve kardiyovasküler göstergelerin daha uzun takip süreleri boyunca incelenmesi, okul temelli HIIT uygulamalarının etkilerine ilişkin kanıtların geliştirilmesine katkı sağlayabilir.

Bu çalışmada, okul temelli beden eğitimi derslerine entegre edilen yüksek yoğunluklu interval antrenman (HIIT) uygulamalarının çocuk ve ergenlerde kardiyovasküler parametreler ve kardiyorespiratuvar uygunluk üzerindeki etkileri incelenmiştir. Değerlendirilen beş randomize kontrollü araştırmanın bulguları, HIIT uygulamalarının özellikle kardiyorespiratuvar uygunluk göstergeleri üzerinde olumlu sonuçlar ortaya

koyabildiğini göstermektedir. Jurić ve arkadaşları (2023), Jovanović ve arkadaşları (2024) ve Bento ve arkadaşlarının (2025) çalışmalarında mekik koşusu performansı veya kardiyorespiratuvar uygunluk açısından HIIT lehine bulgular bildirilmiştir. Sonuçların katılımcıların özelliklerine ve uygulanan müdahale programlarına göre farklılaşabildiği göz önünde bulundurulmalıdır.

Kardiyovasküler parametreler açısından değerlendirildiğinde, HIIT uygulamalarının etkilerinin incelenen değişkene göre farklılık gösterdiği görülmektedir. Popowczak ve arkadaşları (2022), özellikle başlangıçta yüksek kan basıncına sahip ergenlerde sistolik kan basıncında azalma bildirmiştir. Ketelhut ve arkadaşları (2024) ise kalp hızı değişkenliğinin bazı göstergelerinde anlamlı değişimler saptamış, ancak sistolik ve diyastolik kan basıncı ile kalp hızı bakımından gruplar arasında anlamlı bir zaman etkileşimi bulmamıştır. Bu bulgular, HIIT'in kardiyovasküler etkilerinin bütün parametreler açısından aynı yönde ve aynı düzeyde ortaya çıkmadığını göstermektedir.

Fiziksel uygunluğun diğer bileşenleri bakımından da sonuçlar farklılaşmaktadır. Jovanović ve arkadaşları (2024), kardiyorespiratuvar uygunluğun yanı sıra bazı kas kuvveti ve sıçrama performansı göstergelerinde HIIT lehine gelişmeler bildirmiştir. Jurić ve arkadaşlarının (2023) çalışmasında vücut kompozisyonuna ilişkin sonuçlar tutarlı bulunmamıştır. Okul temelli HIIT uygulamalarının fiziksel uygunluğun farklı bileşenleri üzerindeki etkileri değerlendirilirken her bir değişkenin ayrı ayrı ele alınması gerekmektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, HIIT uygulamalarının beden eğitimi derslerine entegre edilmesi, çocuk ve ergenlerde kardiyorespiratuvar uygunluğun geliştirilmesine yönelik değerlendirilebilir bir yaklaşım olarak görünmektedir. İncelenen araştırmaların sonuçları HIIT'in tüm kardiyovasküler parametreleri iyileştirdiği veya uzun vadede kardiyovasküler hastalıkları önlediği sonucuna ulaşmak için yeterli değildir. Gelecekte yapılacak araştırmalarda farklı HIIT protokollerinin karşılaştırılması, kardiyovasküler parametrelerin daha geniş kapsamda değerlendirilmesi ve müdahalelerin uzun dönemli etkilerinin incelenmesi, bu uygulamaların okul ortamındaki rolünün daha iyi anlaşılmasına katkı sağlayabilir.

Bu çalışmada incelenen araştırmaların bulguları doğrultusunda, okul temelli beden eğitimi derslerinde yüksek yoğunluklu interval antrenman (HIIT) uygulamalarına ve gelecekte yürütülecek araştırmalara yönelik çeşitli öneriler sunulabilir. HIIT uygulamaları, öğrencilerin kardiyorespiratuvar uygunluklarının geliştirilmesine yönelik bir seçenek olarak beden eğitimi derslerine entegre edilebilir. Uygulama programları hazırlanırken öğrencilerin yaşları ve fiziksel uygunluk düzeyleri dikkate alınmalıdır. HIIT uygulamalarının etkileri yalnızca kardiyorespiratuvar uygunluk üzerinden değerlendirilmemeli; kan basıncı, kalp hızı, kalp hızı değişkenliği ve arteriyel sertlikle ilişkili göstergeler gibi farklı parametreler de araştırmalarda incelenmelidir. Gelecekteki

araştırmalarda başlangıçtaki kan basıncı düzeyleri ve fiziksel uygunluk özellikleri farklı olan çocuk ve ergenler değerlendirilerek HIIT uygulamalarının etkileri daha ayrıntılı biçimde incelenebilir. HIIT uygulamalarının süresi, haftalık sıklığı ve beden eğitimi dersleri içerisindeki konumu farklı araştırmalarda karşılaştırılarak farklı uygulama özelliklerinin fiziksel uygunluk ve kardiyovasküler parametrelerle ilişkisi daha kapsamlı biçimde değerlendirilebilir. Gelecekte yürütülecek randomize kontrollü araştırmalarda müdahale sürecinin ardından takip ölçümleri yapılarak HIIT uygulamalarıyla ilişkili değişimlerin zaman içerisindeki devamlılığı incelenebilir. Son olarak kardiyorespiratuvar uygunluk, kas kuvveti ve vücut kompozisyonu gibi değişkenler ayrı ayrı ele alınmalıdır. Özellikle vücut kompozisyonuna ilişkin sonuçların tutarsız olduğu dikkate alınarak HIIT'in farklı fiziksel uygunluk bileşenleri üzerindeki etkileri birbirinden bağımsız biçimde değerlendirilmelidir.

KAYNAKLAR

- Bento, A., Raimundo, A., & Carrasco, L. (2025). High-intensity interval training program in high-school physical education classes for promoting fitness in adolescents: A randomized controlled trial. *Journal of Orthopaedics and Sports Medicine*, 7(3), 299–310. <https://doi.org/10.26502/josm.511500209>
- Bull, F. C., Al-Ansari, S. S., Biddle, S., Borodulin, K., Buman, M. P., Cardon, G., Carty, C., Chaput, J.-P., Chastin, S., Chou, R., Dempsey, P. C., DiPietro, L., Ekelund, U., Firth, J., Friedenreich, C. M., Garcia, L., Gichu, M., Jago, R., Katzmarzyk, P. T., . . . Willumsen, J. F. (2020). World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *British Journal of Sports Medicine*, 54(24), 1451–1462. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102955>
- Chen, H., Xu, J., Xie, H., Huang, Y., Shen, X., & Xu, F. (2022). Effects of physical activity on heart rate variability in children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Ciência & Saúde Coletiva*, 27(5), 1827–1842. <https://doi.org/10.1590/1413-81232022275.10402021>
- Costigan, S. A., Eather, N., Plotnikoff, R. C., Taaffe, D. R., & Lubans, D. R. (2015). High-intensity interval training for improving health-related fitness in adolescents: A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 49(19), 1253–1261. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-094490>
- Flynn, J. T., Kaelber, D. C., Baker-Smith, C. M., Blowey, D., Carroll, A. E., Daniels, S. R., de Ferranti, S. D., Dionne, J. M., Falkner, B., Flinn, S. K., Gidding, S. S., Goodwin, C., Leu, M. G., Powers, M. E., Rea, C., Samuels, J., Simasek, M., Thaker, V. V., & Urbina, E. M. (2017). Clinical practice guideline for screening and management of high blood pressure in children and adolescents. *Pediatrics*, 140(3), e20171904. <https://doi.org/10.1542/peds.2017-1904>

- Jovanović, R., Živković, M., Stanković, M., Zoretić, D., & Trajković, N. (2024). Effects of school-based high-intensity interval training on health-related fitness in adolescents. *Frontiers in Physiology*, 15, Article 1487572. <https://doi.org/10.3389/fphys.2024.1487572>
- Jurić, P., Dudley, D. A., & Petocz, P. (2023). Does incorporating high intensity interval training in physical education classes improve fitness outcomes of students? A cluster randomized controlled trial. *Preventive Medicine Reports*, 32, Article 102127. <https://doi.org/10.1016/j.pmedr.2023.102127>
- Ketelhut, S., Ketelhut, K., Ketelhut, S. R., & Ketelhut, R. G. (2024). Effects of school-based high-intensity interval training on hemodynamic parameters and heart rate variability: A randomized controlled trial. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 38(6), 1033–1040. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004744>
- National Heart, Lung, and Blood Institute. (2025). How the heart works: How the heart beats. NHLBI resmî kaynağı
- Popowczak, M., Rokita, A., Koźlenia, D., & Domaradzki, J. (2022). The high-intensity interval training introduced in physical education lessons decrease systole in high blood pressure adolescents. *Scientific Reports*, 12, Article 1974. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-06017-w>
- Raghuveer, G., Hartz, J., Lubans, D. R., Takken, T., Wiltz, J. L., Mietus-Snyder, M., Perak, A. M., Baker-Smith, C., Pietris, N., & Edwards, N. M. (2020). Cardiorespiratory fitness in youth: An important marker of health: A scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, 142(7), e101–e118. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000866>
- Shaffer, F., & Ginsberg, J. P. (2017). An overview of heart rate variability metrics and norms. *Frontiers in Public Health*, 5, 258. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2017.00258>
- Weston, K. S., Wisløff, U., & Coombes, J. S. (2014). High-intensity interval training in patients with lifestyle-induced cardiometabolic disease: A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 48(16), 1227–1234. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092576>
- World Health Organization. (2020). WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour. World Health Organization. Resmî yayın sayfası: WHO Guidelines on Physical Activity and Sedentary Behaviour.

ULUSLARARASI ARENADA KADIN GÜREŞÇİLERİN TEKNİK VE TAKTİK PERFORMANS DİNAMİKLERİNİN İNCELENMESİ

Yüksek Lisans, Begüm MISIRATLI¹

**Trakya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü,
Beden Eğitimi ve Spor, Edirne, Türkiye,
begummisiratli@trakya.edu.tr, ORCID: 0009-0007-4246-6991**

Doç. Dr. Cüneyt TAŞKIN²

**Trakya Üniversitesi, Kırkpınar Spor Bilimleri Fakültesi
Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği, Edirne, Türkiye
cuneyttaskin@trakya.edu.tr - Orcid: 0000-0001-5219-4837**

Arş. Gör. Nazlıcan TAŞTAN³

**Trakya Üniversitesi, Kırkpınar Spor Bilimleri Fakültesi
Rekreasyon, Edirne, Türkiye
nazlicantastan560@trakya.edu.tr - Orcid: 0000-0001-8736-9983**

Prof. Dr. Nurper ÖZBAR⁴

**Trakya Üniversitesi, Kırkpınar Spor Bilimleri Fakültesi
Antrenörlük Eğitimi, Edirne, Türkiye
nurperozbar@trakya.edu.tr - Orcid: 0000-0003-0931-5263**

Özet

Bu çalışmada, uluslararası şampiyonalarda mücadele eden elit kadın güreşçilerin teknik ve taktik performans dinamiklerine yönelik araştırma bulgularının bütüncül bir yaklaşımla incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırma, spor bilimleri literatüründe kadın güreşi üzerine yapılmış ulusal ve uluslararası müsabaka analizi çalışmalarını kapsayan bir derleme niteliğindedir. Çalışma kapsamında Google Scholar, PubMed ve DergiPark veri tabanları taranarak elit kadın güreşçilerin şampiyona performanslarını ve teknik varyasyonlarını ele alan hakemli makaleler metodolojik olarak incelenmiştir. İncelenen müsabaka analizi çalışmaları, kadın güreşinde kuralların güncellenmesiyle birlikte maç içi puanlama dinamiklerinin önemli değişimler gösterdiğine işaret etmektedir. Elit kadın güreş müsabakalarına yönelik araştırmalar, teknik aksiyonların ağırlıklı olarak %60'ın üzerinde bir oranla ayakta güreş pozisyonlarında yoğunlaştığını göstermektedir. Müsabakalardaki teknik puanların ise sıklıkla %52.16 civarındaki bir oranla 2 puanlık teknikler (takedown ve arkaya geçişler) üzerinden elde edildiği belirtilmektedir. Ayrıca siklet bazındaki incelemelerde, hafif sikletlerde bacak ataklarının ve hız unsurlarının öne çıktığı, ağır sikletlerde ise kuvvete dayalı tekniklerin baskın olduğu yönünde bulgular

mevcuttur. Müsabaka öncesi uygulanan hızlı kilo düşme stratejilerinin de akut performans parametreleri üzerinde doğrudan teknik kayıplarla ilişkili olabileceği saptanmıştır. Derlenen araştırmalardan elde edilen veriler, uluslararası arenada kadın güreşçilerin podyum başarısında ayakta ve yerdeki teknik varyasyonların dengeli yönetiminin belirleyici bir rol oynayabileceğini göstermektedir. Bu çalışma, antrenörlerin ve spor bilimcilerin elit kadın sporculara yönelik uzun vadeli teknik-taktik antrenman programlaması ve şampiyona hazırlık stratejilerine yönelik literatür temelli bir projeksiyon sunmaktadır.

Anahtar kelimeler: Kadın Güreşi, Teknik-Taktik Analiz, Fizyolojik Profil, Spor Psikolojisi

WOMEN WRESTLERS ON THE INTERNATIONAL STAGE: A REVIEW ON THE TECHNICAL-TACTICAL, PHYSIOLOGICAL, AND PSYCHOLOGICAL DYNAMICS OF CHAMPIONSHIP PERFORMANCES

Abstract

This study aims to examine research findings regarding the technical and tactical performance dynamics of elite female wrestlers competing in international championships, employing a holistic approach. It serves as a compilation of national and international research from the sports science literature focused on the analysis of women's wrestling competitions. Through searches conducted in the Google Scholar, PubMed, and DergiPark databases, peer-reviewed articles addressing the performance and technical diversity of elite female wrestlers in championships were identified and subjected to methodological analysis. The competition analyses reviewed reveal that in-match scoring dynamics in women's wrestling have undergone significant shifts following updates to the rules. Research on elite women's wrestling competitions indicates that technical actions predominantly occur in the standing position, accounting for more than 60% of all actions. Furthermore, it is noted that the majority of technical points (52.16%) are derived from techniques worth two points such as takedowns or maneuvers to get behind an opponent. Weight class based analyses show that leg attacks and speed oriented elements are more prominent in lighter weight classes, whereas power based techniques are dominant in heavier weight classes. Additionally, it has been determined that rapid weight loss strategies employed prior to competition may be directly linked to deficiencies in technical performance. Data from the reviewed research suggest that a balanced application of techniques both in standing and ground positions plays a decisive role in the success of female wrestlers in the international arena. This study provides a literature based projection for coaches and sports scientists regarding long term technical-tactical training programming and championship preparation strategies for elite female athletes.

Keywords: Women's Wrestling, Technical-Tactical Analysis, Physiological Profile, Sports Psychology

1. GİRİŞ

Spor bilimleri literatüründe atletik performansı en üst seviyeye çıkarabilmek, branşa özgü dinamiklerin derinlemesine analiz edilmesine bağlıdır. Geleneksel olarak erkek egemen bir algıyla özdeşleştirilen güreş branşı, özellikle son yirmi yılda kadın sporcuların uluslararası arenalarda sergilediği üst düzey mücadelelerle kabuk değiştirmiş ve modern spor dünyasındaki yerini sağlamlaştırmıştır (Gamboev vd., 2023). Kadın güreşinin hem teknik-taktik varyasyonlar hem de fizyolojik adaptasyonlar açısından kendine has bir karakter geliştirmesi, bu alanda yürütülen bilimsel çalışmaların da niteliksel olarak evrilmesini zorunlu kılmıştır. Uluslararası Güreş Federasyonu (UWW) tarafından kurallarda yapılan periyodik güncellemeler, müsabaka içi puanlama dinamiklerini ve sporcuların stratejik yönelimlerini doğrudan etkileyerek branşı daha dinamik ve seyir zevki yüksek bir formata taşımıştır.

Kadın güreşinde elit düzeyde başarı elde etmek, yalnızca üstün bir anaerobik kapasite ve kas kuvvetine sahip olmayı değil, aynı zamanda müsabaka esnasındaki anlık durumlara uygun teknik ve taktiksel çözümler üretebilmeyi gerektirir. Uluslararası şampiyonalarda başarıyı belirleyen bazı temel parametreler bulunur. Tekniklerin ayakta veya yerde uygulanma sıklığı, yüksek puan getiren hamlelerin seçimi ve sporcuların müsabaka esnasındaki zihinsel süreç yönetimi bu etkenlerin başında gelir (İmamoğlu, 2019; Yanık, 2024). Minder üstündeki performansı belirleyen teknik gerekliliklerin yanı sıra kadın güreşinde güncelliğini koruyan en hassas konulardan biri de müsabaka öncesi hızlı kilo düşme stratejileridir (Ağaoğlu ve Kalkavan, 2014). Sporcular, kendi sikletlerinin altındaki kategorilerde avantaj sağlama amacıyla bu yönetime yönelebilmektedir. Bu uygulamaların ani performans düşüşleri, esneklik kayıpları ve hormonal düzensizlikler gibi fizyolojik riskleri beraberinde getirebildiği saptanmıştır (Alpay vd., 2015; Şahin ve Süel, 2010). Ayrıca kontrolsüz kilo kaybının sporcularda ciddi bir psikolojik baskı yarattığı da göz ardı edilmemelidir. Modern kadın güreşinde ideal performans teknik kapasite ile sporcu sağlığını gözeten fizyolojik yaklaşımların dengeli bir bütünü olarak değerlendirilmelidir.

2. YÖNTEM

Bu çalışma, uluslararası düzeyde mücadele eden elit kadın güreşçilerin teknik ve taktiksel performans parametrelerini inceleyen metodolojik bir derlemedir. Araştırma kapsamında sunulan veriler, spor bilimleri literatüründe kabul görmüş hakemli dergilerdeki müsabaka analizi çalışmalarının taranması ve sınıflandırılmasıyla elde edilmiştir.

Literatür taramasında Google Scholar, DergiPark ve PubMed veri tabanları birincil arama kaynakları olarak kullanılmıştır. Konu bütünlüğünü sağlamak adına hem Türkçe hem de İngilizce anahtar kelime

kombinasyonlarından yararlanılmıştır. Doğrudan elit düzeydeki kadın güreşçilerin teknik becerilerini ele alan, araştırma yöntemi net ve güncel kurallara uygun çalışmalar analize dahil edilmiştir. Mevcut puanlama dinamiklerini yansıtmayan eski tarihli genel değerlendirmeler ise kapsam dışında bırakılmıştır. Seçilen araştırmalar, şablona uygun biçimde tematik içerik analizine tabi tutularak sentezlenmiştir.

3. BULGULAR

Uluslararası turnuvalardan, dünya ve Avrupa şampiyonalarından elde edilen müsabaka verileri, kadın güreşçilerin teknik ve taktiksel tercihlerinde belirgin eğilimler olduğunu ortaya koymaktadır.

3.1. Teknik Aksiyonların Pozisyonel Dağılımı ve Puanlama Yüzdeleri

Elit kadın güreş müsabakalarına yönelik teknik analizler, puan alıcı hamlelerin ağırlıklı olarak ayakta duruş pozisyonlarında yoğunlaşma eğilimi gösterdiğine işaret etmektedir. Bu oran, bazı uluslararası turnuvalarda %60'ın üzerine çıkabilmektedir. Müsabakalarda elde edilen teknik puanların niteliği incelendiğinde ise skoru belirleyen öncelikli faktörlerden birinin 2 puanlık teknikler olduğu yönünde bulgular mevcuttur. Takedown (indirme) ve arkaya geçişleri kapsayan bu aksiyonların, incelenen müsabakalardaki toplam teknik puanların %52.16'sını oluşturduğu saptanmıştır. Elit kadın güreşinde podyum başarısının, bu yüksek yüzdeli 2 puanlık hamlelerin verimli kullanımıyla ilişkili olduğu düşünülebilir (İmamoğlu, 2019). Yakın dönemdeki organizasyonlar, örneğin 2024 Avrupa Büyükler Güreş Şampiyonası verileri de minder üzerindeki bu teknik dağılım eğilimini destekler niteliktedir (Atici vd., 2025).

3.2. Siklet Bazındaki Yapısal ve Motorik Farklılıklar

Kadın güreşinde tekniklerin uygulanış biçimi ve müsabaka temposunun, sporcuların yarıştığı sikletlere göre bazı yapısal farklılıklar gösterebileceği değerlendirilmektedir. Hafif sikletlerdeki güreşçilerin müsabakalarında, bacak ataklarının ve hız unsurlarının daha ön planda olduğu gözlemlenmiştir. Reaksiyon zamanının kısa olmasının, hafif siklet kadın güreşçilerin dinamik bacak girişleriyle daha sık puan üretmesine zemin hazırladığı düşünülebilir. Siklet ağırlığı arttıkça müsabakaların doğasının, hız ve çabukluktan ziyade kuvvete dayalı tekniklerin egemenliğine geçebileceği öngörülmektedir. Ağır sikletlerdeki elit güreşçilerin, bacak ataklarından ziyade üst gövde kontrolü, rakibi itme-çekme, denge bozma ve göğüs göğse mücadele üzerinden geliştirilen teknikleri daha sık tercih etme eğiliminde oldukları söylenebilir.

3.3. Hazırlık Dönemi Stratejileri ve Akut Performans Kayıpları

Literatürdeki dikkat çekici diğer bulgular ise müsabaka öncesinde uygulanan hızlı kilo düşme stratejilerinin sporcular üzerindeki olası olumsuz etkilerine odaklanmaktadır (Ağaoğlu ve Kalkavan, 2014; Pazan, 2019). Elit kadın güreşçilerin önemli bir bölümünün, müsabaka tartısından hemen önce kısa süreli dehidrasyon ve kalori

kısıtlaması yöntemlerine başvurabildiği belirlenmiştir (Alpay vd., 2015). Bu durumun, sporcuların akut performans parametrelerinde belirli teknik kayıplarla ilişkili olabileceği saptanmıştır. Hızlı kilo kaybı yaşayan sporcularda kas kuvvetinde düşüş, anaerobik güçte azalma ve özellikle eklem hareket açıklığı ile genel esneklik parametrelerinde gerilemeler rapor edilmiştir (Şahin ve Süel, 2010). Ayrıca bu kontrolsüz süreçlerin, sporcularda müsabaka öncesi depresyon düzeylerini artırabileceği (Işık vd., 2013) ve akut sakatlık risklerini tetikleyebileceği de bulgular arasında yer almaktadır (Köse ve Ertaş Dölek, 2024).

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

İncelenen literatürden elde edilen veriler, modern kadın güreşinin taktiksel evrimi ile sporcu performansı arasındaki ilişkiyi anlamlı şekilde ortaya koymaktadır. Ayakta güreş pozisyonlarının %60'ın üzerinde bir oranla müsabakalara yön vermesi, kadın güreşinin proaktif ve hücum odaklı bir karaktere büründüğü şeklinde yorumlanabilir. Küresel literatürdeki genel eğilimler de kadın güreşinin gelişim süreçlerinde bu teknik-taktik keskinliğin önemine işaret etmektedir (Gomboev vd., 2023). Müsabakalardaki teknik puanların %52.16'sının 2 puanlık tekniklerden elde edildiğinin saptanması (İmamoğlu, 2019), antrenörlerin taktiksel hazırlık süreçlerinde rakibi indirme ve arkaya geçiş tekniklerine ağırlık vermesinin gerekçesini açıklar niteliktedir. Yüksek risk barındıran ve havada fırlatma 4 veya 5 puanlık büyük tekniklerin elit düzeyde daha az tercih edildiği, bunun yerine daha kontrollü bir yaklaşım sunan indirme ve arkaya geçiş oyunlarının temel bir strateji olarak öne çıkabildiği gözlemlenmektedir (Arslantürk, 2023; Turgut, 2023).

Hafif sikletlerde bacak ataklarının, ağır sikletlerde ise kuvvete dayalı oyunların yoğunlaşması, sporcuların motorik özellikleriyle doğrudan ilişkilendirilebilir. Bulgay ve Çimen Polat (2017) tarafından yapılan araştırmada, elit seviyedeki güreşçilerin bacak kuvvetleri ve denge performansları arasındaki ilişkinin gösterilmesi, hafif sikletlerdeki bacak odaklı dinamizmin mekanik altyapısını destekler niteliktedir. Benzer şekilde, core antrenman programlarının denge performansına sağladığı pozitif katkıların, minderdeki duruş sağlamlığını belirleyen unsurlardan biri olduğu düşünülebilir (Kaplan vd., 2024).

Tartışılması gereken kritik bir diğer boyut ise hızlı kilo düşme stratejilerinin yarattığı çelişkili durumdur. Sporcular, daha zayıf rakiplere karşı fiziksel üstünlük kurabilmek adına kilo düşmeyi tercih etmekte ancak bu süreçte yaşanan akut kuvvet, esneklik ve konsantrasyon kayıpları nedeniyle aslında kendi potansiyellerini sınırlayabilmektedirler (Alpay vd., 2015; Şahin ve Süel, 2010). Dehidrasyona bağlı gelişen esneklik ve performans azalmalarının, minderde teknik uygulama esnasında mekanik dezavantajlara yol açarak sakatlık riskini (Köse ve Ertaş Dölek, 2024) ve depresif duygu durumunu (Işık vd., 2013) tetikleyebileceği

değerlendirilmektedir. Ayrıca kilo yönetimi süreçlerinde insülin direnci ve metabolik profillerin de yakından izlenmesi gerekliliği literatürde vurgulanan unsurlar arasındadır (Gümüş vd., 2017).

Sonuç olarak, uluslararası arenada elit kadın güreşinde podyum başarısının elde edilmesinde, ayakta ve yerdeki teknik varyasyonların dengeli yönetiminin belirleyici etkenlerden biri olduğu söylenebilir [İmamoğlu, Atıcı vd.]. Başarının, yalnızca teknik kapasiteyle sınırlı kalmayıp bu kapasiteyi destekleyen doğru bir sporcu sağlığı, üst bilişsel süreç yönetimi (Yanık, 2024) ve bilimsel kilo yönetimi stratejisiyle mümkün olabileceği öngörülmektedir.

Antrenörlerin, elit kadın sporculara yönelik uzun vadeli antrenman programlamalarını oluştururken hafif sikletlerde çabukluk ve patlayıcı güç gerektiren bacak ataklarına, ağır sikletlerde ise üst gövde kuvvetine ve denge bozma tekniklerine yönelik mikro planlamalar yapması faydalı olabilir. Core bölgesi ve bacak kuvvetini artırıcı programların teknik verimlilikle ilişkilendirilmesi önem arz etmektedir (Bulgay ve Çimen Polat, 2017; Kaplan vd., 2024).

Akut kilo düşme yöntemlerinin getirdiği teknik ve fizyolojik kayıpların önüne geçebilmek adına, kilo düşme süreçlerinin minimum 4-6 haftalık periyotlara yayılarak diyetisyen gözetiminde, uluslararası elit protokoller (Kondo vd., 2024) rehberliğinde yürütülmesi önerilmektedir.

Müsabaka esnasındaki stres faktörleri ve kilo döneminin yarattığı depresif eğilimlerle baş edebilmek adına sporculara düzenli olarak psikolojik destek, toparlanma yöntemleri (Gökçelik, 2022) ve üst bilişsel strateji çalışmaları (Yanık, 2024) uygulanması sürecin yönetimine katkı sağlayabilir.

KAYNAKLAR

- Ağaoğlu, S., ve Kalkavan, A. (2014). Güreşçilerde Kilo Problemleri ve Çözüm Yolları. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 10(1), 384-389. <https://izlik.org/JA73HL95AU>
- Akyol, G., ve Taşkiran, C. (2023). Elit Düzey Güreşçilerin Bilişsel Esneklik Düzeyleri ve Stresle Başa Çıkma Stratejileri. Gazi Journal of Physical Education and Sport Sciences, 28(4), 267-275. <https://doi.org/10.53434/gbesbd.1318148>
- Alpay, C. B., Ersöz, Y., Karagöz, Ş. ve Oskoueı, M. (2015). Elit Güreşçilerde Müsabaka Öncesi Ağırlık Kaybı, Vücut Kompozisyonu Ve Bazı Mineral Seviyelerinin Karşılaştırılması. International Journal of Sport Culture and Science, 3(Special Issue 4), 338-348. <https://doi.org/10.14486/IJSCS395>
- Arslantürk, T. (2023). 2021 Dünya Güreş Şampiyonası Madalya müsabakalarında kullanılan tekniklerin analizleri.
- Atici, M., Demirli, A., Cesur, B., Isik, O., Talaghir, L.-G., Cosoreanu, M. D., Dorgan, V. and Neofit, A. (2025). A Technical–Tactical Analysis of Medal Matches in Wrestling: Results from the 2024 European Senior Championships. Applied Sciences, 15(14), 7673. <https://doi.org/10.3390/app15147673>
- Bulgay, C. ve Çimen Polat, S. (2017). Elit Seviyedeki Güreşçilerin Bacak Kuvvetleri Ve Denge Performansları Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. İnönü Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi, 4(3), 59-67. <https://izlik.org/JA52NN52KH>
- Demirkan, E., Ünver, R., Kutlu, M. ve Koz, M. (2012). The Comparison Of Physical And Physiological Characteristics Of Junior Elite Wrestlers. Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi, 6(2), 138-144. <https://izlik.org/JA98BX34NC>
- Ergün, M., Sağıroğlu, İ., Günay, E., Akyıldız, Z. ve Kale, R. (2021). İyi antrenmanlı elit kadın güreşçilerde kısa süreli antrenman yoksunluğunda oluşan bazı fizyolojik ve atletik performans kayıpları.
- Gomboev, B. B., Surikova, N. V., Bereza, A. V., & Ryabinina, S. K. (2023). Modern trends in the development of women's wrestling.
- Gökçelik, E. (2022). Kadın Güreşçilerde Toparlanma Yöntemleri. Akademisyen Kitabevi.
- Gümüş, M., Bayraktaroğlu, T., Pişkin, İ. E., Akalın, T. C. ve Yamaner, F. (2017). Effects of Twenty-Four Weeks Training on Insulin Resistance Parameters and Metabolic Profiles in Adolescent Wrestlers. Turkish Journal of Diabetes and Obesity, 1(3), 133-139. <https://izlik.org/JA75XW44BJ>

- Isık, Ö., Gökdemir, K., Bastık, C., Yıldırım, İ. Ve Doğan, İ. (2013). Elit Güreşçiler Üzerine Bir Çalışma: Ağırlık Kaybı Ve Depresyon. *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 7(3), 216-223. <https://izlik.org/JA63BG57CR>
- İmamoğlu, O., Kıyıcı, F., Kishalı, N. F. ve Baş, M. (2010). Dünya Bayanlar Güreş Şampiyonası Müsabaka Teknik Analizi/The Technical Analysis Of World Women Wrestling Championship. *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 11(2).
- İmamoğlu, O. (2019). 12. Dünya Üniversitelerarası Güreş Şampiyonası Kadınlar Müsabakaları Teknik Analizleri. *Turkish Studies - Social Sciences*. <https://doi.org/10.29228/TURKISHSTUDIES.22709>
- Kaplan, M., Tofighi, A. ve Taşkın, C. (2024). 14-16 Yaş Grubu Güreşçilerde Core Antrenman Programının Y Denge Performansına Etkisinin İncelenmesi. *Kilis 7 Aralık Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 8(2), 174-179. <https://izlik.org/JA86MJ96GF>
- Kondo E, Saito M, Uchizawa A, Tamai S, Watanabe K, Sagayama H. Nutritional and Training Strategies for Actual Competition in World-Class Japanese Female Wrestler: A Case Report. *J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo)*. 2024;70(1):72-75. doi: 10.3177/jnsv.70.72. PMID: 38417854.
- Köse, A. ve Ertuş Dölek, B. (2024). Kadın Güreşçilerin Yaralanma Bölgelerinin Ve Sebeplerinin Araştırılması. *Spormetre Beden Eğitimi Ve Spor Bilimleri Dergisi*, 22(3), 1-9. <https://doi.org/10.33689/spormetre.1365503>
- Özel, Y., Işık, Ö. ve Cicoğlu, H. İ. (2020). Seri Baş Güreşçilerin Dünya Şampiyonu Olma Olasılığı: 2018 Dünya Şampiyonasının Bir Analizi. *Spormetre Beden Eğitimi Ve Spor Bilimleri Dergisi*, 18(3), 120-127. <https://doi.org/10.33689/spormetre.683258>
- Pazan, M. (2019). Elit güreşçilerde müsabaka öncesi ağırlık kaybının vücut bileşenleri ve depresyon düzeyleri üzerine etkisinin incelenmesi ve ağırlık kaybı Yönetimi eğitimi (Master's thesis, Bartın University (Turkey)).
- Sağlam, B. (2020). Elit Sıklet Sporcularının Ağırlık Kaybı Yöntemleri Ve Etkilerinin Fizyolojik Ve Psikolojik Yönden İncelenmesi.
- Şahin, İ. ve Süel, E. (2010). Güreşçilerde Kısa Süreli Kilo Kaybının Esneklik Üzerine Etkisi. *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 7(4). <https://izlik.org/JA28JH83TZ>
- Turgut, A. (2023). 2023 Avrupa Güreş Şampiyonası Finallerinin Teknik Analizi. *Kafkas Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*, 3(3), 34-54. <https://izlik.org/JA42BP77YW>
- UWW. (2023). International Wrestling Rules. United World Wrestling.
- Yanık, E. (2024). Kadın A-Milli Güreş takımının müsabaka esnasındaki üst bilişsel süreçlerinin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi.

BÜYÜKLER AVRUPA VE DÜNYA ŞAMPİYONALARINDA MADALYA KAZANAN KADIN SPORCULARIN DEMOGRAFİK VE BAŞARI PROFİLLERİNİN İNCELENMESİ

Yüksek Lisans, Begüm MISIRATLI¹

**Trakya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü,
Beden Eğitimi ve Spor, Edirne, Türkiye,
begummisiratli@trakya.edu.tr, ORCID: 0009-0007-4246-6991**

Doç. Dr. Cüneyt TAŞKIN²

**Trakya Üniversitesi, Kırkpınar Spor Bilimleri Fakültesi
Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği, Edirne, Türkiye
cuneyttaskin@trakya.edu.tr - Orcid: 0000-0001-5219-4837**

Arş. Gör. Dr. Berkant AYDEMİR³

**Trakya Üniversitesi, Kırkpınar Spor Bilimleri Fakültesi
Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği, Edirne, Türkiye
berkantaydemir@trakya.edu.tr - Orcid: 0000-0001-7321-3291**

Prof. Dr. Nurper ÖZBAR⁴

**Trakya Üniversitesi, Kırkpınar Spor Bilimleri Fakültesi
Antrenörlük Eğitimi, Edirne, Türkiye
nurperozbar@trakya.edu.tr - Orcid: 0000-0003-0931-5263**

Özet

Bu araştırma, 2023–2025 yıllarında düzenlenen Büyükler Avrupa ve Dünya Güreş Şampiyonalarında madalya kazanan kadın güreşçilerin yaş ve başarı profillerini incelemektedir. Sikletlere göre yaş ortalamaları, ülkelerin madalya dağılımları, birden fazla kez podyuma çıkan sporcular ve şampiyonların kategorilere dağılımı birlikte ele alınmıştır. Retrospektif betimsel tasarımla yürütülen araştırmada, United World Wrestling (UWW) kayıtlarından derlenen 216 podyum verisi frekans, yüzde ve aritmetik ortalama kullanılarak değerlendirilmiştir. Veri setinde genel müsabaka yaşı ortalaması 25,88 yıldır. En yüksek siklet ortalaması 50 kg'da (27,15), en düşük ortalama ise 65 kg'da (24,87) raporlanmıştır. Avrupa Şampiyonası kayıtlarında yaş ortalaması 26,72, Dünya Şampiyonası kayıtlarında 24,83 olarak belirlenmiştir. İncelenen madalya dağılımında Türkiye 24 (%11,11), Japonya 18 (%8,33) ve ABD 15 (%6,94) madalya ile öne çıkmaktadır. Bireysel tekrarlar bakımından Irina Rîngaci beş madalyaya ulaşırken Tablo 4'te Türkiye'den beş sporcu yer almaktadır. 59 ve 65 kg kategorilerinde altı farklı şampiyonun bulunması, buna karşılık 50, 68 ve 76 kg kategorilerinde bazı şampiyonlukların tekrarlanması, sikletlere göre farklı örüntülere işaret etmektedir. Dünya Şampiyonası kayıtlarının daha düşük yaş ortalaması, organizasyon takvimi ve katılımcı profili göz önüne alınarak yorumlanmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Kadın Güreşi, Elit Sporcu, Performans Analizi

AN ANALYSIS OF THE DEMOGRAPHIC AND ACHIEVEMENT PROFILES OF FEMALE ATHLETES WHO WON MEDALS AT SENIOR EUROPEAN AND WORLD CHAMPIONSHIPS

Abstract

This study examined age and achievement profiles of female wrestlers who won medals at the Senior European and World Wrestling Championships held from 2023 to 2025. Mean competition age by weight category, the distribution of medals across countries, repeated podium finishes, and the diversity of champions were considered together. In this retrospective descriptive study, 216 podium records compiled from the official United World Wrestling (UWW) database were analysed using frequencies, percentages, and arithmetic means. The reported overall mean competition age was 25.88 years, ranging from 24.87 years in the 65 kg category to 27.15 years in the 50 kg category. Mean ages were 26.72 years for European Championship records and 24.83 years for World Championship records. Türkiye accounted for 24 medals (11.11%), Japan for 18 (8.33%), and the United States for 15 (6.94%). Irina Rîngaci recorded five medals, while five Turkish wrestlers appear in the list of athletes with repeated podium finishes. Six different champions were reported in both the 59 kg and 65 kg categories; title repetitions appeared in the 50 kg, 68 kg, and 76 kg categories. Differences between championships must be interpreted in light of the competition calendar and the composition of the athlete pools.

Keywords: Women's Wrestling, Elite Athlete, Performance Analysis

GİRİŞ

Elit kadın güreşinde uluslararası başarı, sporcunun yalnızca belirli bir gündeki fiziksel yeterliğine bağlı değildir. Teknik ve taktik beceriler, müsabaka deneyimi, yaş, siklet seçimi ve şampiyona takvimi birlikte düşünüldüğünde podyum başarısının çok boyutlu bir yapıya sahip olduğu görülür. Yaşın bu yapı içindeki rolü, sporcu gelişiminde özellikle önemlidir. Güreşçiler üzerinde yürütülen geniş örneklemli bir araştırmada, görelî yaşın başarıyla ilişkisinin yaş kategorilerine göre değiştiği ve yetişkin düzeyinde aynı örüntünün belirgin olmadığı bildirilmiştir (Yıldırım ve ark., 2026). Bu sonuç, elit sporcuların yaş dağılımını değerlendirirken yalnızca kronolojik yaşa dayanmanın sınırlarını göstermektedir.

Güreşin ağırlık kategorilerine ayrılması, performansın değerlendirilmesine farklı bir boyut kazandırır. Aynı spor dalında yarışan sporcuların fiziksel özellikleri, ağırlık yönetimi gereksinimleri ve müsabakaya hazırlık biçimleri siklete göre değişebilir. Burke ve arkadaşlarının (2021) siklet sporlarına ilişkin uzman uzlaşısı metninde, müsabaka ağırlığına ulaşmak için uygulanan kısa ve uzun dönemli yöntemlerin sağlık ve performans bakımından dikkatle yönetilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Dolayısıyla bir siklette daha ileri veya daha düşük müsabaka yaşının görülmesi, tek başına o sikletin fizyolojik açıdan daha avantajlı olduğunun kanıtı değildir. Yaş profili, sporcuların kariyer seyri ve yarışma fırsatlarıyla birlikte yorumlanmalıdır.

Kadın güreşi üzerine araştırmalar sportif başarıya ek olarak katılım, kurumsal koşullar ve toplumsal cinsiyetle ilişkili deneyimleri de gündeme taşımaktadır. Kadın güreşçilerin karşılaştığı sorunları inceleyen Uyaniker (2019), sportif katılımın yalnızca bireysel performansla açıklanamayacağını ortaya koyan bir çerçeve sunmaktadır. Uluslararası yarışma düzeyindeki madalya dağılımı bu nedenle hem sporcunun performansını hem de ülkelerin yarışmaya erişim, kadro oluşturma ve sporcu yetiştirme olanaklarını yansıtan betimsel bir göstergedir. Ülkelerin mutlak madalya sayılarından hareketle sistemlerin etkinliğine ilişkin kesin yargılara varmak ise uygun değildir.

Avrupa ve Dünya Şampiyonaları benzer bir sportif düzeyi temsil etse de katılımcı havuzları ve yarışma takvimleri aynı değildir. United World Wrestling'in (2024) duyurusuna göre olimpiyat yılında düzenlenen Büyükler Dünya Şampiyonası'nda kadınlarda yalnızca 55, 59, 65 ve 72 kg kategorileri programa alınmıştır. Bu düzenleme, 2023–2025 dönemindeki şampiyona verilerinin sikletlere göre eşit sayıda yarışma fırsatı içermediği anlamına gelir. Yaş ortalaması, madalya sıklığı ya da şampiyon çeşitliliği gibi göstergelerin değerlendirilmesinde, hangi sikletin kaç kez organizasyonda yer aldığı belirtilmesi zorunludur.

Bu çalışmada 2023, 2024 ve 2025 Büyükler Avrupa ve Dünya Güreş Şampiyonalarına ait 216 podyum kaydı üzerinden elit kadın güreşçilerin demografik ve başarı profilleri betimlenmektedir. Siklet ve şampiyona

düzeylerine göre yaş ortalamaları, ülkelerin madalya dağılımı, aynı sporcunun tekrarlanan podyum başarıları ve farklı şampiyon sayıları bir arada ele alınmıştır. Amaç, bu kayıtların sunduğu karşılaştırmalı görünümü ortaya koymak; nedensellik iddiasında bulunmaksızın, sporcu gelişimi ve müsabaka planlaması açısından yorumlanabilecek noktaları belirlemektir.

YÖNTEM

Araştırmada retrospektif betimsel tarama deseni benimsenmiştir. İnceleme birimi, 2023–2025 yıllarında düzenlenen Büyükler Avrupa ve Dünya Güreş Şampiyonalarındaki 216 madalya derecesi, diğer bir ifadeyle podyum kaydıdır. Aynı güreşçinin farklı yıllarda birden fazla derece alabilmesi nedeniyle bu sayı benzersiz sporcu sayısı olarak değerlendirilmemiştir. İlgili sonuçlar United World Wrestling (UWW) resmî veri tabanından derlenmiş; yaş, siklet, temsil edilen ülke ve madalya bilgileri ayrı başlıklar altında sınıflandırılmıştır (United World Wrestling [UWW], t.y.).

Verilerin betimlenmesinde frekans (n), yüzde (%) ve aritmetik ortalama ($\bar{X}$) kullanılmıştır. Hesaplamalar Microsoft Excel'de yürütülmüş ve sonuçlar tablo hâlinde sunulmuştur. Değerlendirme, belirtilen üç yıllık dönemin podyum görünümüyle sınırlıdır. Betimsel farklılıklar nedensel veya istatistiksel olarak anlamlı ilişkilerin kanıtı şeklinde yorumlanmamıştır.

BULGULAR

Bulgular bölümünde 2023–2025 dönemine ait 216 podyum kaydının siklet, ülke, şampiyona düzeyi ve bireysel madalya tekrarına göre dağılımı sunulmuştur.

Araştırma döneminin şampiyona takviminde dikkat edilmesi gereken bir farklılık bulunmaktadır. UWW programına göre 2024 Büyükler Dünya Şampiyonası'nda yalnızca olimpiik olmayan 55, 59, 65 ve 72 kg kategorilerinde müsabakalar yapılmıştır. Olimpiik sikletler o yıl Dünya Şampiyonası programında yer almamıştır. Böylece aynı üç yıllık dönem içinde her siklet eşit sayıda Dünya Şampiyonası müsabakasına sahip olmamıştır.

Bu takvim özelliği, podyum kayıtlarının sikletlere göre karşılaştırılmasında göz önüne alınmalıdır. Mevcut bildiri tablosu olimpiik sikletlerin bir bölümünde 24, olimpiik olmayan bazı sikletlerde 16 kayıt göstermektedir. Bu rakamlar, çalışmanın özgün tablosundaki haliyle korunmuştur. Şampiyona programlarıyla kayıt sayılarının tam eşleştirmesi ayrıca denetlenmesi gereken bir veri konusudur; yaş ortalamalarını yorumlarken bu sınırlılık dikkate alınmalıdır.

3.1 Siklet Gruplarına Göre Yaş Dinamikleri

İncelenen organizasyonlarda madalya kazanan kadın güreşçilerin sikletlere göre müsabaka yaşı ortalamaları ile kayıt sayıları Tablo 1'de yer almaktadır.

Tablo 1. Elit kadın güreşçilerin sikletlere göre müsabaka yaşı ortalamaları

Siklet (kg)	Sporcu Sayısı (n)	Ortalama Yaş ($\bar{X}$)
50 kg	24	27,15
53 kg	24	25,75
55 kg	16	25,62
57 kg	24	26,55
59 kg	16	25,25
62 kg	24	26,60
65 kg	16	24,87
68 kg	24	25,70
72 kg	24	25,41
76 kg	24	26,35
Genel Ortalama / Toplam	216	25,88

Tablo 1'de verilen genel yaş ortalaması 25,88 yıldır. Sikletler arasında 50 kg kategorisi 27,15 ile en yüksek, 65 kg kategorisi ise 24,87 ile en düşük yaş ortalamasına sahiptir. Tabloda bazı sikletler için 24, bazıları için 16 kayıt bildirilmiştir. Bu nedenle siklet ortalamaları değerlendirilirken yalnızca yaş farkına değil, ilgili kategorinin araştırma dönemindeki temsil biçimine de dikkat edilmelidir.

3.2. Küresel Rekabet ve Ülke Dağılımları

İncelenen üç yıllık dönemde madalya sayısı en yüksek olan beş ülke ve bu ülkelerin toplam içindeki payları Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. Avrupa ve dünya şampiyonalarında en çok madalya kazanan ilk 5 ülke

Sıra	Ülke	Toplam Madalya Sayısı (n)	Madalya Oranı (%)
1	Türkiye (TUR)	24	%11,11
2	Japonya (JPN)	18	%8,33
3	Amerika Birleşik Devletleri (USA)	15	%6,94
4	Ukrayna (UKR)	12	%5,55
5	Bulgaristan (BUL)	11	%5,09
	Diğer Ülkeler Toplamı	136	%62,98
	Genel Toplam	216	%100

Tablo 2'deki madalya dağılımında Türkiye 24 dereceyle (%11,11) ilk sırada yer almaktadır. Japonya 18 (%8,33), Amerika Birleşik Devletleri 15 (%6,94), Ukrayna 12 ve Bulgaristan 11 madalya ile bu ülkeyi izlemektedir. Diğer ülkeler toplam 136 madalya (%62,98) kazanmıştır. Burada ülkelerin yarışma fırsatları aynı değildir: Japonya ve ABD Avrupa Şampiyonalarına katılmadığından toplam sayıların doğrudan eşit koşullu bir başarı sıralaması olarak okunması doğru olmaz. Tablo, ele alınan organizasyonlardaki podyum dağılımını betimlemektedir.

3.3. Turnuva Düzeylerine Göre Değişkenlikler

Avrupa ve Dünya Şampiyonalarında elde edilen podyum kayıtlarının ortalama müsabaka yaşları Tablo 3'te karşılaştırılmıştır.

Tablo 3. Şampiyona türüne göre elit kadın güreşçilerin podyum yaş dinamikleri

Şampiyona Düzeyi	Dağıtılan Toplam Madalya (n)	Ortalama Müsabaka Yaşı ($\bar{X}$)
Büyükler Avrupa Şampiyonası	120	26,72
Büyükler Dünya Şampiyonası	96	24,83
Genel Havuz / Ortalama	216	25,88

Tablo 3'te Avrupa Şampiyonası kayıtlarının (n=120) yaş ortalaması 26,72; Dünya Şampiyonası kayıtlarının (n=96) ortalaması 24,83 yıl olarak verilmiştir. İki grup arasındaki betimsel fark 1,89 yıldır. Özellikle 2024 Dünya Şampiyonası'nın sınırlı siklet programı ve organizasyonlar arasındaki sporcu havuzu farklılıkları, bu sonucun yorumunu etkileyecek özelliklerdir. Mevcut karşılaştırma yaş farkının hangi etkenden kaynaklandığını tek başına göstermez.

3.4. Bireysel Performans Sürdürülebilirliği

Üç yıllık dönemde birden fazla kez podyuma çıkan kadın güreşçilerin madalya sayıları, bireysel başarı tekrarını göstermek amacıyla Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4. Uluslararası şampiyonalarda en yüksek podyum sürekliliği gösteren elit kadın güreşçiler (Tam Liste)

Sıra	Sporcu Adı Soyadı	Ülke	Toplam Madalya Sayısı (n)
1	Irina RÎNGACI	MDA	5
2	Iryna KOLIADENKO	UKR	4
3	Evin DEMİRHAN YAVUZ	TUR	4
4	Nesrin BAŞ	TUR	4
5	Andreea Beatrice ANA	ROU	4
6	Grace Jacob BULLEN	NOR	4
7	Buse TOSUN ÇAVUŞOĞLU	TUR	3
8	Yasemin ADAR YİĞİT	TUR	3
9	Zeynep YETGİL	TUR	3
10	Miwa MORIKAWA	JPN	3
11	Maria PREVOLARAKI	GRE	3
12	Alla BELINSKA	UKR	3
13	Tatiana DEBIEN	FRA	3
14	Mariana DRĂGUȚAN	MDA	3
15	Yuliana Vasileva YANEVA	BUL	3
16	Alexandra Nicoleta ANGHEL	ROU	3
17	Luisa Helga Gerda NIEMESCH	GER	3
18	Adéla HANZLÍČKOVÁ	CZE	3

Üç yıllık dönemde tekrar eden podyum dereceleri Tablo 4'te görülmektedir. Moldova'yı temsil eden Irina Rîngaci beş madalyayla listenin başındadır. Iryna Koliadenko, Evin Demirhan Yavuz, Nesrin Baş, Andreea Beatrice Ana ve Grace Jacob Bullen dörder madalya elde etmiştir. Türkiye'den Buse Tosun Çavuşoğlu, Yasemin Adar Yiğit ve Zeynep Yetgil üçer madalya ile listede bulunmaktadır. Toplam beş Türk sporcunun bu tabloda yer alması, ele alınan dönemde belirli isimlerin podyuma birden fazla kez çıkmış olmasına dikkat çekmektedir. Bu görünüm tüm kariyer boyunca sürdürülen performansın değil, araştırmanın kapsadığı yıllardaki başarının göstergesidir.

3.5. Sikletlerin Şampiyon Değişim Oranları ve Rekabet Yapısı

Sikletlerde kazanılan altın madalyaların kaç farklı sporcuya dağıldığı Tablo 5'te karşılaştırılmıştır. Tabloda her kategori için toplam altın madalya sayısı, farklı şampiyon sayısı ve bunların oranı verilmiştir.

Tablo 5 Turnuva türlerine ve siklet gruplarına göre şampiyon değişim oranları

Siklet (kg)	Dağıtılan Altın (n)	Farklı Şampiyon Sayısı	Şampiyon Oranı	Değişim
50 kg	5	4	%80	
53 kg	5	5	%100	
55 kg	6	5	%83,3	
57 kg	5	5	%100	
59 kg	6	6	%100	
62 kg	5	5	%100	
65 kg	6	6	%100	
68 kg	5	4	%80	
72 kg	6	5	%83,3	
76 kg	5	4	%80	

Tablo 5'te 59 ve 65 kg'da altışar altın madalyanın altı farklı sporcuya dağıldığı, 53, 57 ve 62 kg'da da aynı oranın (%100) raporlandığı görülmektedir. Buna karşılık 50, 68 ve 76 kg'da beş altın madalya dört farklı sporcu tarafından kazanılmış; oran %80 olmuştur. Bu sonuçlar bazı kategorilerde şampiyonluğun tekrarlandığını, bazılarında ise farklı isimlere dağıldığını göstermektedir. Söz konusu oran doğrudan müsabakaların rekabet şiddetini değil, incelenen dönemdeki farklı şampiyon sayısını betimlemektedir.

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

2023–2025 dönemine ait podyum kayıtlarının birlikte değerlendirilmesi, elit kadın güreşinde başarı profilinin yaş, siklet, şampiyona düzeyi ve ülke dağılımı açısından tek biçimli olmadığını göstermektedir. Araştırmanın sunduğu veriler birincil olarak madalya kazananlara ait betimsel kayıtlardır. Bu nedenle elde edilen ortalamalar, bütün katılımcıların yaş dağılımını veya madalya kazanma olasılığını temsil etmez. Benzer şekilde tek bir sporcunun birden fazla podyum kaydında yer alabilmesi, kayıt sayısı ile benzersiz sporcu sayısının birbirinden ayrılmasını gerektirir.

İncelenen tablolarda genel müsabaka yaşı 25,88 yıl olarak verilmiş; en yüksek siklet ortalaması 50 kg'da 27,15, en düşük ortalama ise 65 kg'da 24,87 olarak raporlanmıştır. Bu dağılım, seçilen dönemde madalya kazananların farklı yaş profillerine sahip olduğunu düşündürmektedir. Yaş ortalamalarından hareketle kadın güreşinde evrensel bir 'zirve performans yaşı' tanımlanamaz; çünkü podyum dışındaki sporcular, bireysel kariyer uzunlukları ve yaşa göre başarı oranları analiz edilmemiştir. Yıldırım ve arkadaşlarının (2026) 6.631 güreşçi üzerinde yürüttüğü çalışma, göreceli yaş ile müsabaka sonucunun ilişkisinin gelişim basamaklarına göre değişebildiğini göstermektedir. Bu bulgu ile mevcut araştırma aynı değişkeni ölçmese de güreşte yaşın performans bağlamından bağımsız yorumlanmaması gerektiği konusunda birbirini tamamlamaktadır.

Avrupa Şampiyonası için 26,72, Dünya Şampiyonası için 24,83 olarak verilen yaş ortalamaları arasındaki betimsel fark 1,89 yıldır. Karşılaştırmanın yorumunu güçleştiren başlıca nokta, organizasyonların katılımcı kapsamı ve siklet takviminin eşit olmamasıdır. UWW'nin 2024 Dünya Şampiyonası için ilan ettiği dört kadın sikleti, üç yıllık Dünya Şampiyonası havuzunun kompozisyonunu değiştirmiştir (United World Wrestling, 2024). Bu durumun yaş ortalamalarına etkisinin yönü ve büyüklüğü ise yaşların yıl ve siklet bazında yeniden hesaplanması olmadan belirlenemez. Dolayısıyla gözlenen farkı yalnızca farklı kıtalardan genç sporcuların katılımına veya olimpiyat yılına bağlamak yerine, söz konusu etkenleri sınanması gereken açıklamalar olarak ele almak daha uygundur.

Ülke dağılımında Türkiye için 24, Japonya için 18 ve ABD için 15 madalya kaydı raporlanmıştır. Bu değerler incelenen Avrupa ve Dünya Şampiyonalarının toplamındaki mutlak dağılımı göstermektedir. Avrupa yarışmalarına katılmayan Japonya ve ABD ile her iki organizasyonda yer alabilen ülkelerin toplam madalya sayıları aynı sayıda yarışma fırsatına dayanmamaktadır. Türkiye'den beş sporcunun tekrarlanan podyum kayıtlarıyla listede yer alması, ele alınan dönemde bireysel başarı tekrarlarının bulunduğunu göstermesi bakımından değerlidir. Kadın güreşçilerin deneyimlerini ele alan Uyanıker'in (2019) değerlendirmesi de bu sportif görünümün arkasında katılım ve kurumsal destek boyutlarının bulunduğunu hatırlatır; fakat mevcut madalya sayıları bu mekanizmaların etkisini doğrudan ölçmemektedir.

Tablo 5'te bazı sikletlerde altın madalyaların tamamının farklı sporculara dağıldığı, diğerlerinde ise şampiyonlukların tekrarlandığı bildirilmektedir. Buradaki yüzde, farklı şampiyon sayısının ilgili dönemdeki altın madalya sayısına oranıdır; ardışık şampiyonalaradaki gerçek unvan değişimini ölçen bir oranla karıştırılmamalıdır. Yüksek farklı şampiyon oranı, otomatik olarak daha yüksek rekabet kalitesi anlamına gelmez. Yarışan sporcu sayısı, eşleşmeler, sakatlıklar ve olimpiyat yılı programı da göz önüne alınmalıdır. Sikletlere özgü müsabaka koşulları tartışılırken Burke ve arkadaşlarının (2021) işaret ettiği ağırlık yönetimi boyutu da önem kazanır; mevcut veri setinde bu değişken ölçülmediğinden, şampiyon çeşitliliğini doğrudan kilo yönetimine bağlamak mümkün değildir.

Bu araştırmanın temel sınırlılığı, analizin madalya kayıtları üzerinden ve betimsel düzeyde yürütülmesidir. Siklet bazındaki kayıt sayılarının UWW yarışma takvimiyle tam eşleşmesi ayrıca kontrol edilmelidir. Yaş ortalamalarının ham doğum tarihi ve müsabaka tarihi verilerinden yeniden hesaplanması, ülke karşılaştırmalarının da şampiyona türüne göre ayrılması gelecekteki analizleri güçlendirecektir. Mevcut bulguların değeri, nedensel açıklama üretmekten çok, elit kadın güreşindeki podyum dağılımının hangi eksenlerde daha ayrıntılı incelenmesi gerektiğini görünür kılmaktadır.

Avrupa Şampiyonası için 26,72, Dünya Şampiyonası için 24,83 olarak bildirilen ortalamalar arasında 1,89 yıllık bir fark vardır. Bu karşılaştırmada 2024 Dünya Şampiyonası'nın yalnızca olimpik olmayan sikletlerden oluşan programı önemli bir sınırlılıktır. Katılımcı havuzları ve coğrafi temsiller de iki düzeyde aynı olmadığı için farkın yalnızca yaşa bağlı seçilimden kaynaklandığını söylemek mümkün değildir. Bulgular, daha ayrıntılı yıl ve siklet bazlı analizlerin neden gerekli olduğunu göstermektedir (İmamoğlu, 2016; Ziyagil ve Gürsoy, 2025). Farklı şampiyon sayıları, sikletler arasındaki bir başka ayrımı görünür kılmaktadır. Tablo 5'te 53, 57, 59, 62 ve 65 kg kategorileri için %100; 50, 68 ve 76 kg için %80 değerleri raporlanmıştır. İlk grupta şampiyonluklar farklı sporculara dağılırken ikinci grupta en az bir şampiyonluk tekrarı bulunmaktadır. Buradan doğrudan daha sert rekabet veya daha yüksek performans düzeyi sonucu çıkarılamaz. Şampiyonların kimler olduğu, yıllar içindeki karşılaşma koşulları ve olimpiyat takvimi gibi bilgilerle desteklenen analizler bu örüntüyü açıklamada daha yararlı olacaktır (Gargi, 2018).

Öneriler

1. Kadın güreşinde elit podyum kayıtlarının yaş ortalamasının 25–26 yaş çevresinde toplandığı dikkate alınarak uzun vadeli sporcu gelişimi ve kariyer planlamasında yaş dağılımlarından yararlanılabilir.
3. Dünya Şampiyonası podyum kayıtlarının daha düşük yaş ortalamasına sahip olması (24,83), genç sporcuların uluslararası yarışmalara geçişini değerlendirirken göz önünde bulundurulabilir. Yaş farkını yorumlarken 2024 yılındaki özel şampiyona programı da dikkate alınmalıdır.
4. Şampiyonlukların tekrarlandığı 50, 68 ve 76 kg kategorilerinde sporcuların uzun dönemli performansını destekleyecek sakatlık önleme, ağırlık yönetimi ve psikolojik hazırlık uygulamalarına önem verilmesi önerilebilir.
5. İncelenen dönemde tekrar eden podyum başarılarıyla öne çıkan beş Türk kadın güreşçinin oluşturduğu sporcu grubunun gelişimi izlenebilir. Millî takım planlamasında olimpiyat döngüsünün değişen yarışma fırsatlarına uyum sağlayabilecek alternatif sporcu havuzları da değerlendirilebilir.

KAYNAKLAR

- Alaeddinoğlu, V., & Kishalı, N. F. (2021). Tokyo 2021 Olimpiyat Oyunlarının ardından “21 yaş altı sporcuların başarıları” bir değerlendirme. İ. Dalbudak (Ed.), Spor bilimleri alanında güncel çalışmalar içinde (ss. 5–43). Duvar Yayınevi.
- Burke, L. M., Slater, G. J., Matthews, J. J., Langan-Evans, C., & Horswill, C. A. (2021). ACSM expert consensus statement on weight loss in weight-category sports. *Current Sports Medicine Reports*, 20(4), 199–217. <https://doi.org/10.1249/JSR.0000000000000831>
- Dama, Z. (2024). Elit güreşçilerin spora bağlılık düzeylerinin farklı değişkenler açısından değerlendirilmesi [Yüksek lisans tezi, Trakya Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Gargi, R. (2018). Farklı ülkelerdeki elit güreşçilerin sportif başarıda devamlılıklarının incelenmesi [Yüksek lisans tezi, Hitit Üniversitesi]. Hitit Üniversitesi Kurumsal Akademik Arşivi. <https://earsiv.hitit.edu.tr/>
- Giannakopoulos, A., & Barbas, I. (2025). Power, identity and equality: The new era of women’s wrestling. *International Journal of Wrestling Science*, 15(2), 14–21.
- İmamoğlu, O. (2016). Evaluation of Turkey’s degree in Rio Olympic Games. *International Journal of Sport Culture and Science*, 4(Special Issue 3), 774–788.
- United World Wrestling. (2024, October 2). List of superstars headed to Senior World Championships. Erişim adresi: <https://uww.org/articles/list-superstars-headed-senior-world-championships> Erişim tarihi: 10.10.2026
- Yıldırım, Y., Østerlie, O., & Ferriz-Valero, A. (2026). Relative age effects in competitive wrestling: Variations by age group and gender. *Scientific Reports*. <https://doi.org/10.1038/s41598-026-60681-w>
- Öz, H., Aka, S. T., & Bayraktar, G. (2019). Modern olimpiyat oyunlarında Türkiye’nin güreşte elde ettiği sonuçların incelenmesi. *Turan: Stratejik Araştırmalar Merkezi*, 11(41), 35–46.
- Turgut, A. (2023). Olimpiyat madalyalı Türk güreşçilerin ülke genelinde illere göre coğrafi dağılımının incelenmesi. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*, 6(3), 147–159. <https://izlik.org/JA96JG65BT>
- United World Wrestling. (t.y.). Database / official results. Erişim adresi: <https://uww.org/> Erişim tarihi: 10.10.2026
- Uyaniker, N. (2019). Cinsiyetçilik sarmalında kadın güreşçiler: Sorunlar ve çözüm önerileri. *Motif Akademi Halkbilimi Dergisi*, 12(26), 330–343. <https://doi.org/10.12981/mahder.558731>
- Vural, E., & Genç, Ö. G. Y. (t.y.). Güreş ve güreşçiler: Temel bilgiler ve güncel yaklaşımlar.
- Zafer, C. (2018). Güreşçilerin toplumsal cinsiyet algıları ile güreş sporuna yaklaşımları arasındaki ilişki. *Sosyolojik Düşün*, 3(1–2), 29–41. <https://izlik.org/JA25KF93CZ>
- Ziyagil, M., & Gürsoy, R. (2025). Son altı olimpiyatta Türkiye Cumhuriyetinin başarı düzeyi. *Kilis 7 Aralık Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 9(2), 196–216. <https://izlik.org/JA49SL54ZF>

ÇOCUKLUK DÖNEMİNDE YÜZME EĞİTİMİNİN FİZİKSEL, BİLİŞSEL VE PSİKOSOSYAL GELİŞİME KATKILARI: DERLEME

Yüksek Lisans, Miray Nur ERGÜÇ¹

**Trakya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü,
Beden Eğitimi ve Spor, Edirne, Türkiye,
mnurerguc@trakya.edu.tr , ORCID: 0009-0008-4506-2746**

Doç. Dr. Cüneyt TAŞKIN²

**Trakya Üniversitesi, Kırkpınar Spor Bilimleri Fakültesi
Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği, Edirne, Türkiye
cuneytaskin@trakya.edu.tr - Orcid: 0000-0001-5219-4837**

Arş. Gör. Dr. Berkant AYDEMİR³

**Trakya Üniversitesi, Kırkpınar Spor Bilimleri Fakültesi
Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği, Edirne, Türkiye
berkantaydemir@trakya.edu.tr - Orcid: 0000-0001-7321-3291**

Arş. Gör. Nazlıcan TAŞTAN⁴

**Trakya Üniversitesi, Kırkpınar Spor Bilimleri Fakültesi
Rekreasyon, Edirne, Türkiye
nazlicantastan560@trakya.edu.tr - Orcid: 0000-0001-8736-9983**

Özet

Çocukluk dönemi, fiziksel, bilişsel ve psikososyal gelişimin hızla ilerlediği ve yaşam boyu sürdürülecek sağlıklı alışkanlıkların temellerinin atıldığı önemli bir gelişim evresidir. Bu dönemde gerçekleştirilen düzenli fiziksel aktiviteler, çocukların motor becerilerinin geliştirilmesine, fiziksel uygunluklarının desteklenmesine ve sosyal çevreyle etkileşimlerinin güçlendirilmesine katkı sağlayabilmektedir. Yüzme eğitimi, suyun fiziksel özellikleri ve kendine özgü hareket gereksinimleri sayesinde çocukların çok yönlü gelişimini destekleme potansiyeline sahip bir etkinliktir. Bu derlemenin amacı, çocukluk döneminde yüzme eğitiminin fiziksel, bilişsel ve psikososyal gelişim üzerindeki olası katkılarını bilimsel literatür doğrultusunda incelemektir. Literatürdeki bulgular, yüzme eğitiminin denge, koordinasyon, motor kontrol ve temel hareket becerilerinin gelişimini destekleyebildiğini göstermektedir. Suyun kaldırma kuvveti, hareket sırasında vücut ağırlığının eklemler üzerindeki etkisini azaltırken farklı hareket örüntülerinin deneyimlenmesine olanak tanımaktadır. Düzenli yüzme etkinlikleri ayrıca kardiyovasküler dayanıklılığın, kas fonksiyonlarının ve fiziksel aktiviteye katılımın

desteklenmesine katkıda bulunabilir. Bilişsel gelişim açısından yüzme eğitimi; dikkat, yönerge takibi, hareketlerin planlanması, motor öğrenme ve hareketler arasında koordinasyon kurulması gibi süreçlerin etkin kullanımını gerektirmektedir. Bununla birlikte, bu süreçlerin yüzme eğitimiyle desteklenmesi ile genel bilişsel işlevlerde kalıcı gelişim sağlanması birbirinden ayrılmalı ve mevcut kanıtların sınırlılıkları dikkate alınmalıdır. Psikososyal açıdan ise grup etkinlikleri, öğretmen ve akranlarla etkileşim, bireysel ilerlemenin deneyimlenmesi ve yeni becerilerin kazanılması; özgüven, öz yeterlik, iş birliği ve sosyal uyumun desteklenmesine katkı sağlayabilir. Ancak bu kazanımların ortaya çıkması, eğitim ortamının niteliği, öğretim yaklaşımı, çocuğun bireysel özellikleri ve programa katılım süresi gibi değişkenlerle ilişkili olabilir. Sonuç olarak yüzme eğitimi, çocukların fiziksel ve motor gelişimlerini desteklemenin yanı sıra bilişsel ve psikososyal gelişimleri açısından da önemli fırsatlar sunmaktadır. Bu potansiyelin etkili biçimde değerlendirilebilmesi için yaşa ve gelişim düzeyine uygun, güvenli, oyun temelli ve çocuk merkezli öğretim yaklaşımlarının benimsenmesi; yüzme eğitiminin farklı gelişim alanları üzerindeki etkilerinin ise daha güçlü araştırma tasarımlarıyla incelenmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Çocukluk Dönemi, Yüzme Eğitimi, Fiziksel Gelişim, Bilişsel Gelişim, Psikososyal Gelişim

CONTRIBUTIONS OF SWIMMING EDUCATION TO PHYSICAL, COGNITIVE, AND PSYCHOSOCIAL DEVELOPMENT IN CHILDHOOD: A REVIEW

Abstract

Childhood is a critical developmental period characterized by rapid progress in physical, cognitive, and psychosocial domains and the establishment of healthy habits that may continue throughout life. Regular physical activity during this period can contribute to the development of motor skills, the improvement of physical fitness, and stronger social interactions. Swimming education has the potential to support children's multidimensional development through the physical properties of water and its unique movement requirements. The aim of this review is to examine the potential contributions of swimming education to physical, cognitive, and psychosocial development during childhood in light of the scientific literature. Research findings suggest that swimming education may support the development of balance, coordination, motor control, and fundamental movement skills. The buoyancy of water reduces the effects of body weight on the joints during movement while allowing children to experience a variety of movement patterns. Regular swimming activities may also contribute to cardiovascular endurance, muscular function, and participation in physical activity. From a cognitive perspective, swimming education requires the active engagement of processes such as attention, following instructions, movement planning, motor learning, and the coordination of different movements. However, improvements in these processes during swimming activities should be distinguished from lasting improvements in general cognitive functioning, and the limitations of the available evidence should be considered. From a psychosocial perspective, group activities, interactions with instructors and peers, opportunities to experience individual progress, and the acquisition of new skills may contribute to self-confidence, self-efficacy, cooperation, and social adjustment. These outcomes may depend on factors such as the quality of the learning environment, teaching approaches, individual characteristics, and duration of participation. In conclusion, swimming education offers important opportunities to support children's physical and motor development, as well as their cognitive and psychosocial development. To maximize these potential benefits, age-appropriate, safe, play-based, and child-centered teaching approaches are recommended. Further research using stronger study designs is also needed to investigate the effects of swimming education across different developmental domains.

Keywords: Childhood, Swimming Education, Physical Development, Cognitive Development, Psychosocial Development

1. GİRİŞ

Çocukluk dönemi, bireylerin fiziksel, bilişsel ve psikososyal yapılarının hızla şekillendiği, bütüncül gelişimin temellerinin atıldığı ve yaşam boyu sürdürülecek davranış kalıplarının kazanıldığı en kritik evrelerden birisidir (Aslan, 2024). Bu kritik evrede temelleri atılan sağlıklı yaşam alışkanlıklarının başında, bireyin fiziksel yapısını destekleyen düzenli egzersiz ve spor aktiviteleri gelmektedir (Akıllıoğlu, 2025; Günay, 2008). Düzenli yürütülen egzersiz ve antrenman programları, çocukların anatomik yapısı ile fizyolojik parametrelerini olumlu yönde etkilerken fiziksel uygunluk düzeylerini ve motor beceri kapasitelerini de geliştirmektedir (Günay, 2008; Kolukısa ve Dizdar, 2022; Uçak, 2019). Motor beceri kapasiteleri gelişen çocuklar, fiziksel aktiviteler aracılığıyla akranları ve öğretmenleriyle etkileşime girerek sosyal çevreye uyum sağlama ve yalnızlık hissini azaltma imkânı bulmaktadır (Kalkan vd., 2010). Yalnızlık hissini azaltması ve sosyal etkileşimin artması sürecinde tercih edilecek spor branşları arasında, spora erken yaşta başlama olanağı sunan ve suyun kendine has dinamiklerini barındıran yüzme eğitimi öne çıkmaktadır (Aslan, 2024; Kalkan vd., 2010).

Suyun kaldırma kuvveti ve fiziksel özellikleri, yüzme eğitimi sırasında vücut ağırlığının eklemler üzerindeki baskısını hafifleterek çocuklara farklı hareket örüntülerini deneyimleme imkânı sağlamakta ve eklem hareket açılarını desteklemektedir (Demir, 2024). Eklem hareket açılarını ve duruşu destekleyen bu su içi egzersizler, skolyoz gibi ortopedik durumlara sahip çocuklarda bile Cobb açısını düşürerek beden imajı algısını ve psikolojik iyi oluş seviyelerini iyileştirebilmektedir (Sever, 2026). Beden imajı algısı ve psikolojik iyi oluş seviyelerinin yükselmesi; 12-14 yaş grubu çocuklarda, ergenlerde ve genç sporcularda benlik saygısının artması, özgüvenin gelişmesi, depresyon ile kaygı düzeylerinin ise kontrol altına alınmasıyla doğrudan ilişkilidir (Karakaya vd., 2006; Özcan, 2025). Sporcularda kaygı ve stres parametrelerinin doğru yönetilmesi ve uygun eğitim ortamlarının oluşturulması, psikososyal uyumun sağlanması açısından büyük önem taşımaktadır (Miyacı, 2023).

Yüzme eğitiminin sunduğu psikososyal ve fiziksel avantajların yanı sıra, antrenman sürecinin karmaşık hareket dizilimlerini içermesi bilişsel süreçlerin de aktif kullanımını zorunlu kılmaktadır (Tanertan, 2024; Zeybek, 2024). Bilişsel süreçlerin, dikkat kontrolünün, hareket planlamasının ve motor öğrenmenin sürekli olarak çalıştırılması, yüzücülerin algı düzeylerine, çoklu zeka gelişimlerine, zihinsel dayanıklılıklarına ve bilişsel esnekliklerine katkı sunmaktadır (Akıllıoğlu, 2025; Tanertan, 2024; Zeybek, 2024). Yüzme eğitiminin sunduğu bu fiziksel, fizyolojik, bilişsel ve psikososyal boyutların bütüncül bir yaklaşımla ele alınması, erken yaş spor eğitiminin niteliğini artırmak açısından akademik alanda önemli bir gereksinim olarak değerlendirilmektedir (Aslan, 2024; Miyacı, 2023).

Bu gereksinim doğrultusunda kurgulanan mevcut derleme çalışmasının amacı; çocukluk döneminde yürütülen yüzme eğitiminin fiziksel ve fizyolojik parametreler, bilişsel süreçler ile psikososyal gelişim alanları üzerindeki olası etkilerini ve katkılarını ilgili bilimsel literatür ve lisansüstü tez bulguları ışığında detaylı biçimde incelemektir.

2. YÖNTEM

2.1. Araştırma Modeli Ve Deseni

Bu çalışma, nitel araştırma yaklaşımları içerisinde yer alan doküman incelemesi modeline dayalı yapılandırılmış bir derleme araştırmasıdır. Yapılandırılmış derleme modeli, belirlenen alandaki mevcut bilimsel çalışmaları sistematik bir biçimde bir araya getirerek sentezlemeyi amaçlamaktadır.

2.2. Veri Kaynağı Olarak İncelenen Dokümanlar (Çalışma Grubu)

Araştırmanın veri kaynağını, Ulusal Tez Merkezi ve Google Akademik veritabanları üzerinden erişilen ve çocukluk dönemi yüzme eğitimi inceleyen bilimsel dokümanlar oluşturmaktadır. Çalışma grubunu oluşturan temel dokümanlar ve odak noktaları aşağıda sıralanmıştır:

Akıllıoğlu (2025): Düzenli yüzme egzersizlerinin ortaokul öğrencilerinin fiziksel özelliklerine ve algı düzeyine etkisini inceleyen araştırma makalesi (Akıllıoğlu, 2025).

Aslan (2024): Yüzme sporuna erken yaşta başlamanın önemi ve gelişimsel katkıları üzerine teorik/derleme yaklaşımı (Aslan, 2024).

Demir (2024): Yüzme egzersizinin eklem hareket açıları üzerine etkisini inceleyen lisansüstü tez çalışması (Demir, 2024).

Günay (2008): Düzenli yapılan yüzme antrenmanlarının çocukların fiziksel ve fizyolojik parametreleri üzerine etkisini inceleyen lisansüstü tez çalışması (Günay, 2008).

Kalkan vd. (2010): Yüzme eğitiminin çocukların yalnızlık düzeylerine etkisini inceleyen deneysel araştırma (Kalkan vd., 2010).

Karakaya vd. (2006): Yüzücülerin depresyon, benlik saygısı ve kaygı düzeylerinin değerlendirilmesine yönelik araştırma makalesi (Karakaya vd., 2006).

Kolukısa ve Dizdar (2022): 10-12 yaş grubu çocuklarda yüzme sporunun anatomik ve fiziksel gelişime etkisini inceleyen araştırma makalesi (Kolukısa ve Dizdar, 2022).

Miyaç (2023): Yüzme eğitiminde karşılaşılan stres ve kaygı parametrelerini inceleyen bilimsel kitap bölümü (Miyaç, 2023).

Özcan (2025): 12-14 yaş çocuklarda yüzme sporunun benlik saygısı ve özgüven düzeyleri üzerindeki etkisini inceleyen araştırma makalesi (Özcan, 2025).

Sever (2026): 12 haftalık yüzme egzersizinin skolyozlu çocuklarda Cobb açısı, beden imajı algısı ve psikolojik iyi oluşa etkisini inceleyen lisansüstü tez çalışması (Sever, 2026).

Tanertan (2024): Yüzme eğitimi alan ergenlerde zihinsel dayanıklılık ile bilişsel esneklik arasındaki ilişkiyi inceleyen lisansüstü tez çalışması (Tanertan, 2024).

Uçak (2019): Kara ve su egzersizlerinden oluşan yüzme antrenmanlarının vücut kompozisyonu, motorik özellikler ve yüzme performansına etkisi üzerine lisansüstü tez çalışması (Uçak, 2019).

Zeybek (2024): Çocuklarda yüzme sporunun çoklu zeka ve bilişsel süreçlere etkisini inceleyen lisansüstü tez çalışması (Zeybek, 2024).

2.3. Yapılandırılmış Derleme Süreci ve Veri Toplama Aşamaları

Veri toplama ve doküman inceleme süreci birbirini takip eden dört temel aşamada gerçekleştirilmiştir :

1. Aşama (Dokümanlara Erişim): Google Akademik ve YÖK Ulusal Tez Merkezi veritabanlarında "yüzme eğitimi", "çocuklarda yüzme", "fiziksel gelişim", "bilişsel gelişim" ve "psikososyal gelişim" anahtar kelimeleriyle arama yapılarak ilgili bilimsel yayınlara erişilmiştir.

2. Aşama (Ön Eleme ve Özgünlük Kontrolü): Erişim sağlanan yayınların özet ve içerikleri incelenerek doğrudan çocukluk dönemi yüzme eğitimi konu edinen araştırmalar seçilmiş, mükerrer ve ilgisiz yayınlar elenmiştir.

3. Aşama (Doküman Özümseme ve İnceleme): Seçilen makale, tez ve kitap bölümleri detaylı biçimde okunarak çalışmanın amacına uygun veriler belirlenmiş ve özümsemiştir.

4. Aşama (Doğrulama ve Güvenilirlik): Elde edilen veriler kaynak makalelerdeki bulgularla doğrudan eşleştirilerek aktarılan bilgilerin doğruluğu ve bilimsel güvenilirliği teyit edilmiştir.

2.4. Dahil Etme ve Hariç Tutma Ölçütleri

Araştırmaya dahil edilecek dokümanların seçiminde belirli bilimsel kriterler uygulanmıştır. Doğrudan çocuk ve ergenlerde yüzme eğitimi ele alan, fizyolojik, motorik, bilişsel veya psikososyal değişkenleri inceleyen, hakemli dergilerde yayınlanmış makaleler, yayınlanmış kitap bölümleri ve Ulusal Tez Merkezi'nde kayıtlı yüksek lisans tezleri dâhil etme ölçütü olarak belirlenmiştir. Çocuk yaş grubu dışındaki bireyleri kapsayan veya yüzme eğitimi dışındaki spor branşlarını odak noktasına alan çalışmalar hariç tutma ölçütü olarak kabul edilmiştir.

2.5. Verilerin Analizi: Nitel Tematik Analiz Süreci

Elde edilen verilerin çözümlenmesinde nitel veri analiz yöntemlerinden tematik analiz yaklaşımı benimsenmiştir. Analiz süreci üç ana aşamada yürütülmüştür:

Kodların Oluşturulması: İncelenen dokümanlardaki bulgular dikkatle okunarak "eklem açısı", "Cobb açısı", "vücut kompozisyonu", "zihinsel dayanıklılık", "bilişsel esneklik", "benlik saygısı", "yalnızlık" ve "kaygı" gibi temel kodlar tanımlanmıştır.

Tematik Kümeleme (Kategorizasyon): Tanımlanan kodlar anlam ve içerik benzerliklerine göre gruplandırılarak "Fiziksel ve Fizyolojik Gelişim", "Bilişsel Gelişim" ve "Psikososyal Gelişim" olmak üzere üç ana tema altında kategorize edilmiştir.

İlişkilendirme ve Sentez: Kümelenen temalar arasındaki mantıksal ilişkiler kurgulanmış, literatürdeki kanıtlar özgünleştirilerek bütüncül bir anlatı çerçevesinde sentezlenmiştir

3. BULGULAR

3.1. Fiziksel ve Fizyolojik Gelişime İlişkin Bulgular

Düzenli yürütülen yüzme antrenmanları ve egzersiz programları, çocukların anatomik ve fiziksel gelişimleri üzerinde olumlu etkiler yaratmaktadır (Günay, 2008; Kolukısa ve Dizdar, 2022). Kara ve su egzersizlerinin birlikte uygulandığı antrenman programları, çocuklarda vücut kompozisyonunu ve yüzme performansını iyileştirmektedir (Uçak, 2019). Yüzme egzersizleri ortaokul öğrencilerinin fiziksel özelliklerinin gelişmesini sağlamaktadır (Akıllıoğlu, 2025). Suyun kaldırma kuvveti, vücut ağırlığının eklemler üzerindeki yükünü azaltarak çocuklara farklı hareket örüntülerini deneyimleme fırsatı sunmaktadır (Demir, 2024). Yüzme çalışmaları eklem hareket açılarını olumlu yönde etkilemektedir (Demir, 2024). 12 haftalık yüzme egzersizlerinin skolyozlu çocuklarda Cobb açısını azalttığı ve duruşu desteklediği saptanmıştır (Sever, 2026). Düzenli yüzme antrenmanları çocukların kardiyovasküler dayanıklılığını ve kas fonksiyonlarını güçlendirmektedir (Günay, 2008). Yüzme eğitimi çocukların denge, koordinasyon, motor kontrol ve temel hareket becerilerinin gelişimini desteklemektedir (Kolukısa ve Dizdar, 2022; Uçak, 2019).

3.2. Bilişsel Gelişime İlişkin Bulgular

Yüzme eğitimi; dikkat, yönerge takibi, hareket planlaması ve motor öğrenme süreçlerinin aktif kullanımını gerektiren bir yapıda yürütülmektedir (Tanertan, 2024; Zeybek, 2024). Yüzme sporunun çocuklarda çoklu zeka alanları ve bilişsel süreçler üzerinde geliştirici etkileri bulunmaktadır (Zeybek, 2024). Yüzme eğitimi alan ergen bireylerde zihinsel dayanıklılık ile bilişsel esneklik arasında anlamlı düzeyde bir ilişki tespit edilmiştir (Tanertan, 2024). Düzenli yüzme egzersizleri uygulanan çocukların algı düzeylerinde artış gerçekleşmektedir

(Akıllıoğlu, 2025). Bilişsel süreçlerin yüzme sırasında aktif olarak çalıştırılması ile bilişsel işlevlerde kalıcı gelişim sağlanması durumları birbirinden ayırt edilmelidir (Tanertan, 2024; Zeybek, 2024).

3.3. Psikososyal Gelişime İlişkin Bulgular

Yüzme sporu, 12-14 yaş grubundaki çocuklarda ve genç sporcularda benlik saygısını ve özgüven düzeylerini belirgin şekilde yükseltmektedir (Karakaya vd., 2006; Özcan, 2025). Düzenli yüzme eğitimi, çocukların yalnızlık düzeylerini azaltmaktadır (Kalkan vd., 2010). Yüzme çalışmaları skolyozlu çocukların beden imajı algılarını ve psikolojik iyi oluş seviyelerini geliştirmektedir (Sever, 2026). Yüzücülerin depresyon ve kaygı düzeyleri değerlendirildiğinde spora katılımın koruyucu psikolojik etkiler sağladığı görülmektedir (Karakaya vd., 2006). Yüzme eğitimi sürecinde karşılaşılan stres ve kaygı unsurlarının doğru yönetilmesi psikososyal uyum açısından önem taşımaktadır (Miyacı, 2023). Grup içinde yapılan yüzme etkinlikleri, akran ve eğitmen etkileşimini artırarak çocukların sosyal uyum ve iş birliği becerilerini desteklemektedir (Kalkan vd., 2010; Özcan, 2025).

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

4.1. Tartışma ve Sonuç

İncelenen araştırmalar, çocukluk döneminde yapılan yüzme eğitiminin fiziksel, bilişsel ve psikososyal gelişim üzerinde çok yönlü katkılar sağladığını kanıtlamaktadır (Aslan, 2024; Kolukısa ve Dizdar, 2022; Sever, 2026; Zeybek, 2024). Yüzme antrenmanları; çocukların vücut kompozisyonunu, eklem hareket açılarını, motorik özelliklerini ve duruş bozukluklarını olumlu etkilemektedir (Demir, 2024; Sever, 2026; Uçak, 2019). Bilişsel alanda ise yüzme sporu, zihinsel dayanıklılık, bilişsel esneklik, algı seviyesi ve çoklu zeka alanlarının gelişmesine zemin hazırlamaktadır (Akıllıoğlu, 2025; Tanertan, 2024; Zeybek, 2024). Psikososyal açıdan bakıldığında; yüzme eğitimi çocukların benlik saygısını ve özgüvenini artırırken yalnızlık, depresyon ve kaygı düzeylerini azaltmaktadır (Kalkan vd., 2010; Karakaya vd., 2006; Özcan, 2025). Ancak bu kazanımların ortaya çıkış düzeyi; antrenman programının içeriği, öğretim yaklaşımı, katılım süresi ve çocuğun kişisel özelliklerine göre farklılık gösterebilmektedir (Miyacı, 2023; Sever, 2026).

4.2. Öneriler

1. Yüzme eğitimi programları, çocukların yaş ve gelişimsel özelliklerine uygun, güvenli, oyun merkezli ve çocuk odaklı tasarlanmalıdır.
2. Eğitmenler, antrenmanlar sırasında çocukların stres ve kaygı düzeylerini gözeterek özgüven ve sosyal etkileşimi destekleyici öğretim ortamları sunmalıdır.

3. Yüzme sporunun özel gereksinimli veya omurga rahatsızlığı (skolyoz vb.) olan çocuklardaki iyileştirici etkileri daha geniş gruplarda incelenmelidir.
4. Yüzme eğitiminin genel bilişsel işlevler üzerindeki kalıcı etkilerini netleştirebilmek amacıyla gelecekte daha güçlü araştırma tasarımları ve deneysel çalışmalar yürütülmelidir.

KAYNAKLAR

- Akıllıoğlu, O. (2025). Düzenli Yüzme Egzersizlerinin Ortaokul Öğrencileri Üzerindeki Bazı Fiziksel Özelliklere ve Algı Düzeyine Etkileri. *Göbeklitepe Eğitim ve Spor Bilimleri Dergisi*, 4(1), 97-107.
- Aslan, T. V. (2024). Yüzme Sporuna Erken Yaşta Başlamanın Önemi. *Spor Bilimlerinde Yenilikçi Çalışmalar*-8, 70.
- Demir, G. (2024). Yüzme egzersizinin eklem hareket açıları üzerine etkisinin incelenmesi (Tez No. 882523) [Yüksek lisans tezi, Hitit Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Günay, E. (2008). *Düzenli yapılan yüzme antrenmanlarının çocukların fiziksel ve fizyolojik parametreleri üzerine etkisi* (Yüksek lisans tezi).
- Kalkan, M., Tekat, A., Koç, H. E., & Sözen, H. (2010). Yüzme eğitiminin çocukların yalnızlık düzeylerine etkisi: Deneysel bir çalışma. *CBÜ Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 5(1), 1-6.
- Karakaya, I., Coşkun, A., & Ağaoğlu, B. (2006). Yüzücülerin depresyon, benlik saygısı ve kaygı düzeylerinin değerlendirilmesi. *Anadolu Psikiyatri Dergisi*, 7(3), 162-166.
- Kolukısa, Ş., & Dizdar, S. (2022). 10-12 yaş grubu çocuklara yüzme sporunun anatomik ve fiziksel gelişimine etkisinin incelenmesi. *Uluslararası Bozok Spor Bilimleri Dergisi*, 3(1), 13-26.
- Miyaç, M. (2023). Yüzme Eğitiminde Stres ve Kaygı. *Psikolojik ve Sosyal Boyutlarıyla Fiziksel Aktivite ve Spor*, 121.
- Özcan, B. (2025). 12-14 Yaş Çocuklarda Yüzme Sporunun Benlik Saygısı ve Özgüven Düzeyleri Üzerindeki Etkisi. *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 19(2), 154-167.
- Sever, P. (2026). *12 haftalık yüzme egzersizinin skolyozlu çocuklarda cobb açısı, beden imajı algısı ve psikolojik iyi oluşa etkisinin incelenmesi* (Tez No. 1023780) [Yüksek lisans tezi, Gümüşhane Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Tanertan, S. (2024). *Yüzme eğitimi alan ergenlerde zihinsel dayanıklılık ile bilişsel esneklik arasındaki ilişki* (Yüksek lisans tezi, Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi).
- Uçak, B. (2019). *Kara ve su egzersizlerinden oluşan düzenli yüzme antrenmanlarının çocuklarda vücut kompozisyonu, farklı motorik özellikler ve yüzme performansına etkisinin incelenmesi* (Yüksek lisans tezi).
- Zeybek, Z. (2024). *Çocuklarda yüzme sporunun çoklu zeka ve bilişsel süreçlere etkisi* (Tez No. 883135) [Yüksek lisans tezi, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.

YÜZÜCÜLERDE MÜSABAKA PERFORMANSININ BELİRLEYİCİLERİ: ANTROPOMETRİK, FİZYOLOJİK VE ANTRENMANA BAĞLI FAKTÖRLER ÜZERİNE BİR DERLEME

Yüksek Lisans, Miray Nur ERGÜÇ¹

**Trakya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü,
Beden Eğitimi ve Spor, Edirne, Türkiye,
mnurerguc@trakya.edu.tr , ORCID: 0009-0008-4506-2746**

Doç. Dr. Cüneyt TAŞKIN²

**Trakya Üniversitesi, Kırkpınar Spor Bilimleri Fakültesi
Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği, Edirne, Türkiye
cuneyttaskin@trakya.edu.tr - Orcid: 0000-0001-5219-4837**

Arş. Gör. Nazlıcan TAŞTAN³

**Trakya Üniversitesi, Kırkpınar Spor Bilimleri Fakültesi
Rekreasyon, Edirne, Türkiye
nazlicantastan560@trakya.edu.tr - Orcid: 0000-0001-8736-9983**

Arş. Gör. Dr. Berkant AYDEMİR⁴

**Trakya Üniversitesi, Kırkpınar Spor Bilimleri Fakültesi
Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği, Edirne, Türkiye
berkantaydemir@trakya.edu.tr - Orcid: 0000-0001-7321-3291**

Özet

Yüzme müsabaka performansı, antropometrik özellikler, fizyolojik kapasite, biyomekanik verimlilik ve antrenmana bağlı adaptasyonların etkileşimiyle şekillenen çok boyutlu bir süreçtir. Bu derlemenin amacı, yüzücülerde müsabaka performansını belirleyen temel faktörleri bilimsel literatür doğrultusunda incelemek ve bu faktörlerin performans gelişimindeki rollerini bütüncül bir yaklaşımla değerlendirmektir. Bu kapsamda yüzme performansı; vücut ölçüleri ve kompozisyonu, aerobik ve anaerobik kapasite, kas kuvveti ve gücü, yüzme biyomekaniği ile antrenman hacmi, şiddeti ve dönemlemesi açısından ele alınmıştır. Literatür bulguları, boy uzunluğu, kol açıklığı ve ekstremite uzunlukları gibi antropometrik özelliklerin yüzme mekaniği ve performansla ilişkili olabileceğini, ancak bu özelliklerin teknik yeterlilik ve fizyolojik kapasiteyle birlikte değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Fizyolojik açıdan aerobik kapasite, anaerobik enerji üretimi, kas kuvveti, güç ve yorgunluğa direnç, yarış mesafesine bağlı olarak farklı önem düzeylerine sahiptir. Sprint yüzmede yüksek güç üretimi, çıkış, dönüş ve su altı performansı ön plana çıkarken orta ve uzun mesafelerde

aerobik kapasite ve enerji kullanımının sürdürülebilirliği daha belirleyici hâle gelmektedir. Bunun yanı sıra kulaç uzunluğu, kulaç frekansı ve yüzme verimliliği, sporcunun fiziksel kapasitesini su içi performansa aktarmasında önemli rol oynamaktadır. Antrenman sürecinde hacim ve şiddetin uygun biçimde düzenlenmesi, bireysel farklılıkların dikkate alınması ve yeterli toparlanmanın sağlanması, performans gelişimini destekleyen temel unsurlar arasında yer almaktadır. Sonuç olarak yüzme müsabaka performansının geliştirilmesinde tek bir değişkene odaklanmak yerine antropometrik, fizyolojik ve antrenmana bağlı faktörlerin karşılıklı etkileşiminin değerlendirilmesi gerekmektedir. Sporcuların yaşları, gelişim düzeyleri, yüzme stilleri ve yarış mesafeleri doğrultusunda bireyselleştirilmiş antrenman programlarının oluşturulması ve performans takibinin fizyolojik ölçümlerle teknik analizleri bir araya getiren bütüncül bir yaklaşımla yürütülmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yüzme, Müsabaka Performansı, Antropometri, Fizyolojik Kapasite, Antrenman

DETERMINANTS OF COMPETITIVE PERFORMANCE IN SWIMMERS: A REVIEW OF ANTHROPOMETRIC, PHYSIOLOGICAL, AND TRAINING-RELATED FACTORS

Abstract

Competitive swimming performance is a multidimensional process shaped by the interaction of anthropometric characteristics, physiological capacity, biomechanical efficiency, and training-induced adaptations. The aim of this review is to examine the main factors determining competitive swimming performance in the scientific literature and to evaluate their roles in performance development from a holistic perspective. Swimming performance is considered in terms of body dimensions and composition, aerobic and anaerobic capacity, muscular strength and power, swimming biomechanics, and training volume, intensity, and periodization. The literature indicates that anthropometric characteristics, such as height, arm span, and limb length, may be associated with swimming mechanics and performance; however, these characteristics should be evaluated in conjunction with technical proficiency and physiological capacity. From a physiological perspective, aerobic capacity, anaerobic energy production, muscular strength, power, and fatigue resistance vary in importance according to race distance. In sprint events, high power output, start performance, turns, and underwater phases are particularly important, whereas aerobic capacity and the ability to sustain energy production become more influential in middle- and long-distance events. In addition, stroke length, stroke rate, and swimming efficiency play important roles in translating an athlete's physical capacities into in-water performance. Appropriate regulation of training volume and intensity, consideration of individual differences, and adequate recovery are among the key factors supporting performance development. In conclusion, improving competitive swimming performance requires an integrated assessment of the interactions among anthropometric, physiological, and training-related factors rather than a focus on a single variable. Individualized training programs tailored to athletes' ages, developmental levels, swimming strokes, and race distances are recommended. Performance monitoring should also combine physiological assessments with technical analysis to support a comprehensive approach to training and performance development.

Keywords: Swimming, Competitive Performance, Anthropometry, Physiological Capacity, Training

1. GİRİŞ

Spor disiplinleri arasında temel bir yere sahip olan yüzme branşı, diğer spor dallarının gerektirdiği fiziksel kapasitenin yanı sıra kas sisteminin dengeli ve simetrik bir biçimde gelişmesine olanak tanımaktadır (Alp, 2022). Yüzme eyleminin su ortamında ve yatay pozisyonda icra edilmesi, eklemler, bağ dokular ve iskelet sistemi üzerindeki mekanik baskıyı azaltarak olası sakatlık ve zorlanma riskini düşürmektedir (Alp, 2022). Performans artırımı amacıyla erken yaşlarda uygulanan yüzme antrenmanlarının çocukların fiziksel ve ruhsal gelişimine sunduğu olumlu katkılar bilimsel çalışmalarla kanıtlanmış ve bu doğrultuda yüzme eğitime erken yaşta başlanmasına yönelik önemli adımlar atılmıştır (Alp, 2022). Erken yaşta yüzme sporuna katılan bireylerde doğru bir duruş pozisyonunun ve postüral yapının kazanılmasının yanı sıra temel biyomotorik özelliklerin gelişmesi de kaçınılmaz bir sonuç olarak ortaya çıkmaktadır (Alp, 2022). Erken yaşlarda temelleri atılan bu duruş ve biyomotorik gelişim, sporcuların su içindeki morfolojik uyumu ve hidrodinamik başarısı üzerinde doğrudan belirleyici olmaktadır.

Sporcuların sahip olduğu fiziksel ve yapısal özellikler, hidrodinamik direncin azaltılması ve sevk kuvvetinin artırılması noktasında birincil faktörler arasında yer almaktadır. Antropometrik yapının biyomekanik avantajlarla birleşmesi, yüzücünün su yüzeyindeki kayma verimliliğini ve kulaç mekaniğini doğrudan etkilemektedir (Bingöl ve ark., 2023). Özellikle büyüme ve gelişme dönemindeki genç ve adölesan yüzücülerde vücut kompozisyonu, kemik uzunlukları ve ekstremiteler hacimleri, spesifik yüzme dereceleri üzerinde doğrudan kısıtlayıcı veya destekleyici roller üstlenmektedir (Alp, 2022; Koçak, 2014; Sağlam, 2025). Ancak, antropometrik profilin sağladığı morfolojik avantajlar, uygun fizyolojik altyapı ve gelişmiş kas kuvveti ile desteklenmediği müddetçe üst düzey müsabaka başarısı için tek başına yeterli olamamaktadır (İnan ve Saygın, 2019).

Fizyolojik boyutta ise yarış mesafesinin gerektirdiği enerji sistemlerinin optimal kullanımı hayati bir önem taşımaktadır. Müsabaka mesafesinin 50 metrelik kısa sprintlerden 1500 metrelik uzun mesafelere kadar değişen yelpazesi, anaerobik güç, laktat toleransı ve aerobik kapasite dengesinin hassasiyetle ayarlanmasını zorunlu kılmaktadır (Işıldak ve Suna, 2020; Pehlivan ve Karadenizli, 2019). Sprint branşlarında patlayıcı kuvvet, çıkış reaksiyonu ve su altı delfin ayak vuruşları biyomekanik baskınlık oluştururken (Baydemir ve ark., 2019; Kurt ve ark., 2023), mesafe arttıkça dokusal oksijenlenme, maksimal oksijen tüketim kapasitesi ve metabolik toparlanma süreçleri ön plana çıkmaktadır (Işıldak ve Suna, 2020; Kuvvet, 2025).

Antrenman metodolojisi ve metodolojik müdahaleler de bu fizyolojik ve antropometrik potansiyelin su içi skora dönüştürülmesindeki temel köprüdür. Son yıllarda yapılan çalışmalar; karada ve suda uygulanan plyometrik

egzersizlerin, kor (core) stabilizasyon çalışmalarının, akuatik izokinetik yüklenmelerin ve Aktivasyon Sonrası Güçlenme (PAP) protokollerinin yüzme biyomekaniği ve çıkış performansı üzerindeki belirleyici rolünü net bir şekilde kanıtlamaktadır (Aktaş, 2026; Bakır ve Yapıcı, 2024; Ceylan, 2026; Çınar, 2025; Sarı, 2025; Yiğit, 2021). Bununla birlikte, müsabaka öncesi uygulanan spesifik ısınma protokolleri ile sporcuların nörolojik ve metabolik rejenerasyonunu sağlayan uyku ve melatonin düzenlemeleri, performansın sürdürülebilirliğine doğrudan katkı sunmaktadır (Fakazlı ve Kolayış, 2018; Mertkan).

Literatürde yer alan bu bulgular, yüzücülerde performansın geliştirilmesi için antropometrik, fizyolojik, motorik ve antrenmana bağlı değişkenlerin bütüncül bir yaklaşımla değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Bu derlemenin temel amacı; yüzücülerde müsabaka performansını şekillendiren temel faktörleri bilimsel araştırma verilerine dayanarak incelemek, söz konusu değişkenlerin performans üzerindeki etkileşimli rollerini ortaya koymak ve antrenörler ile spor bilimcilere kanıta dayalı bir bakış açısı sunmaktır.

2. YÖNTEM

2.1. Araştırma Modeli ve Deseni

Bu çalışma, yüzücülerde müsabaka performansını belirleyen çok boyutlu faktörlerin incelenmesi amacıyla nitel araştırma yaklaşımlarından "doküman analizi" ve "yapılandırılmış derleme" deseninde tasarlanmıştır. Araştırma deseni kapsamında, yüzme sporunda performans faktörlerini ele alan mevcut bilimsel yazın ve ampirik araştırmalar derinlemesine analiz edilerek sentezlenmiştir.

2.2. Veri Kaynağı Olarak İncelenen Dokümanlar

Araştırmanın çalışma grubunu ve veri kaynağını, Yükseköğretim Kurulu (YÖK) Ulusal Tez Merkezi ve Google Akademik veritabanları üzerinde indekslenen, yüzücülerde performans belirleyicilerini inceleyen lisansüstü tezler, kitap bölümleri ve hakemli makaleler oluşturmaktadır. Derleme kapsamına alınan temel dokümanlar ve odak noktaları şu şekildedir:

Aktaş (2026): Core antrenmanın ergen yüzücülerde 50 m sprint ve 15 m çıkış performansına etkisi (Yüksek Lisans Tezi, No. 1020330).

Alp (2022): Kol ve bacak hacminin 10-12 yaş yüzücülerde sprint yüzme performansları ile ilişkisi.

Bakır ve Yapıcı (2024): 9-12 yaş erkek yüzücülerde 8 haftalık pliometrik antrenmanın sprint performansına etkisi.

Baydemir, Selçuk ve Aksoy (2019): 8-9 yaş yüzücülerde antropometrik özelliklerin track çıkış mesafesine etkisi.

Bingöl, Saygın ve Salman (2023): Yıldızlar kategorisi yüzücülerde seçilmiş antropometrik özelliklerin sprint yüzme performansına etkisi.

Ceylan (2026): 14-17 yaş erkek yüzücülerde aktivasyon sonrası güçlenmenin (PAP) yüzme performansına etkisi (Yüksek Lisans Tezi, No. 1010623).

Çınar (2025): Erken ergenlik dönemi yüzücülerde yatay ve dikey düzlemde yapılan kor antrenmanlarının yüzme performansına etkisi (Doktora Tezi, No. 986960).

Fakazlı ve Kolayış (2018): Farklı ısınma aktivitelerinin 50 m yüzme performansına etkisi.

Güler (2000): 9-18 yaş grubu müsabık yüzücülerde eklem hareket genişliği, antropometrik parametreler ve esneklik programı ilişkisi.

İşildak ve Suna (2020): 15-17 yaş yüzücülerde 8 haftalık dayanıklılık antrenmanlarının kalp atım sayısı ve T-20 yüzme performansına etkisi.

İnan ve Saygın (2019): Genç yüzücülerde antropometrik, fizyolojik ve fiziksel özelliklerin müsabaka performansına etkisi.

Kızılörs, Arslanoğlu ve Arslanoğlu (2023): Adolesan yüzücülerde vücut bileşimi ve yüzme performansı ilişkisi.

Koçak (2014): Adölesan yüzücülerde performansın belirleyicileri üzerine lisansüstü çalışma.

Kurt ve arkadaşları (2023): Yüzücülerde delfin ayak vuruşunun kinematik performans değerlerine etkisinin incelenmesi.

Kuvvet (2025): Yüzmede performans artışı için bilimsel uygulamalar ve yöntemler.

Mertkan: Melatonin ve uyku: Yüzücülerde performans ve toparlanma süreci.

Mustafa ve Cengiz: Spor branşlarında performans analizi ve güncel antrenman yaklaşımları.

Pehlivan ve Karadenizli (2019): 9-13 yaş grubu yüzücülerde 50 m serbest teknik performans ile antropometrik ve motorik özellikler ilişkisi.

Sağlam (2025): Kol-bacak hacmi ve kulaç uzunluğunun genç erkek yüzücülerde yüzme performansları ile ilişkisi.

Sarı (2025): Yüzücülerde akuatik kuvvet antrenmanının izokinetik kuvvet ve sürat üzerine etkisinin incelenmesi (Doktora Tezi, No. 987846).

TURHAN (2019): Dominant ve diğer ekstremite kulaç parametrelerinin 9-10 yaş yüzücülerin kritik yüzme hızına etkisi.

Yiğit (2021): 11-12 yaş erkek yüzücülerde 8 haftalık core antrenmanlarının kelebek stil performansına etkisi.

2.3. Yapılandırılmış Derleme Süreci ve Veri Toplama Aşamaları

Veri toplama ve inceleme süreci metodolojik bir hiyerarşi takip edilerek 4 temel aşamada gerçekleştirilmiştir:

1. Aşama (Dokümanlara Erişim): "Yüzme performansı", "antropometri", "fizyolojik adaptasyon", "kulaç parametreleri", "core antrenman", anahtar kelimeleri kullanılarak YÖK Ulusal Tez Merkezi ve Google Akademik veritabanları üzerinden alanla ilgili tüm lisansüstü tez ve makalelere erişilmiştir.

2. Aşama (Ön Eleme ve Özgünlük Kontrolü): Elde edilen dokümanlar başlık, özet ve yöntem bölümleri açısından taranmış; doğrudan yüzücü popülasyonu üzerinde yürütülen, örneklem grubu net, istatistiksel çözümlmeleri yapılmış ve akademik özgünlük kriterlerini karşılayan çalışmalar ön elemeye tabi tutulmuştur.

3. Aşama (Doküman Özümseme ve İnceleme): Seçilen ampirik ve teorik kaynaklar detaylıca okunmuş; araştırmaların örneklem özellikleri, uygulanan antrenman protokolleri, antropometrik ve fizyolojik ölçüm yöntemleri ile elde edilen ana bulgular sistematik veri formlarına işlenerek özümlemişler.

4. Aşama (Doğrulama ve Güvenilirlik): İncelemeye alınan verilerin araştırmalar arası tutarlılığı denetlenmiştir.

2.4. Dahil Etme ve Hariç Tutma Ölçütleri

Çalışmanın bilimsel niteliğini korumak adına belirlenen kriterler şunlardır:

Dahil Etme Ölçütleri: (a) Yüzme branşına özgü antropometrik, fizyolojik, biyomekanik ve antrenman parametrelerini doğrudan incelemiş olmak, (b) YÖK Tez Merkezi veya hakemli ulusal/uluslararası dergilerde yayınlanmış olmak, (c) Açık anlaşılır bir metodolojiye sahip olmak, (d) Yüzücülerin performans çıktılarını nicel veya nitel verilerle ortaya koymuş olmak.

Hariç Tutma Ölçütleri: (a) Yüzme dışı spor branşlarını içeren çalışmalar, (b) Tam metnine ulaşamayan ve metodolojik detayları eksik olan yayınlar, (c) Popüler bilim yazıları veya akademik hakemlik sürecinden geçmemiş yayınlar.

2.5. Verilerin Analizi: Nitel Tematik Analiz Süreci

Dokümanlardan elde edilen verilerin analizinde tematik içerik analizi uygulanmıştır:

Kodların Oluşturulması: İnceleme aşamasında elde edilen bulgular doğrultusunda "Antropometrik Yapı", "Fizyolojik Kapasite", "Teknik Biyomekanik", "Antrenman Müdahaleleri" ve "Toparlanma/Isınma" gibi temel açık kodlar (open coding) oluşturulmuştur.

Tematik Kümeleme (Kategorizasyon): Birbiriyle ilişkili görülen kodlar bir araya getirilerek ana temalar altında kategorize edilmiş; antropometrik faktörler, fizyolojik ve motorik parametreler ile antrenman yöntemleri şeklinde kümelenmiştir.

İlişkilendirme ve Sentez: Kümelenen temalar arasındaki nedensellik ve etkileşim ilişkileri kurulmuş, paragraf ve bölüm geçişlerinde bir sonraki temanın zeminini hazırlayan kopçalama (bağlama) yöntemi kullanılarak bütüncül bir akademik metin sentezi üretilmiştir.

3. BULGULAR

Metodolojik çerçevede yürütülen tematik analizler sonucunda, yüzücülerde müsabaka performansını şekillendiren unsurlar üç temel boyutta kümelenmiştir: Antropometrik ve Morfolojik Özellikler, Fizyolojik Kapasite ve Motorik Beceriler ile Antrenman Müdahaleleri ve Biyomekanik Adaptasyonlar.

3.1. Antropometrik ve Morfolojik Özelliklere İlişkin Bulgular

Yüzücülerin suda sergiledikleri hidrodinamik başarı, fizyolojik kapasitelerinden önce morfolojik yapılarıyla doğrudan etkileşim halindedir. Yıldızlar ve adölesan kategorisindeki yüzücüler üzerinde yapılan araştırmalar, boy uzunluğu, kulaç açıklığı ve ekstremite uzunluklarının özellikle sprint derecelerinde belirleyici bir avantaj sağladığını göstermektedir (Bingöl ve ark., 2023; Koçak, 2014). Benzer şekilde, 9-13 yaş grubunda yürütülen çalışmalarda da boy ve kol açıklığı değişkenlerinin 50 m serbest yüzme performansı ile güçlü ilişkiler sergilediği tespit edilmiştir (Pehlivan ve Karadenizli, 2019). Genç yüzücülerin genel müsabaka dereceleri incelendiğinde, antropometrik yapının fizyolojik profil ile entegre olduğunda nihai performansı açıklama gücünün arttığı vurgulanmaktadır (İnan ve Saygın, 2019).

Morfolojik faktörlerin alt bileşenlerine inildiğinde, ekstremite hacimlerinin ve kulaç mekaniğinin sürat üretimi üzerindeki etkisi dikkat çekmektedir. Genç erkek yüzücülerde yapılan araştırmalarda, kol-bacak hacmi ve kulaç uzunluğu parametrelerinin su içi sevk kuvvetini artırarak yüzme derecelerini pozitif yönde etkilediği doğrulanmıştır (Sağlam, 2025). Bu durum 10-12 yaş grubunda da paralellik göstermekte, kol ve bacak hacminin artışının sprint yüzme sürelerini anlamlı derecede kısalttığı anlaşılmaktadır (Alp, 2022). Ancak vücut bileşimindeki yağ oranının yüksekliği hidrodinamik sürüklenmeyi artırarak performansı olumsuz etkileyebilmekte, bu nedenle yağsız vücut kitlesinin korunması gerektiği bildirilmektedir (Kızılörs ve ark., 2023). Genetik altyapı ile şekillenen bu antropometrik avantajlar , sadece düz yüzme hızını değil, aynı zamanda müsabaka başlangıcındaki track çıkış mesafesini ve mesafeye ulaşma sürelerini de doğrudan şekillendirmektedir (Baydemir ve ark., 2019).

3.2. Fizyolojik Kapasite ve Motorik Becerilere İlişkin Bulgular

Antropometrik özelliklerin sağladığı morfolojik çerçevenin su içinde etkili bir kuvvete dönüşmesi, yüzücünün fizyolojik kapasitesine ve motorik niteliklerine bağlıdır. Genç ve adölesan yüzücülerde aeroben ve anaeroik

enerji sistemlerinin dengeli gelişimi müsabaka mesafesine göre farklılık göstermektedir (Koçak, 2014). Nitekim 15-17 yaş grubu yüzücülerde uygulanan 8 haftalık dayanıklılık antrenmanlarının, sporcuların dinlenik ve çalışma kalp atım sayılarını düzenleyerek T-20 yüzme performansında belirgin bir gelişim sağladığı gösterilmiştir (Işıldak ve Suna, 2020). Bu fizyolojik adaptasyonlar, uzun süreli yüzme eylemlerinde yorgunluğun geciktirilmesini ve metabolik verimliliğin korunmasını mümkün kılmaktadır (Kuvvet, 2025).

Fizyolojik verimliliğin yanı sıra, eklem hareket genişliği ve esneklik gibi motorik özellikler, kulacın yakalama ve itiş safhalarındaki hareket menzilini genişleterek mekanik verimliliği artırmaktadır. 9-18 yaş grubu müsabık yüzücülerde yapılan araştırmalar, özel esneklik programlarının ve eklem hareket genişliğinin artırılmasının yüzme performansı ile doğrudan ilişkili olduğunu ortaya koymuştur (Güler, 2000). Ek olarak, motorik kuvvet ve el-ayak yönelimlerinin su altı tekniklerine aktarımı kritik bir rol oynamaktadır. 9-10 yaş yüzücülerde dominant ve dominant olmayan ekstremitelerin kulaç parametrelerinin kritik yüzme hızı üzerinde belirleyici olduğu gösterilmiş (Turhan, 2019), delfin ayak vuruşunda sergilenen kinematik verilerin ise sporcunun su altındaki kayma hızını ve genel sprint ivmesini doğrudan etkilediği saptanmıştır (Kurt ve ark., 2023).

3.3. Antrenman Müdahaleleri ve Biyomekanik Adaptasyonlara İlişkin Bulgular

Fizyolojik kapasite ve motorik yetilerin en üst düzeye çıkarılması, karada ve suda yürütülen çağdaş antrenman metodolojilerinin uygulanmasıyla mümkündür (Mustafa ve Cengiz). Ergen ve genç yüzücülerde gövde (core) bölgesinin güçlendirilmesi, su içindeki hidrodinamik pozisyonun korunmasında anahtar rol oynamaktadır. Ergen yüzücülerde gerçekleştirilen spesifik core antrenmanlarının 50 m sprint ve 15 m çıkış sürelerini anlamlı derecede geliştirdiği tespit edilmiştir (Aktaş, 2026). Benzer şekilde, 11-12 yaş grubundaki erkek yüzücülerde 8 haftalık core antrenmanlarının 50 ve 100 metre kelebek stil yüzme derecelerinde belirgin bir performans artışı yarattığı bildirilmiştir (Yiğit, 2021). Erken ergenlik döneminde hem yatay hem dikey düzlemde uygulanan kor antrenmanlarının da yüzme mekaniğini ve teknik stabilitesini desteklediği belirlenmiştir (Çınar, 2025).

Gövde stabilizasyonunun yanı sıra, patlayıcı kuvvet ve kas gücünün artırılması amacıyla uygulanan ek antrenman protokolleri sprint performansını doğrudan yükseltmektedir. 9-12 yaş erkek yüzücülerde 8 haftalık karada yapılan pliometrik antrenmanların sprint yüzme sürelerini kısalttığı (Bakır ve Yapıcı, 2024), suda uygulanan akuatik izokinetik kuvvet antrenmanlarının ise kasların izokinetik tork üretimine ve yüzme süratine doğrudan katkı sağladığı kanıtlanmıştır (Sarı, 2025). Müsabaka anındaki anlık performansı optimize etmek için ise nöromüsküler uyarılabilirliği artıran metotlar kullanılmaktadır. 14-17 yaş erkek yüzücülerde Aktivasyon Sonrası Güçlenme (PAP) protokollerinin yüzme performansını olumlu etkilediği saptanmış (Ceylan, 2026), müsabaka öncesi uygulanan dinamik ve spesifik ısınma aktivitelerinin de 50 m yüzme derecelerini geliştirdiği

gösterilmiştir (Fakazlı ve Kolayış, 2018). Son olarak, tüm bu antrenman yüklenmelerinin ardından sporcunun toparlanabilmesi ve fizyolojik adaptasyonu tamamlayabilmesi için melatonin salınımı ve uyku kalitesinin kritik bir parametre olduğu vurgulanmaktadır.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

4.1. Tartışma ve Sonuç

Bu derlemede elde edilen veriler, yüzücülerde müsabaka performansının tek bir faktörün baskınlığıyla değil, antropometrik, fizyolojik, motorik ve antrenmana bağlı değişkenlerin senkronize etkileşimiyle biçimlendiğini göstermektedir.

Literatürdeki bulgular değerlendirildiğinde, uzun boy, geniş kol açıklığı ve yüksek ekstremite hacimlerinin su içi sürüklenmeyi azaltıp kulaç mesafesini artırarak önemli bir avantaj yarattığı açıktır (Alp, 2022; Bingöl ve ark., 2023; Koçak, 2014; Sağlam, 2025). Ancak, antropometrik özelliklerin sağladığı bu yapısal potansiyelin skora dönüşebilmesi için güçlü bir fizyolojik altyapıya ihtiyaç vardır (İnan ve Saygın, 2019). Kalp atım sayısı adaptasyonları ve T-20 testleriyle doğrulanan aerobik dayanıklılık gelişimi, orta ve uzun mesafeli yüzme yarışlarında metabolik sürdürülebilirliği temin ederken (Işıldak ve Suna, 2020), yüksek eklem hareket genişliği ve esneklik değerleri teknik uygulamanın akıcılığını desteklemektedir (Güler, 2000).

Antrenman metodolojisi açısından bakıldığında, modern antrenman yaklaşımlarının (Mustafa ve Cengiz) yüzme performansına etkisi somut verilerle ortaya konmuştur. Gövde (core) bölgesinin kuvvetlendirilmesi, yüzücünün su yüzeyindeki paralellliğini koruyarak drag (direnç) kuvvetini en aza indirmekte ve böylece hem sprint yüzme hem de çıkış sürelerinde anlamlı gelişimler sağlamaktadır (Aktaş, 2026; Çınar, 2025; Yiğit, 2021). Pliometrik ve akuatik izokinetik antrenmanlar ise patlayıcı güç üretimini destekleyerek itiş gücünü artırmaktadır (Bakır ve Yapıcı, 2024; Sarı, 2025). Akut performans müdahalelerinde PAP protokolleri ve doğru ısınma stratejileri kas uyarılabilirliğini üst seviyeye çıkarırken (Ceylan, 2026; Fakazlı ve Kolayış, 2018), uyku ve melatonin düzeninin sağladığı rejenerasyon, antrenman adaptasyonunun tamamlanmasını sağlamaktadır (Mertkan). Sonuç olarak; yüzme müsabaka performansı, sporcuların sahip olduğu kalıtsal ve antropometrik potansiyel ile bilimsel ilkeler doğrultusunda kurgulanmış antrenman programlarının kesişim noktasında biçimlenen çok boyutlu ve bütüncül bir yapıdır.

4.2. Öneriler

Elde edilen sonuçlar ışığında antrenörlere, spor bilimcilere ve uygulayıcılara yönelik şu öneriler geliştirilmiştir:

1. **Bütüncül Performans Takibi:** Yüzücülerin performans değerlendirmeleri yalnızca kronometre sürelerine dayandırılmamalı; antropometrik ölçümler, fizyolojik testler (kalp atım sayısı, T-20, laktat) ve kinematik su altı analizleri (dolphin ayak, kulaç frekansı) birlikte yürütülmelidir.
2. **Kombine Antrenman Programlaması:** Su içi antrenmanların yanı sıra ergenlik döneminden itibaren karada spesifik core stabilizasyon, pliyometrik ve akuatik izokinetik kuvvet antrenmanlarına yer verilmelidir.
3. **Akut Performans Uygulamaları:** Müsabaka öncesinde kas uyarılabilirliğini artırmak adına sporcunun yaş grubuna uygun Aktivasyon Sonrası Güçlenme (PAP) ve dinamik ısınma protokolleri entegre edilmelidir.
4. **Toparlanma ve Yaşam Tarzı Yönetimi:** Sporcuların antrenman adaptasyonunu artırmak amacıyla uyku hijyeni, melatonin salınımı dengesi ve toparlanma süreçleri bilimsel olarak takip edilmelidir.
5. **Erken Yaşta Destek:** Çocukların spora yönlendirilmesi ve yetenek seçimi süreçlerinde antropometrik profiller dikkate alınmalı, ailenin sürece pozitif katılımını sağlayacak sosyal mekanizmalar işletilmelidir.

KAYNAKÇA

- Aktaş, A. (2026). Core antrenmanın ergen yüzücülerde 50 m sprint ve 15 m çıkış performansına etkisi (Tez No. 1020330) [Yüksek lisans tezi, Aksaray Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Bingöl, B., Saygın, Ö., & Salman, K. (2023). Yıldızlar kategorisi yüzücülerde seçilmiş antropometrik özelliklerin sprint yüzme performansına etkisinin incelenmesi. *Eurasian Research in Sport Science*, 8(2), 196-207.
- Ceylan, C. (2026). 14-17 yaş erkek yüzücülerde aktivasyon sonrası güçlenmenin (PAP) yüzme performansına etkisi (Tez No. 1010623) [Yüksek lisans tezi, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Çınar, S. (2025). Erken ergenlik dönemi yüzücülerde yatay ve dikey düzlemde yapılan kor antrenmanlarının yüzme performansına etkisi (Tez No. 986960) [Doktora tezi, Selçuk Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Fakazlı, A. E., & Kolayış, İ. E. (2018). Farklı ısınma aktivitelerinin 50 m yüzme performansı üzerine etkisi. *Online Turkish Journal of Health Sciences*, 3(3), 125-134.
- Işıldak, K., & Suna, G. (2020). 15-17 yaş yüzücülerde 8 haftalık dayanıklılık antrenmanlarının kalp atım sayısı ve t-20 yüzme performansı üzerine etkisi. *Sportive*, 3(1), 26-33.
- İnan, Ş., & Saygın, Ö. (2019). Genç yüzücülerde antropometrik, fizyolojik ve fiziksel özelliklerin müsabaka performansına etkisinin araştırılması. *International Journal of Sport Exercise and Training Sciences-IJSETS*, 5(4), 183-191.
- Kızılörs, G., Arslanoğlu, C., & Arslanoğlu, E. (2023). Adolesan yüzücülerde vücut bileşimi ve yüzme performansı ilişkisi. *Gazi Journal of Physical Education and Sport Sciences*, 28(4), 308-314.

- Koçak, U. Z. (2014). Adölesan yüzücülerde performansın belirleyicileri (Yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi).
- Kurt, Z. B., Gerçek, N., Özüak, A., Güler, Ç., Albayrak, E., & Ramazanoğlu, N. (2023). Yüzücülerde delfin ayak vuruşunun kinematik performans değerlerine etkisinin incelenmesi. *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 17(3), 361-374.
- Kuvvet, D. V. (2025). Yüzmede performans artışı için. *Bireysel Sportlarda Performans Gelişimi ve Bilimsel Uygulamalar*, 7.
- Mertkan, Ö. N. C. Ü. Melatonin ve uyku: Yüzücülerde performans ve toparlanma. *Bireysel Sportlar ve Performansın*, 48.
- Mustafa, K. A. Y. A., & Cengiz, Ş. Ş. Spor branşlarında performans analizi ve güncel antrenman yaklaşımları.
- Sağlam, S. (2025). Kol-bacak hacmi ve kulaç uzunluğunun genç erkek yüzücülerde yüzme performansları ile ilişkisinin incelenmesi.
- Sarı, R. (2025). Yüzücülerde akuatik kuvvet antrenmanının izokinetik kuvvet ve sürat üzerine etkisinin incelenmesi (Tez No. 987846) [Doktora tezi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Turhan, A. (2019). Dominant ve diğer ekstremiteler kulaç parametrelerinin 9-10 yaş yüzücülerin kritik yüzme hızına etkisi.
- Baydemir, B., Selçuk, R., & Aksoy, D. (2019). 8-9 yaş yüzücülerde antropometrik özelliklerin track çıkış mesafesine etkisi. *Mediterranean Journal of Sport Science*, 2(2), 215-223.
- Pehlivan, S., & Karadenizli, Z. İ. (2019). 9-13 yaş grubu yüzücülerde 50 m serbest teknik yüzme performansı ile antropometrik ve motorik özellikler arasındaki ilişki. *Journal of Physical Education and Sports Studies*, 11(2), 118-129.
- Güler, Ç. G. (2000). 9-18 yaş grubu müsabık yüzücülerde eklem hareket genişliğinin ve antropometrik parametrelerin yüzme performansı ile ilişkisi ve bunu temel alan yeni bir esneklik programının düzenlenmesi (Doktora tezi, Marmara Üniversitesi).
- Bakır, S., & Yapıcı, A. (2024). 9-12 yaş erkek yüzücülerde 8 haftalık pliometrik antrenmanın sprint yüzme performansına etkisinin incelenmesi. *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 17(3), 375-384.
- Alp, M. (2022). Kol ve bacak hacminin 10-12 yaş yüzücülerde sprint yüzme performansları ile ilişkisinin incelenmesi. *Mediterranean Journal of Sport Science*, 5(4), 977-983.
- Yiğit, D. (2021). 11-12 yaş grubundaki erkek yüzücülerin 8 haftalık core antrenmanlarının 50 ve 100 metre kelebek stil performansına olan etkisinin araştırılması.

JUDO EĞİTİMİ ALAN ÇOCUKLARDA PLİOMETRİK ANTRENMANLARIN SİÇRAMA, SÜRAT VE YÖN DEĞİŞTİRME PERFORMANSI ÜZERİNE ETKİSİ

Arş. Gör. Dr. Meltem NAZIROĞLU¹/Prof. Dr. Şengül DEMİRAL²/Prof. Dr. Nurper ÖZBAR³

¹Trakya Üniversitesi, Kırkpınar Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi Bölümü,
meltemnaziroglu62@trakya.edu.tr, ORCID 0000-0002-4193-3312

²Trakya Üniversitesi, Kırkpınar Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi Bölümü,
senguldemiral@trakya.edu.tr, ORCID 0000-0001-9771-6846

³Trakya Üniversitesi, Kırkpınar Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi Bölümü,
nurperozbar@trakya.edu.tr, ORCID 0000-0003-0931-5263

Özet

Bu çalışmanın amacı, judo eğitimi alan çocuklarda pliometrik antrenmanların sıçrama, sürat ve yön değiştirme performansı üzerine etkisi incelemektir. Çalışmaya, düzenli olarak judo eğitimi alan 7-9 yaş arasındaki 20 gönüllü (kız-erkek) judocu katılmıştır. Sporcular, 10'u pliometrik çalışma grubu ve 10'u kontrol grubu olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Deney grubuna 8 hafta boyunca haftada 2 gün pliometrik antrenman programı uygulanmıştır. Çalışma süresince her iki grup da normal judo antrenmanlarına devam etmiştir. Katılımcı sporcuların vücut ağırlığı, boy uzunluğu, beden kitle indeksi, vücut yağ yüzdesi, Drop Jump (DJ) (cm), Squat Jump (SJ) (cm), Countermovement Jump (CMJ) (cm), Sağlık Topu Fırlatma (STF) (cm), 20 m sprint (sn), 505 COD (sn) değerleri pliometrik antrenman programına başlamadan önce ve antrenman tamamlandıktan sonra ölçülmüştür. Verilerin istatistiksel analizinde IBM SPSS kullanılmış; tanımlayıcı istatistikler ortalama ve standart sapma olarak sunulmuştur. Normallik Shapiro–Wilk testiyle değerlendirilmiş, ön test-son test ve gruplar arası karşılaştırmalarda bağımlı ve bağımsız örneklem t-testleri uygulanmıştır. Etki büyüklüğü Cohen'in d katsayısıyla hesaplanmış ve istatistiksel anlamlılık düzeyi $p<0,05$ olarak kabul edilmiştir. Araştırma bulgularına göre; gruplar arası karşılaştırmalarda Drop Jump ($p=0,001$), SJ ($p=0,002$), CMJ ($p<0,001$) ve 20 m sprint ($p=0,012$) testlerinde pliometrik grubun lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. STF ($p=0,102$) ve 505 COD ($p=0,093$) testlerinde ise gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Genel olarak bulgular, pliometrik antrenman grubunun sıçrama, sürat ve çeviklik performanslarında kontrol grubuna kıyasla daha fazla gelişim gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Judo, pliometrik antrenman, sıçrama performansı, sürat, yön değiştirme.

EFFECTS OF PLYOMETRIC TRAINING ON JUMPING, SPRINT, AND CHANGE-OF-DIRECTION PERFORMANCE IN CHILDREN RECEIVING JUDO TRAINING

Abstract

The aim of this study was to examine the effects of plyometric training on jumping, sprinting, and change-of-direction performance in children participating in judo training. A total of 20 volunteer judokas (boys and girls) aged 7–9 years who regularly participated in judo training took part in the study. The athletes were divided into two groups: a plyometric training group ($n = 10$) and a control group ($n = 10$). The experimental group performed a plyometric training program two days per week for 8 weeks. Throughout the study, both groups continued their regular judo training sessions. The participants' body weight, height, body mass index, body fat percentage, Drop Jump (DJ) (cm), Squat Jump (SJ) (cm), Countermovement Jump (CMJ) (cm), medicine ball throw (MBT) (cm), 20-m sprint (s), and 505 change-of-direction (COD) (s) performance were measured before the plyometric training program began and after its completion. Statistical analyses were performed using IBM SPSS. Descriptive statistics were presented as means and standard deviations. Normality was assessed using the Shapiro–Wilk test, and paired-samples and independent-samples t-tests were used for within-group pre-test–post-test and between-group comparisons, respectively. Effect sizes were calculated using Cohen's d , and the statistical significance level was set at $p < 0.05$. The findings revealed statistically significant between-group differences in the DJ ($p = 0.001$), SJ ($p = 0.002$), CMJ ($p < 0.001$), and 20-m sprint ($p = 0.012$) tests in favor of the plyometric training group. However, no statistically significant between-group differences were found in the medicine ball throw ($p = 0.102$) or 505 COD ($p = 0.093$) tests ($p > 0.05$). Overall, the findings indicate that the plyometric training group demonstrated greater improvements in jumping, sprinting, and change-of-direction performance than the control group.

Keywords: Judo, plyometric training, jumping performance, sprint, change of direction.

1. GİRİŞ

Judo; kuvvet, dayanıklılık, esneklik, denge, sürat, beceri, zamanlama ve tepki sürati gibi çok sayıda motorik özelliğin bir arada kullanıldığı, yüksek düzeyde fiziksel ve fizyolojik yeterlilik gerektiren bir spor dalıdır. Müsabaka sırasında aerobik ve anaerobik enerji sistemlerinin değişen oranlarda devreye girmesi, sporcuların performansında sürat, kuvvet, çeviklik, dayanıklılık ve esneklik gibi fiziksel uygunluk bileşenlerinin önemli rol oynamasına neden olmaktadır (Degoutte vd., 2003). Dinamik ve yüksek şiddetli eforların ön plana çıktığı judoda sportif başarıya ulaşabilmek için sporcuların branşa özgü teknik ve taktik yeterliliklerinin yanı sıra gelişmiş fiziksel performans özelliklerine de sahip olmaları gerekmektedir. Bu doğrultuda pliometrik antrenmanlar, judo sporcularının fiziksel performanslarını geliştirmek amacıyla kullanılan antrenman yöntemlerinden biri olarak öne çıkmaktadır (Kurniawan vd., 2021).

Uzun süreli sporcu gelişimi yaklaşımında, çocukların gelişim dönemlerine özgü antrenman gereksinimlerinin belirlenmesi ve fiziksel uygunluk bileşenlerinin sistematik biçimde geliştirilmesi önem taşımaktadır. Bu kapsamda, çocuk ve genç sporcuların gelişimsel özelliklerinin dikkate alınması, antrenman programlarının biyolojik olgunlaşma düzeyi ve bireysel gereksinimler doğrultusunda planlanması önerilmektedir (Cumming vd., 2017; Lloyd vd., 2017). Özellikle 8–12 yaş grubundaki çocuklarda pliometrik antrenmanlar, fiziksel uygunluğun geliştirilmesine yönelik uygulanabilecek yöntemler arasında değerlendirilmektedir. Pliometrik antrenmanların çocuk ve genç sporcularda sıçrama performansı, sprint sürati ve yön değiştirme becerisi üzerinde olumlu etkiler oluşturabildiği bildirilmektedir (Bogdanis vd., 2019).

Pliometrik antrenman, kasın eksantrik kasılmayı takiben konsantrik kasılma gerçekleştirdiği gerilme-kısalma döngüsünden yararlanarak patlayıcı kuvvetin geliştirilmesini amaçlayan bir antrenman yöntemidir. Bu yöntemde uygulanan sıçrama ve benzeri patlayıcı hareketler, nöromüsküler sistemin etkinliğinin artırılmasına ve kuvvetin kısa sürede üretilmesine katkı sağlayabilmektedir. Literatürde pliometrik antrenmanların kuvvet, dikey sıçrama yüksekliği ve patlayıcı performans üzerindeki etkileri farklı araştırmalarda incelenmiş ve bu yöntemin fiziksel performansın geliştirilmesinde etkili olabileceği gösterilmiştir (Markovic, 2007; de Villarreal vd., 2010). Ayrıca pliometrik antrenmanların alt ekstremité kuvveti, sıçrama ve sprint performansına katkıları farklı spor dallarında ortaya konmuştur (Özbar vd., 2014).

Judo performansında alt ekstremité kuvveti ve patlayıcı gücün yanı sıra üst ekstremitelerin işlevsel kapasitesi de önemli bir yere sahiptir. Rakibin dengesini bozma, uygun tutuşu sağlama, teknik uygulamayı gerçekleştirme ve kuvveti etkili biçimde aktarma süreçleri, üst ve alt ekstremitelerin koordineli çalışmasını gerektirmektedir. Bu nedenle ekstremitelerin kuvvet üretme kapasitesi ve biyomekanik açıdan işlevsel yeterliliği, judoda teknik

hareketlerin etkili biçimde uygulanması ve yüksek şiddetli aktivitelerin sürdürülmesi bakımından önem taşımaktadır. Genç sporcularda geleneksel direnç antrenmanları, pliometrik antrenmanlar ve bu iki yöntemin birlikte uygulanmasının sprint ve sıçrama performansı ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (Lloyd vd., 2016).

Pliometrik antrenmanların fiziksel performans üzerindeki etkileri literatürde farklı yaş gruplarında ve spor dallarında kapsamlı biçimde incelenmiş olsa da bu antrenman yönteminin çocuk judoculararda sıçrama, sürat ve yön değiştirme performansı üzerindeki etkilerinin daha ayrıntılı araştırılması gerekmektedir. Özellikle erken yaşlarda uygulanan branşa özgü antrenman programlarına pliometrik egzersizlerin eklenmesinin motorik performans bileşenlerine sağlayabileceği katkıların belirlenmesi, çocuk sporcuların gelişimine yönelik antrenman programlarının planlanması açısından önemlidir.

Bu doğrultuda çalışmanın amacı, 7–9 yaş grubundaki judoculararda rutin judo antrenmanlarına ek olarak sekiz hafta boyunca haftada iki gün uygulanan pliometrik antrenman programının sıçrama, sürat ve yön değiştirme performansı üzerindeki etkilerini incelemektir.

2. YÖNTEM

2.1. Araştırma Deseni

Bu araştırma, pliometrik antrenman programının 7–9 yaş grubu judoculararda sıçrama, sürat ve yön değiştirme performansı üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla ön test-son test kontrol gruplu deneysel araştırma deseninde planlanmıştır. Araştırmada deney grubuna rutin judo antrenmanlarına ek olarak sekiz hafta boyunca haftada iki gün pliometrik antrenman programı uygulanırken, kontrol grubu rutin judo antrenmanlarına devam etmiştir. Her iki grubun sıçrama, sürat ve yön değiştirme performansları müdahale öncesinde ve sonrasında değerlendirilmiştir. Elde edilen ölçümler karşılaştırılarak pliometrik antrenman programının incelenen performans değişkenleri üzerindeki etkisi araştırılmıştır.

2.2. Katılımcılar

Örneklem sayısını belirlemek için <http://biostatapps.inonu.edu.tr/WSSPAS/> programı kullanılarak güç analizi yapılmıştır. Çalışmanın gücü (1- β) 0.8 olarak ifade edilmiştir. Özbar ve ark. (2014)'nın pliometrik antrenmanın bacak gücü, sıçrama ve sürat performansına etkisini inceledikleri çalışmada, dikey sıçrama test sonuçlarının egzersiz grubu (n = 9): 46.8 ± 2.2 , kontrol grubu (n = 9): 37.9 ± 3.9 değerlerinden yola çıkarak $\alpha=0.05$ düzeyinde %95 güç elde etmek için yapılan hesaplamada etki büyüklüğü (d) 2.81 bulunmuştur. Buna göre gruplarda en az 4'er kişi olması gerektiği saptanmıştır. Araştırmamız uygulama tabanlı ve gönüllülük esasına dayalı olup, katılımcıların araştırmanın herhangi bir aşamasında çalışmadan çıkabilecekleri de düşünüldüğünden, güvenilirliği artırmak amacıyla grupların 10 ar kişiden oluşmasına karar verilmiştir.

2.3. Veri Toplama Araçları ve Ölçüm Protokolleri

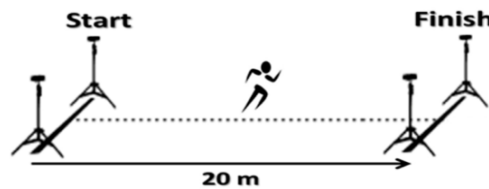
Araştırmada, katılımcıların boy uzunluğu, vücut ağırlığı, beden kitle indeksi (BKİ), oturma yüksekliği ve kulaç uzunluğundan oluşan antropometrik özellikleri ile sıçrama, sürat, yön değiştirme ve üst vücut güç performanslarını değerlendirmeye yönelik ölçümler gerçekleştirilmiştir.

Sağlık Topu Fırlatma Test Protokolü: Sağlık topu fırlatma (STF) testi, üst vücut gücünü değerlendirmek amacıyla kullanıldı. Test sırasında sporcu, kalçası, sırtı ve başı dik pozisyonda, bacakları öne doğru uzatılmış şekilde oturdu. Bir kilogramlık sağlık topunu mümkün olduğunca ileriye ve yatay doğrultuda fırlatmak için topu iki eliyle başının üzerinden ileriye doğru attı. Topun çıkış noktası ile yere ilk temas ettiği nokta arasındaki mesafe santimetre (cm) cinsinden ölçüldü. Test iki kez tekrarlandı ve analizlerde en iyi derece kullanıldı (Ayan ve Mülazimoğlu, 2009).



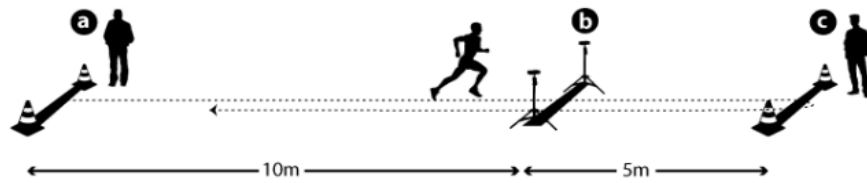
Şekil 1. Sağlık Topu Fırlatma Testi

20m Sprint Testi Protokolü: 20 m doğrusal sürat performansı, elektronik fotosel sistemi kullanılarak değerlendirildi. Sporculardan, gövde hareketini algılayacak şekilde yerden 0,75 m yüksekliğe yerleştirilen başlangıç fotoselinin 0,3 m gerisine çizilen çizgiye bir ayakları basacak biçimde yüksek çıkış pozisyonunda beklemeleri ve kendilerini hazır hissettiklerinde çıkış yapmaları istendi (Bogdanis vd., 2019). Sporcuların, 20 m mesafedeki bitiş fotoseline ulaşmadan hızlarını azaltmalarını önlemek amacıyla bitiş çizgisinin 5 m ilerisine bir hedef yerleştirildi. Test iki kez uygulandı ve analizlerde en iyi derece kaydedildi. Denemeler arasında 2 dakika dinlenme süresi verildi.



Şekil 2. 20 m Sürat Testi

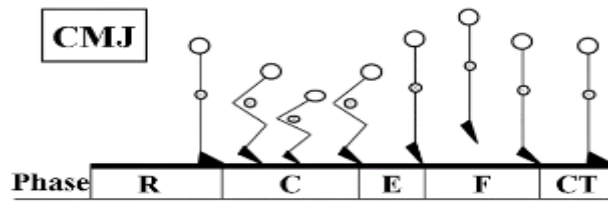
505 Çeviklik Test Protokolü (Yön değiştirme-Coordination of Direction-COD): Yön değiştirme performansı, Van Gelder ve Bartz (2011) tarafından açıklanan test protokolü doğrultusunda değerlendirildi. Test, 10 metrelik hızlanma koşusunun ardından 5 metrelik mesafenin gidiş-dönüş şeklinde kat edilmesini içerdi. A noktasından 10 m uzaklıkta bulunan B noktasındaki 5 m çizgisine, başlangıç ve bitiş işlevi görecektir şekilde fotosel sistemi yerleştirildi. Sporcuların B noktasından C noktasına kadar olan 5 m'lik mesafeyi gidip tekrar B noktasına dönmeleri sırasında geçen süre saniye cinsinden kaydedildi. Test öncesinde sporculara uygulama protokolü hakkında bilgi verildi ve düşük tempoda deneme yapmalarına izin verildi. Ayrıca sporcular, teste başlamadan önce 5 dakika boyunca ısınma egzersizleri yaptı. Test iki kez uygulandı ve analizlerde en iyi derece kullanıldı. Denemeler arasında 2 dakika dinlenme süresi verildi.



Şekil 3. 505 Çeviklik Testi (Topendsports, 2024)

Dikey Sıçrama Testleri: Sporculardan, sıçrama testleri sırasında maksimum eforla sıçramaları istendi. Tek ve çift bacakla gerçekleştirilen countermovement jump (CMJ), drop jump (DJ) ve squat jump (SJ) testlerinde katılımcılara ellerini bel pozisyonunda tutmaları, ayak bilekleri ve dizleri tamamen uzatarak sıçramaları ve başlangıç noktasına dengeli bir şekilde inmeleri talimatı verildi. Sporcular tüm sıçrama testlerini tatami üzerinde ve çıplak ayakla gerçekleştirdi (Bogdanis vd., 2019). Sıçrama yüksekliği, elektronik sıçrama platformu (Smart Speed, Fusion Sport, Queensland, Avustralya) kullanılarak belirlendi (Glatthorn vd., 2011).

Countermovement Jump (CMJ) Test Protokolü: CMJ testinde sporculardan dizlerini yaklaşık 90° bükülme açısına ulaşıncaya kadar çömelmeleri ve beklemeden, mümkün olan en yüksek noktaya sıçramaları istendi. Test öncelikle çift bacakla uygulandı; ardından sağ ve sol bacak için ayrı ayrı tekrarlandı (Bogdanis vd., 2019).

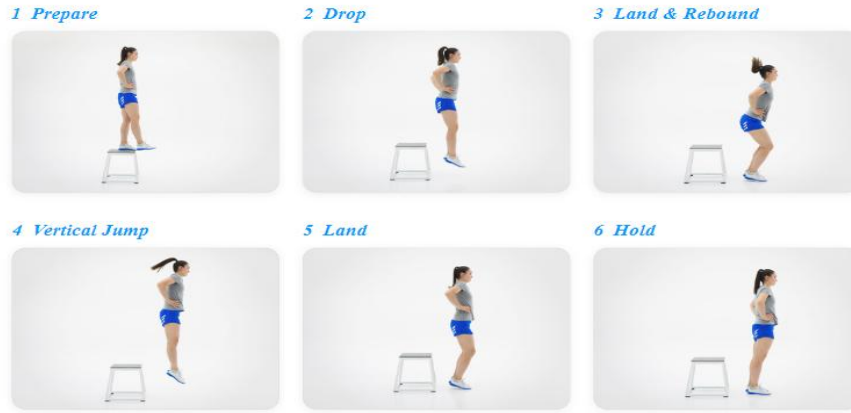


Şekil 4. CMJ Test (Annino vd., 2016)

Drop jump (DJ) Test Protokolü: Sporcular, tatami üzerinde bulunan 20 cm yüksekliğindeki bir kutudan aşağıya doğru adım atarak yere temas etti ve ardından yerle temas süresini mümkün olduğunca kısa tutarak maksimum dikey sıçrama gerçekleştirdi (Flanagan ve Comyns, 2008). Reaktif güç indeksi (RGİ), sıçrama yüksekliğinin yerle temas süresine oranlanmasıyla aşağıdaki formül kullanılarak hesaplandı:

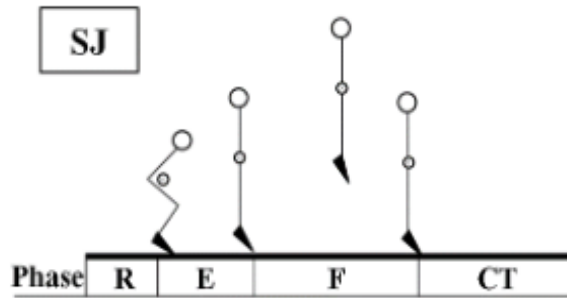
$$RGİ = \frac{\text{Sıçrama yüksekliği (m)}}{\text{Yerle temas süresi (s)}}$$

RGİ, m/s cinsinden ifade edildi ve sporcuların gerilme-kısalma döngüsünü kullanarak kısa sürede kuvvet üretme kapasitelerinin değerlendirilmesinde kullanıldı (Bogdanis vd., 2019).



Şekil 5. Drop Jump Test (Moticon, 2024)

Squat jump (SJ) Test Protokolü: Sporculara, sabit bir 90 derece çömelme pozisyonundan (manuel bir gonyometre ile belirlenen 90° diz fleksiyonu) başlayarak herhangi bir karşı hareket olmadan mümkün olduğu kadar yükseğe sıçramaları talimatı verildi (Bogdanis vd., 2019).



Şekil 6. SJ Test (Annino vd., 2016)

2.4. Pliometrik Antrenman Programı

Pliometrik antrenman grubundaki (PG) sporculara sekiz hafta boyunca haftada iki gün pliometrik antrenman programı uygulandı. Program kapsamında sporcular, devre antrenmanı formatında düzenlenen altı egzersizden oluşan iki turu tamamladı. Egzersizler arasında 30 saniye, turlar arasında ise 5 dakika dinlenme süresi verildi (Bogdanis vd., 2019).

Tablo 1. 8 haftalık pliometrik antrenman programı

1- 4. Haftalarda Uygulanan Pliometrik Antrenman Programı		
Egzersiz Numarası	Egzersiz	Uygulama açıklaması ve tekrar sayısı
1	Yuvarlanarak squat sıçrama ve dikey sağlık topu fırlatma	Sporcu, elinde 1 kg'lık sağlık topu tutarak 10 cm yüksekliğindeki minder üzerinde öne ve geriye doğru yuvarlanarak sıçradı. Yere temas ettiğinde sağlık topunu maksimum kuvvetle yere fırlattı. 10 tekrar uygulandı.
2	Çift bacak ip atlama	Sporcular çift bacakla ip atlama egzersizini 30 tekrar gerçekleştirdi.
3	Jumping lunges (sıçrayarak hamle)	Sporcular sıçrayarak hamle egzersizini her bir bacak için 6 tekrar gerçekleştirdi.
4	Split Stance MB Rotational sağlık topu fırlatma	Sporcular, ayrı duruş pozisyonunda gövdelerini döndürerek sağlık topunu fırlattı. Egzersiz her iki yön için 10'ar tekrar uygulandı.
5	Depth jumps (derinlik sıçraması)	Sporcular 20 cm yüksekliğindeki kutudan yere sıçradı ve ardından diğer 20 cm yüksekliğindeki kutuya sıçradı. 6 tekrar uygulandı.
6	Box jumps (kutu sıçraması)	Sporcular 20 cm yüksekliğindeki kutudan yere indi ve yere temasın ardından hemen dikey sıçrama gerçekleştirdi. 12 tekrar uygulandı.
7	Çift bacak yana sıçrama (lateral sıçrama)	Sporcular çift bacakla yanlara doğru sıçrama egzersizini 20 tekrar gerçekleştirdi.
8	Sağlık topu rotational slams fırlatma	Sporcular sağlık topunu gövde rotasyonunu kullanarak yere doğru fırlattı. Egzersiz sağ ve sol yönlerde 12'er tekrar gerçekleştirildi.
5- 8. Haftalarda Uygulanan Pliometrik Antrenman Programı		
1	Yuvarlanarak squat sıçrama ve dikey sağlık topu fırlatma	Sporcu, elinde 1 kg'lık sağlık topu tutarak 10 cm yüksekliğindeki minder üzerinde öne ve geriye doğru yuvarlanarak sıçradı. Yere temas ettiğinde sağlık topunu maksimum kuvvetle yere fırlattı. 15 tekrar uygulandı.
2	Tek bacak ip atlama	Sporcular egzersizi her bir bacak için 15 tekrar gerçekleştirdi.
3	Jumping lunges (sıçrayarak hamle)	Sporcular sıçrayarak hamle egzersizini her bir bacak için 12 tekrar gerçekleştirdi.
4	MB Rotational Slams sağlık topu fırlatma	Sporcular, gövde rotasyonunu kullanarak sağlık topunu yere doğru kuvvetli bir şekilde fırlattı. Egzersiz her iki yön için 10'ar tekrar uygulandı.
5	Depth jumps (derinlik sıçraması)	Sporcular 20 cm yüksekliğindeki kutudan yere sıçradı ve ardından diğer 20 cm yüksekliğindeki kutuya sıçradı. 8 tekrar uygulandı.
6	Box jumps (kutu sıçraması)	Sporcular 30 cm yüksekliğindeki kutudan yere indi ve yere temasın ardından hemen dikey sıçrama gerçekleştirdi. 12 tekrar uygulandı.
7	Çift bacak yarım squat pozisyonunda lateral line jumps	Sporcular yarım squat pozisyonunda çift bacakla çizgi üzerinden yanlara sıçrama egzersizini 10 tekrar gerçekleştirdi.
8	Duvara dayalı olan judo minderine rotational slams Sağlık topu fırlatma	Sporcular ayrı duruş pozisyonunda gövdelerini döndürerek sağlık topunu duvara dayalı judo minderine fırlattı. Egzersiz sağ ve sol yönlerde 15'er tekrar gerçekleştirildi.

(1-4. Haftalarda toplam: bir antrenman bloğunda 180 Sıçrama – 108 Fırlatma gerçekleşmiştir.)

(5-8. Haftalarda toplam: bir antrenman bloğunda 186 Sıçrama – 130 Fırlatma gerçekleşmiştir.)

2.5. İstatistiksel Analiz

Araştırma kapsamında elde edilen verilerin istatistiksel analizinde IBM SPSS paket programı kullanılmıştır.

Verilerin tanımlayıcı istatistikleri aritmetik ortalama ($\bar{X}$) ve standart sapma (SS) değerleri üzerinden

sunulmuştur. Parametrik testlerin uygulanabilirliğini değerlendirmek amacıyla verilerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro–Wilk testi ile incelenmiştir. Normallik varsayımının sağlandığı belirlenen karşılaştırmalarda parametrik istatistiksel yöntemlerden yararlanılmıştır. Bu doğrultuda, grupların kendi içerisindeki ön test ve son test ölçümleri arasındaki farklılıkların değerlendirilmesinde bağımlı örneklem t-testi, gruplar arasındaki karşılaştırmalarda ise bağımsız örneklem t-testi uygulanmıştır.

İstatistiksel olarak belirlenen farklılıkların büyüklüğünü ve uygulama açısından önemini değerlendirmek amacıyla Cohen'in "d" etki büyüklüğü katsayısı hesaplanmıştır. Elde edilen etki büyüklüğü değerleri, Cohen tarafından önerilen sınıflandırma doğrultusunda yaklaşık olarak 0,20 küçük, 0,50 orta ve 0,80 ve üzeri büyük etki şeklinde yorumlanmıştır. Etki büyüklüklerinin değerlendirilmesinde istatistiksel anlamlılığın yanı sıra bulguların araştırma bağlamındaki pratik önemi de dikkate alınmıştır. Tüm istatistiksel analizlerde anlamlılık düzeyi $\alpha = 0,05$ olarak belirlenmiş ve $p < 0,05$ değerleri istatistiksel açıdan anlamlı kabul edilmiştir.

3. BULGULAR

Pliometrik ve kontrol grubunun antropometrik ölçümlerine ilişkin bilgiler Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2. Pliometrik (n=10) ve kontrol (n=10) grubu ön-son test antropometrik ölçümleri

Testler	Grup	Ön test	Son test	Grup içi p	Gruplar arası p
Yaş	PG	9,4±0,6992	-		,773
	KG	9,3±0,8233	-		
Boy Uzunluğu (cm)	PG	132,150±7,8175	134,1500±8,02790	,000	,988
	KG	132,100±7,3250	134,1000±7,43042	,000	
Vücut Ağırlığı (kg)	PG	32,280±9,9644	34,0100±9,69369	,001	,313
	KG	36,560±8,4769	38,2700±8,62452	,000	
Vki (kg/m ²)	PG	18,090±3,6011	18,3800±3,26115	,239	,119
	KG	20,840±4,1291	21,1200±4,16995	,025	

PG=Pliometrik Grup, KG=Kontrol Grubu

Tablo 2 incelendiğinde; Pliometrik çalışma grubu (PG) ve kontrol grubunun (KG) demografik ve antropometrik özellikleri incelendiğinde, her iki grubun boy uzunluğu ve vücut ağırlığı değerlerinde ön test–son test arasında istatistiksel olarak anlamlı artışlar belirlenmiştir ($p < 0,05$). Vücut kitle indeksi (VKİ) değerlerinde ise yalnızca kontrol grubunda anlamlı artış tespit edilmiştir ($p = 0,025$). Tabloda verilen gruplar arası karşılaştırmalarda hiçbir değişkende istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p > 0,05$).

Pliometrik antrenman programının etkilerini belirlemek amacıyla, pliometrik antrenman grubu (PG) ve kontrol grubunun (KG) ön test ve son test ölçümlerinden elde edilen performans değerleri karşılaştırılmıştır. Grupların

sıçrama, sürat, yön değiştirme ve üst vücut güç performanslarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3. Pliometrik ve kontrol grubu ön-son test performans değerleri

Testler	Grup	Ön test	Son test	Grup içi p	Gruplar arası p
Drop Jump (cm)	PG	16,34 ± 2,26	22,85 ± 2,82	,000	,001
	KG	15,56 ± 1,80	19,03 ± 1,45	,000	
Squat Jump (cm)	PG	16,64 ± 2,05	23,04 ± 2,18	,000	,002
	KG	16,84 ± 1,60	19,65 ± 1,94	,000	
Countermovement Jump (cm)	PG	18,81 ± 1,70	24,45 ± 1,71	,000	,000
	KG	17,54 ± 2,06	20,86 ± 1,85	,000	
Sağlık Topu Fırlatma (cm)	PG	260,20 ± 58,12	297,30 ± 66,17	,001	,102
	KG	231,80 ± 39,84	254,80 ± 41,47	,001	
20 m sprint (sn)	PG	4,451 ± 0,321	4,164 ± 0,313	,000	,012
	KG	4,651 ± 0,172	4,483 ± 0,177	,000	
505 COD (sn)	PG	3,761 ± 0,204	3,284 ± 0,179	,000	,093
	KG	3,626 ± 0,275	3,459 ± 0,256	,013	

PG: Pliometrik Grup (n=10)

KG: Kontrol Grubu (n=10)

Tablo 3 incelendiğinde, pliometrik çalışma grubu (PG) ve kontrol grubunun (KG) performans sonuçları incelendiğinde, her iki grubun Drop Jump, Squat Jump, Countermovement Jump, sağlık topu fırlatma, 20 m sprint ve 505 COD testlerinde ön test-son test arasında istatistiksel olarak anlamlı gelişim gösterdiği belirlenmiştir ($p < 0,05$). Gruplar arası karşılaştırmalarda Drop Jump ($p = 0,001$), Squat Jump ($p = 0,002$), Countermovement Jump ($p < 0,001$) ve 20 m sprint ($p = 0,012$) testlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. Sağlık topu fırlatma ($p = 0,102$) ve 505 COD ($p = 0,093$) testlerinde ise gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p > 0,05$). Genel olarak pliometrik çalışma grubunun performans gelişiminin kontrol grubuna kıyasla daha yüksek olduğu görülmektedir.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu araştırmada, 7–9 yaş grubu judoculara rutin judo antrenmanlarına ek olarak sekiz hafta boyunca haftada iki gün uygulanan pliometrik antrenman programının sıçrama, sürat, yön değiştirme ve üst ekstremitte patlayıcı kuvvet performansı üzerindeki etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda pliometrik antrenman grubu (PG) ve kontrol grubunun (KG) ön test ve son test ölçümleri karşılaştırılmıştır. Araştırma bulguları, her iki grupta da incelenen performans değişkenlerinde gelişmeler meydana geldiğini, ancak pliometrik grubun

sıçrama ve 20 m sprint performansındaki gelişiminin gruplar arası karşılaştırmalarda istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılaştığını göstermiştir. Buna karşılık sağlık topu fırlatma ve 505 yön değiştirme testi sonuçlarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık belirlenmemiştir.

Araştırmanın en belirgin bulgularından biri, pliometrik antrenman grubunda Drop Jump (DJ), Squat Jump (SJ) ve Countermovement Jump (CMJ) performanslarında meydana gelen artışlardır. Kontrol grubunda da aynı testlerde anlamlı gelişmeler görülmekle birlikte, gruplar arası karşılaştırmalarda DJ ($p = 0,001$), SJ ($p = 0,002$) ve CMJ ($p < 0,001$) performansları bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar belirlenmiştir. Bu sonuçlar, uygulanan pliometrik antrenman programının çocuk judoculararda sıçrama performansının geliştirilmesine katkı sağlayabileceğini düşündürmektedir.

Mevcut araştırmanın sıçrama performansına ilişkin bulguları literatürdeki sonuçlarla paralellik göstermektedir. Wu ve arkadaşlarının (2025), çocuklarda pliometrik antrenmanların etkilerini değerlendirdikleri ve 17 çalışma ile toplam 587 katılımcıyı kapsayan sistematik derlemelerinde, pliometrik antrenmanların SJ ve CMJ gibi dikey sıçrama performansı ölçümlerinde gelişim sağlayabildiği bildirilmiştir. Benzer şekilde, Markovic (2007) ile de Villarreal ve arkadaşları (2010), pliometrik antrenmanların sıçrama yüksekliği ve kuvvet performansı üzerindeki etkilerini ortaya koymuştur. Özbar ve arkadaşları (2014) da sekiz haftalık pliometrik antrenmanın kadın futbolcularda bacak gücü, sıçrama ve sprint performansı ile ilişkili olumlu değişimler sağlayabildiğini bildirmiştir. Farklı yaş grupları ve spor dallarında elde edilen bu sonuçlar, mevcut çalışmada çocuk judoculararda gözlenen sıçrama performansı gelişimini desteklemektedir.

Araştırmanın bir diğer önemli bulgusu, 20 m sprint performansına ilişkindir. Her iki grupta da ön test ve son test arasında istatistiksel olarak anlamlı gelişme belirlenmiş; gruplar arası karşılaştırmada ise anlamlı farklılık bulunmuştur ($p = 0,012$). Sprint süresindeki azalmanın daha iyi performansı ifade ettiği dikkate alındığında, bulgular pliometrik antrenman programının doğrusal sürat performansının geliştirilmesine katkı sağlayabileceğini göstermektedir.

Meylan ve Malatesta (2009), sekiz haftalık pliometrik antrenmanın genç futbolcuların 10 m sprint performansında gelişim sağladığını bildirmiştir. Ayrıca 9–12 yaş grubu erkek çocuklarda gerçekleştirilen araştırmalarda, pliometrik antrenmanların sprint performansının bazı bileşenlerini ve koşu mekaniğini olumlu yönde etkileyebildiği belirtilmiştir. Wu ve arkadaşlarının (2025) sistematik derlemesinde de çocuklarda pliometrik antrenmanların sprint performansı üzerinde olumlu etkiler oluşturabildiği raporlanmıştır. Bu bulgular, mevcut çalışmada 20 m sprint süresinde gözlenen azalmayla genel olarak uyumludur.

Bununla birlikte pliometrik antrenmanların sprint performansı üzerindeki etkileri bütün araştırmalarda aynı düzeyde görülmemektedir. Ramírez-Campillo ve arkadaşları (2014), genç futbolcularda uygulanan yedi haftalık pliometrik antrenman sonrasında bazı patlayıcı performans değişkenlerinde gelişim belirlemelerine rağmen 20 m sprint performansında istatistiksel olarak anlamlı bir değişim saptamamıştır. Araştırmalar arasındaki farklılıkların; katılımcıların yaş ve antrenman düzeyleri, uygulanan egzersizlerin yönü ve türü, antrenman hacmi ve sprint testlerinin özellikleriyle ilişkili olabileceği düşünülmektedir.

Yön değiştirme performansı değerlendirildiğinde gruplar arası karşılaştırmada istatistiksel olarak anlamlı farklılık belirlenmemiştir ($p = 0,093$). Her iki grupta yön değiştirme performansı gelişmiş olsa da mevcut bulgular, pliometrik antrenmanın bu performans değişkeninde kontrol grubuna kıyasla anlamlı bir üstünlük sağladığını göstermemektedir.

Asadi ve arkadaşları (2016), pliometrik antrenmanın yön değiştirme performansı üzerindeki etkilerini değerlendirdikleri meta-analizlerinde, bu antrenman yönteminin yön değiştirme becerisinin geliştirilmesinde etkili olabileceğini bildirmiştir. Meylan ve Malatesta (2009) ile Ramírez-Campillo ve arkadaşlarının (2014) araştırmalarında da pliometrik antrenman sonrasında çeviklik veya yön değiştirme performansında gelişmeler raporlanmıştır. Bu çalışmalar mevcut araştırmada PG'nin 505 testindeki grup içi gelişimiyle örtüşmektedir. Bununla birlikte mevcut araştırmada kontrol grubunda da anlamlı gelişme görülmesi ve gruplar arası farkın istatistiksel anlamlılığa ulaşmaması, yön değiştirme performansının yalnızca pliometrik antrenmanla açıklanamayacağını göstermektedir.

Üst ekstremité patlayıcı kuvvetinin göstergesi olarak kullanılan sağlık topu fırlatma performansı incelendiğinde, her iki grupta grup içi değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p = 0,001$). Ancak gruplar arası karşılaştırmada anlamlı bir farklılık belirlenmemiştir ($p = 0,102$). Bu sonuçlar, sağlık topu fırlatma performansının her iki grupta da geliştiğini, ancak uygulanan pliometrik antrenman programının kontrol grubuna kıyasla istatistiksel olarak anlamlı bir ek katkı sağladığının gösterilemediğini ortaya koymaktadır.

Sağlık topu fırlatma performansındaki gelişim, üst ekstremité ve gövde kaslarının kuvvet üretme kapasitesindeki değişimlerle ilişkili olabilir. Bununla birlikte araştırmada her iki grupta da gelişim görülmesi, rutin judo antrenmanlarının, tekrarlanan test uygulamalarının veya çocukların genel gelişim süreçlerinin de sonuçlara katkıda bulunmuş olabileceğini düşündürmektedir.

Antropometrik ölçümler değerlendirildiğinde, her iki grupta da boy uzunluğu ve vücut ağırlığında ön testten son teste istatistiksel olarak anlamlı artışlar belirlenmiştir ($p < 0,05$). Vücut kitle indeksi (VKİ) bakımından yalnızca kontrol grubunda anlamlı bir artış görülürken ($p = 0,025$), pliometrik gruptaki değişim anlamlı bulunmamıştır (p

= 0,239). Gruplar arası karşılaştırmalarda boy uzunluğu, vücut ağırlığı ve VKİ açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır. Bu bulgular, çocukların büyüme ve gelişme süreçlerinin araştırma süresindeki antropometrik değişimlerde rol oynayabileceğini düşündürmektedir.

Sonuç olarak, rutin judo antrenmanlarına ek olarak sekiz hafta boyunca haftada iki gün uygulanan pliometrik antrenman programı, 7-9 yaş grubu judocuları özellikle Drop Jump, Squat Jump, Countermovement Jump ve 20 m sprint performanslarında kontrol grubuna kıyasla istatistiksel olarak anlamlı farklılıklarla ilişkili bulunmuştur. Her iki grupta da sağlık topu fırlatma ve 505 yön değiştirme performanslarında grup içi gelişmeler görülmesine rağmen bu değişkenlerde gruplar arası karşılaştırmalar istatistiksel olarak anlamlı değildir. Dolayısıyla bulgular, pliometrik antrenmanların çocuk judocuları sıçrama ve doğrusal sürat performansının geliştirilmesinde kullanılabilecek bir yöntem olduğunu desteklemekte; üst ekstremitte patlayıcı kuvveti ve yön değiştirme performansı üzerindeki ek etkilerinin ise daha ileri araştırmalarla incelenmesi gerektiğini göstermektedir.

Gelecekte yapılacak çalışmalarda daha geniş örneklem gruplarının kullanılması, katılımcıların biyolojik olgunlaşma düzeylerinin dikkate alınması ve antrenman dışı fiziksel aktivite ile ek antrenman yüklerinin kontrol edilmesi önerilmektedir. Farklı süre, sıklık ve hacimlerde uygulanan pliometrik antrenman programlarının karşılaştırılması, çocuk judocuları en uygun antrenman içeriğinin belirlenmesine katkı sağlayabilir. Ayrıca alt ve üst ekstremiteye yönelik egzersizlerin ayrı ayrı değerlendirilmesi, branşa özgü performans kazanımlarının daha iyi anlaşılmasını sağlayabilir.

KAYNAKLAR

- Annino, G., Federici, L., Gabrieli, M., Ranavolo, A., Silvaggi, N., & Bonaiuto, V. (2016). A new contact mat wireless system for estimating vertical jump height. *Procedia Engineering*, 147, 770–775.
- Asadi, A., Arazi, H., Young, W. B., & Sáez de Villarreal, E. (2016). The effects of plyometric training on change-of-direction ability: A meta-analysis. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(5), 563–573. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2015-0694>
- Ayan, V., & Mülazimoğlu, O. (2009). Sporda yetenek seçimi ve spora yönlendirmede 8–10 yaş grubu erkek çocuklarının fiziksel özelliklerinin ve bazı performans profillerinin incelenmesi (Ankara örneği). *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Tıp Dergisi*, 23(3), 113–118.
- Bogdanis, G. C., Donti, O., Papia, A., Donti, A., Apostolidis, N., & Sands, W. A. (2019). Effect of plyometric training on jumping, sprinting and change of direction speed in child female athletes. *Sports*, 7(5), Article 116.
- Cumming, S. P., Lloyd, R. S., Oliver, J. L., Eisenmann, J. C., & Malina, R. M. (2017). Bio-banding in sport: Applications to competition, talent identification, and strength and conditioning of youth athletes. *Strength & Conditioning Journal*, 39(2), 34–47.
- de Villarreal, E. S. S., Requena, B., & Newton, R. U. (2010). Does plyometric training improve strength performance? A meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13, 513–522.
- Degoutte, F., Jouanel, P., & Filaire, E. (2003). Energy demands during a judo match and recovery. *British Journal of Sports Medicine*, 37(3), 245–249.
- Flanagan, E. P., & Comyns, T. M. (2008). The use of contact time and the reactive strength index to optimize fast stretch-shortening cycle training. *Strength and Conditioning Journal*, 30, 32–38.
- Glatthorn, J. F., Gouge, S., Nussbaumer, S., Stauffacher, S., Impellizzeri, F. M., & Maffiuletti, N. A. (2011). Validity and reliability of Optojump photoelectric cells for estimating vertical jump height. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(2), 556–560.
- Kurniawan, C., Setijono, H., Hidayah, T., Hadi, H., & Sugiharto, S. (2021). The effect plyometric training with active-passive recovery for 8 weeks on performance physical abilities male judo athletes. *Pedagogy of Physical Culture and Sports*, 25(6), 361–366.
- Lloyd, R. S., Oliver, J. L., Eisenmann, J. C., & Malina, R. M. (2017). Bio-banding in sport: Applications to competition, talent identification, and strength and conditioning of youth athletes. *Strength & Conditioning Journal*, 39(2), 34–47.

- Lloyd, R. S., Radnor, J. M., De Ste Croix, M. B. A., Cronin, J. B., & Oliver, J. L. (2016). Changes in sprint and jump performances after traditional, plyometric, and combined resistance training in male youth pre- and post-peak height velocity. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30, 1239–1247.
- Markovic, G. (2007). Does plyometric training improve vertical jump height? A meta-analytical review. *British Journal of Sports Medicine*, 41(6), 349–355. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2007.035113>
- Meylan, C., & Malatesta, D. (2009). Effects of in-season plyometric training within soccer practice on explosive actions of young players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(9), 2605–2613. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b1f330>
- Moticon. (2024). The drop jump test: Relevance, application and tips for athletic training. <https://moticon.com/the-drop-jump-test-relevance-application-and-tips-for-athletic-training>
- Özbar, N., Ateş, S., & Agopyan, A. (2014). The effect of 8-week plyometric training on leg power, jump and sprint performance in female soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(10), 2888–2894. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000541>
- Ramírez-Campillo, R., Andrade, D. C., Álvarez, C., Henríquez-Olguín, C., Martínez, C., Báez-Sanmartín, E., Silva-Urra, J., Burgos, C., & Izquierdo, M. (2014). The effects of intersset rest on adaptation to 7 weeks of explosive training in young soccer players. *Journal of Sports Science & Medicine*, 13(2), 287–296.
- Topend Sports. (2024). 505 agility test. <https://www.topendsports.com/testing/tests/505.htm>
- Van Gelder, L. H., & Bartz, S. D. (2011). The effect of acute stretching on agility performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(11), 3014–3021.
- Wu, H., Li, S., Lai, J., Bian, W., Ramírez-Campillo, R., Sáez de Villarreal, E., & Zhao, Q. (2025). Children's sprint and jump performance after plyometric-jump training: A systematic review. *Journal of Sports Science and Medicine*, 24(1), 52–74. <https://doi.org/10.52082/jssm.2025.52>

ELİT SPORCULARDA KİLO DÜŞME UYGULAMALARI İLE ZİHİNSEL DAYANIKLILIK ARASINDAKİ İLİŞKİ

Dilem BAĞÇUVAN¹/Prof. Dr. Şengül DEMİRAL²/Arş. Gör. Dr. Meltem NAZIROĞLU³

¹Trakya Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı,
dilembagcuvan@trakya.edu.tr, ORCID 0009-0001-3753-8889

²Trakya Üniversitesi, Kırkpınar Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi Bölümü,
senguldemiral@trakya.edu.tr, ORCID 0000-0001-9771-6846

³Trakya Üniversitesi, Kırkpınar Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi Bölümü,
meltemnaziroglu62@trakya.edu.tr, ORCID 0000-0002-4193-3312

Özet

Bu araştırmanın amacı, sıklet sporlarında mücadele eden elit sporcuların hızlı kilo düşme (HKD) uygulamaları ile zihinsel dayanıklılık düzeyleri arasındaki ilişkiyi incelemektir. İlişkisel tarama modelindeki araştırmaya, son iki yıl içerisinde milli düzeyde yarışmalara katılmış ve en az bir kez kilo düşme stratejilerini uygulamış 206 sporcu dahil edilmiştir. Katılımcıların %51,0'i kadın, %49,0'u erkek olup %80,1'i judo branşında faaliyet göstermektedir. Veriler; sporcuların sosyodemografik ve kilo düşme öyküleri, 15 maddelik HKD yöntemleri formu, 17 maddelik belirti formu ve Sporda Zihinsel Dayanıklılık Envanteri (SZDE) aracılığıyla toplanmıştır. İlişkilerin incelenmesinde Spearman sıra korelasyon katsayısı ve çoklu karşılaştırma düzeltilmesi için Benjamini-Hochberg (BH-FDR) yöntemi kullanılmıştır. Araştırma bulgularına göre sporcuların en sık kullandığı yöntemler egzersiz süresini artırma, yiyecek tüketimini azaltma ve yağmurlukla koşma olarak belirlenmiştir. Kilo düşme konusunda en sık bilgi kaynağı antrenörler olmuştur. HKD yöntemlerinin genel kullanım sıklığı ile SZDE toplam puanı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edilmemiştir ($p = 0,065$). Buna karşılık, kilo düşme sürecinde deneyimlenen belirti yükü ortalaması ile SZDE Kontrol alt boyutu arasında negatif yönlü ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmıştır ($p < 0,001$; $q = 0,008$). Yöntem maddeleri düzeyindeki analizlerde ise "hiçbir şey içmeme" sıklığı ile Devamlılık alt boyutu arasında çoklu karşılaştırma düzeltilmesinden sonra da anlamlılığını koruyan negatif yönlü bir ilişki bulunmuştur ($p = 0,001$; $q = 0,017$). Sonuç olarak; genel yöntem kullanım sıklığı zihinsel dayanıklılıkla doğrudan ilişkili bulunmasa da kilo düşme sürecinde artan belirti yükü ve sıvı kısıtlaması, sporcuların kontrol ve devamlılık algılarını olumsuz etkileyebilmektedir. Bu doğrultuda sporcularda kilo yönetiminin antrenör eğitimi ve spor diyetisyenleri iş birliğiyle yürütülmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Hızlı kilo düşme, zihinsel dayanıklılık, elit sporcular, kilo yönetimi, psikolojik belirtiler.

THE RELATIONSHIP BETWEEN WEIGHT-CUTTING PRACTICES AND MENTAL TOUGHNESS IN ELITE ATHLETES

Abstract

The purpose of this study was to examine the relationship between rapid weight loss (RWL) practices and mental toughness levels in elite weight-class athletes. Using a correlational survey design, the study included 206 athletes who had competed at the national level within the last two years and had implemented RWL strategies at least once. Of the participants, 51.0% were female, 49.0% were male, and 80.1% competed in judo. Data were collected via a sociodemographic and weight-cutting history form, a 15-item RWL methods form, a 17-item symptom form, and the Sports Mental Toughness Questionnaire (SMTQ). Relationships were evaluated using Spearman's rank correlation coefficient and the Benjamini-Hochberg (BH-FDR) correction for multiple comparisons. The most frequently used RWL methods were increasing exercise duration, restricting food intake, and running with sweat suits. Coaches were identified as the primary source of information regarding weight cutting. No statistically significant relationship was observed between the overall frequency of RWL method use and the total SMTQ score ($p = 0.065$). In contrast, a statistically significant negative correlation was found between the average symptom burden experienced during weight loss and the SMTQ Control subscale ($p < 0.001$, $q = 0.008$). Item-level analyses further revealed a negative correlation between the frequency of complete fluid avoidance ("drinking nothing") and the Constancy subscale, which remained significant after false discovery rate correction ($p = 0.001$, $q = 0.017$). In conclusion, although the overall frequency of method use was not directly associated with global mental toughness, heightened symptom burden and severe fluid restriction may negatively compromise athletes' perceptions of control and constancy. Consequently, weight management in athletes should be planned and conducted through coach education programs in collaboration with registered sports dietitians.

Keywords: Rapid weight loss, mental toughness, elite athletes, weight management, psychological symptoms.

1. GİRİŞ

Judo, tekvando, güreş ve boks gibi sıklet sporlarında sporcuların eşit şartlarda yarışabilmesi amacıyla ağırlık kategorileri belirlenmektedir (Samar, Altın ve Seveli, 2025; Zengin, 2003). Sporcular, tartım öncesinde hedefledikleri sıklete ulaşmak veya performans avantajı elde etmek amacıyla hızlı kilo düşme yöntemlerine başvurabilmektedir (Yarar ve ark., 2017). Tartım ile müsabaka arasındaki sürenin değişkenlik göstermesi, sporcuların tercih ettikleri yöntemleri etkilerken sıvı ve besin alımının kısıtlanması, aşırı egzersiz ve diğer hızlı kilo verme uygulamaları fiziksel sağlık ve sportif performans açısından risk oluşturmaktadır (Artioli ve ark., 2010; Barley, Chapman ve Abbiss, 2022). Özellikle sıvı kaybına bağlı dolaşım hacminin azalması; fiziksel kapasitenin düşmesine, yorgunluğun artmasına ve bağışıklık sisteminin olumsuz etkilenmesine neden olabilmektedir (Casa ve Armstrong, 2000; Ranisavljev ve ark., 2022).

Hızlı kilo düşme süreci, fiziksel etkilerinin yanı sıra hedeflenen ağırlığa ulaşma zorunluluğu, performans beklentileri ve rakiplerle rekabet nedeniyle psikolojik baskıyı da artırabilmektedir. Bu süreçte yaşanan stres ve kaygı, sporcuların motivasyonlarını ve müsabaka performanslarını olumsuz etkileyebilir. Bu nedenle zihinsel dayanıklılık, sporcuların stresle başa çıkabilmeleri, dikkatlerini sürdürebilmeleri, duygularını kontrol edebilmeleri ve zorluklar karşısında hedeflerine bağlı kalabilmeleri açısından önemli bir özelliktir (Sarı, Sağ ve Demir, 2020). Zihinsel dayanıklılığı yüksek sporcuların özgüven, azim, kararlılık ve öz yeterlilik gibi özellikleri sayesinde stresli durumlara daha etkili uyum sağlayabildikleri belirtilmektedir (Gupta ve McCarthy, 2022; Kayhan ve ark., 2018).

Mevcut literatürde hızlı kilo düşme yöntemlerinin fizyolojik etkileri ve sportif performans üzerindeki sonuçları ele alınmasına rağmen bu süreçte yaşanan psikolojik stres ile zihinsel dayanıklılık arasındaki ilişkinin yeterince incelenmediği görülmektedir. Bu doğrultuda, kilo düşme uygulamalarının sporcuların psikolojik süreçleriyle birlikte değerlendirilmesi, sağlıklı kilo yönetimi ve performansın sürdürülebilirliği açısından önem taşımaktadır. Bu araştırmanın amacı, farklı branşlardaki sporcuların uyguladıkları hızlı kilo düşme yöntemlerinin kullanım düzeyi ve sıklığı ile zihinsel dayanıklılıkları arasındaki ilişkiyi incelemektir. Ayrıca bu ilişkinin cinsiyet, yaş ve spor branşı gibi değişkenlere göre farklılaşıp farklılaşmadığının belirlenmesi amaçlanmaktadır.

2. YÖNTEM

2.1. Araştırma Modeli

Bu çalışmada nicel araştırma yöntemleri kullanılmıştır. Araştırmada ilişkisel tarama modeli kullanılmıştır. Tarama modeli; araştırmaya konu olan durumu olduğu gibi betimlemeyi amaçlayan ve değişkenleri etkileme veya değiştirme amacı taşımayan araştırma modelidir. İlişkisel tarama modeli ise; iki veya daha fazla sayıdaki

değişkenin birlikte incelendiği ve değişkenler arasındaki değişimin farklılığını veya derecesini belirleyerek değişimin nasıl olduğunun belirlenmesi amacıyla kullanılan modeldir (Dildirim, 2021).

2.2. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi

Araştırmanın evrenini, Edirne, Kırklareli, Tekirdağ Gençlik ve Spor İl Müdürlükleri ile özel spor kulüplerine bağlı olarak sporculuğuna devam eden elit düzeyde yarışmalara katılmış, kilo sınıfı sporlarında aktif olarak faaliyet gösteren 18 yaş ve üzeri sporcular oluşturmaktadır. Araştırmanın örneklemini ise Edirne Gençlik ve Spor İl Müdürlüğü, Kırklareli Gençlik ve Spor İl Müdürlüğü, Tekirdağ Gençlik ve Spor İl Müdürlükleri ile özel spor kulüplerinde sporculuğuna devam eden, 18 yaş ve üzeri, son 2 yıl içerisinde milli düzeyde yarışmalara katılmış ve hızlı kilo düşme stratejilerini en az bir kere uygulamış 206 sporcu oluşturmaktadır.

2.3. Veri Toplama Araçları

Araştırma kapsamında oluşturulan veri setinde katılımcıların sosyodemografik ve sportif özelliklerine, kilo düşme geçmişlerine, hızlı kilo düşme yöntemlerini kullanma sıklıklarına, bu süreçte deneyimledikleri belirtilere ve Sporda Zihinsel Dayanıklılık Envanteri (SZDE) yanıtlarına yer verilmiştir.

Hızlı kilo düşme uygulamalarını değerlendirmek amacıyla kullanılan formda bulunan 15 yöntem maddesi, 1 (hiçbir zaman) ile 5 (her zaman) arasında puanlanmıştır. Formun puanlama yapısının standart Türkçe hızlı kilo düşme anketiyle birebir örtüşmemesi nedeniyle geçerli bir ölçek toplam puanı oluşturulmamıştır. Bunun yerine, her bir yöntem bağımsız olarak değerlendirilmiş; regresyon ve ilişki analizlerinde betimleyici bir gösterge elde etmek amacıyla 15 maddenin aritmetik ortalaması hesaplanmıştır. Bu değer, çalışmaya özgü yöntem kullanım sıklığı ortalaması olarak tanımlanmış ve valide edilmiş bir ölçek puanı olarak değerlendirilmemiştir.

Kilo düşme sürecinde yaşanan belirtiler, 1 (hiçbir zaman) ile 5 (her zaman) arasında puanlanan 17 madde aracılığıyla incelenmiştir. Belirtilere ilişkin değerlendirmelerde öncelikle madde düzeyindeki bulgular ele alınmış, ayrıca genel eğilimi özetlemek amacıyla 17 maddenin aritmetik ortalaması hesaplanarak belirti yükü ortalaması oluşturulmuştur.

Zihinsel dayanıklılığın değerlendirilmesinde 14 maddeden oluşan Sporda Zihinsel Dayanıklılık Envanteri kullanılmıştır. Analiz öncesinde 2., 4., 7., 8., 9. ve 10. maddeler ters kodlanmıştır. Ardından Güven (6 madde; 6–24 puan), Devamlılık (4 madde; 4–16 puan) ve Kontrol (4 madde; 4–16 puan) alt boyutları ile toplam zihinsel dayanıklılık puanı (14–56 puan) hesaplanmıştır. Envanterden alınan yüksek puanlar, daha yüksek zihinsel dayanıklılık düzeyini ifade etmektedir.

2.4. İstatistiksel Analiz

Verilerin temel istatistiksel analizleri IBM SPSS Statistics for Windows, Version 22.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Verilerin istatistiksel analizleri IBM SPSS Statistics 22.0 ve Python programları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sürekli değişkenler ortalama ve standart sapma, medyan ve çeyrekler arası aralık ile minimum ve maksimum değerler; kategorik değişkenler ise sayı ve yüzde olarak sunulmuştur. İstatistiksel analizlerde değişkenlerin ölçüm düzeyleri ve dağılım özellikleri dikkate alınmıştır.

Sporda Zihinsel Dayanıklılık Envanteri'nin toplam ve alt boyut puanlarının iç tutarlılığı Cronbach alfa ve McDonald omega katsayılarıyla değerlendirilmiştir. Cronbach alfa katsayısı için bootstrap yöntemiyle %95 güven aralığı hesaplanmıştır. Hızlı kilo düşme yöntemlerinin kullanım sıklığı ve süreçte yaşanan belirtiler için oluşturulan madde ortalamaları, çalışmaya özgü özet göstergeler olarak ele alınmış; bu değerler geçerliği doğrulanmış ölçek puanları olarak yorumlanmamıştır.

Kilo düşme göstergeleri ile zihinsel dayanıklılık toplam ve alt boyut puanları arasındaki ilişkiler Spearman sıra korelasyon katsayısı (ρ) kullanılarak incelenmiştir. Hızlı kilo düşme yöntemlerinin zihinsel dayanıklılıkla ilişkisini daha ayrıntılı değerlendirmek amacıyla yöntem maddeleri ile envanterin toplam ve alt boyut puanları arasındaki korelasyonlar ayrıca analiz edilmiştir. Çoklu karşılaştırmalardan kaynaklanabilecek yanlış pozitif sonuçları sınırlandırmak amacıyla Benjamini-Hochberg yanlış keşif oranı (BH-FDR) düzeltmesi uygulanmıştır. Düzeltilmiş anlamlılık değerleri q ile gösterilmiştir. Gerekli görülen temel korelasyonlar için bootstrap yöntemiyle %95 güven aralıkları hesaplanmıştır.

İstatistiksel değerlendirmelerde iki yönlü $p < 0,05$ ve çoklu karşılaştırma düzeltmesi uygulanan analizlerde $q < 0,05$ anlamlılık ölçütü olarak kabul edilmiştir. Bulgular, istatistiksel anlamlılığın yanı sıra ilişkinin yönü ve büyüklüğü dikkate alınarak yorumlanmıştır.

3. BULGULAR

Katılımcıların sportif özelliklerine ait bilgiler Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Katılımcıların sürekli tanıtıcı ve sportif özellikleri ($n=206$)

Değişken	Ort $\pm$ SS	Medyan (ÇAA*)	Min-Maks
Yaş (yıl)	20,85 $\pm$ 3,96	20,00 (18,00-22,00)	18,00-47,00
Aktif spor yılı	9,86 $\pm$ 4,17	10,00 (8,00-12,00)	0,12-35,00
Haftalık antrenman sayısı	5,13 $\pm$ 1,29	6,00 (5,00-6,00)	1,00-7,00
Mevcut ağırlık (kg)	71,78 $\pm$ 15,94	70,00 (59,47-80,00)	37,00-130,00
Yarışma ağırlığı (kg)	69,03 $\pm$ 14,78	68,43 (57,00-77,25)	38,50-130,00
BKİ (kg/m ²)**	24,32 $\pm$ 4,01	23,62 (21,38-26,51)	15,40-43,44

*ÇAA: çeyrekler arası aralık; **BKİ: beden kütle indeksi.

Tablo 1'e göre; araştırmaya 206 sporcu dahil edilmiştir. Katılımcıların yaş ortalaması 20,85 $\pm$ 3,96 yıl olup

medyan yaş 20,00 (ÇAA 18,00-22,00) ve aralık 18-47 yıldır. Örneklemin %51,0'i kadın, %49,0'u erkektir; Lise ve Üniversite eğitim gruplarının her biri n=103 (%50,0) katılımcıdan oluşmaktadır. Katılımcıların %80,1'i Judo branşındadır. Spor yapma süresi ortalama 9,86±4,17 yıl, haftalık antrenman sıklığı 5,13±1,29'dur.

Katılımcıların kilo düşme öyküsü ilişkin sürekli değişkenler Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. Kilo düşme öyküsüne ilişkin sürekli değişkenler

Değişken	Ort±SS	Medyan (ÇAA)	Min-Maks
Mevcut-yarışma kilo farkı (kg)	2,75±4,17	2,00 (1,00-4,00)	-10,00-23,00
Mevcut-yarışma kilo farkı (%)	3,54±4,81	3,03 (1,06-5,41)	-11,11-28,75
İlk kilo düşme yaşı	13,83±2,56	14,00 (12,00-15,00)	8,00-31,00
Bir müsabakada en fazla düşülen kilo (kg)	5,18±2,52	5,00 (4,00-6,00)	0,00-16,00
Geçen yıl müsabaka sayısı	6,78±8,98	5,00 (2,00-8,00)	0,00-67,00
Geçen yıl kilo düşme sayısı	3,59±3,40	3,00 (1,00-6,00)	0,00-15,00

Not. Bazı kaynak kayıtlarında mevcut ağırlık yarışma ağırlığından düşük bildirilmiştir; bu değerler doğrulanabilir bir veri giriş hatası bulunmadığı için ana analizde korunmuş ve duyarlılık analizinde ayrıca değerlendirilmiştir.

Tablo 2. incelendiğinde, katılımcıların mevcut ağırlıkları ile yarışma ağırlıkları arasındaki fark ortalama olarak yaklaşık %3,54'tür. İlk kilo düşme yaşı ortalama 13,83±2,56 yıl, bir müsabakada bildirilen en yüksek kilo kaybı 5,18±2,52 kg'dır. Katılımcıların kilo düşmeye ilişkin bilgi kaynakları ve nedenleri Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3. Kilo düşmeye ilişkin bilgi kaynakları ve nedenler

Alan	Seçenek	n	%
Bilgi kaynağı	Antrenör	124	60,2
	Kondisyoner	18	8,7
	Sporcu arkadaşlar	52	25,2
	Anne/baba	24	11,7
	Beslenme uzmanı/diyetisyen	58	28,2
	Doktor	21	10,2
	Yazılı kaynaklar	64	31,1
	Hiç kimse	13	6,3
Kilo düşme nedeni	Mevcut kilonun iki sıklet arasında olması	142	68,9
	Üst sıklette kendini yetersiz görme	67	32,5
	Hız/sürat/dayanıklılık/hareketliliği artırma	59	28,6
	Bulunduğu sıklette güçlü rakip olması	21	10,2
	Alt sıklette rakiplerin daha düşük performanslı olması	39	18,9
	Antrenörün mevcut sıklette yarışmaya izin vermemesi	40	19,4

Not. Birden fazla seçenek işaretlenebildiği için yüzdelerin toplamı %100'ü aşabilir.

Tablo 3' e göre; kilo düşmeye ilişkin en sık bilgi kaynağı antrenördür (%60,2). Bunu yazılı kaynaklar (%31,1), beslenme uzmanı/diyetisyen (%28,2) ve sporcu arkadaşları (%25,2) izlemiştir. Kilo düşmenin en sık bildirilen nedeni mevcut kilonun iki sıklet arasında olmasıdır (%68,9). Üst sıklette kendini yetersiz görme (%32,5) ve hız/sürat/dayanıklılık/hareketliliği artırma amacı (%28,6) sonraki sık nedenlerdir.

Katılımcıların kilo düşme yöntemlerinin kullanım profili Tablo 4.3.1'de sunulmuştur.

Tablo 4. Hızlı kilo düşme yöntemlerinin kullanım sıklığı

Yöntem	Ort±SS	Medyan	En az nadiren n (%)	Sık sık/her zaman n (%)
Egzersiz süresini artırma	3,68±1,11	4,0	197 (95,6)	123 (59,7)
Yiyecek tüketimini azaltma	3,58±1,02	4,0	197 (95,6)	119 (57,8)
Yağmurlukla koşma	3,33±1,26	3,0	183 (88,8)	97 (47,1)
Yağ tüketimini azaltma	3,21±1,23	3,0	181 (87,9)	99 (48,1)
Sıvı tüketimini azaltma	2,63±1,43	2,0	140 (68,0)	67 (32,5)
Saunaya girme	2,53±1,26	3,0	147 (71,4)	47 (22,8)
Uzun süreli rejim	2,48±1,20	2,5	148 (71,8)	43 (20,9)
Protein tüketimini azaltma	2,08±1,16	2,0	122 (59,2)	24 (11,7)
Hiçbir şey yememe	2,07±1,18	2,0	114 (55,3)	31 (15,0)
Hiçbir şey içmeme	1,98±1,15	2,0	105 (51,0)	26 (12,6)
Müşhil kullanma	1,33±0,67	1,0	46 (22,3)	3 (1,5)
Kusarak kilo düşme	1,27±0,78	1,0	29 (14,1)	7 (3,4)
İdrar söktürücü kullanma	1,23±0,66	1,0	27 (13,1)	5 (2,4)
Tükürerek kilo düşme	1,21±0,65	1,0	25 (12,1)	4 (1,9)
Diyet hapi kullanma	1,18±0,62	1,0	20 (9,7)	4 (1,9)

Maddeler 1=Hiçbir zaman ile 5=Her zaman arasında değerlendirilmiştir. Tablo valide bir HKD toplam puanı içermemektedir.

Tablo 4. incelendiğinde hızlı kilo düşme yöntemlerinin en yüksek kullanım sıklığı egzersiz süresini artırma (3,68±1,11), yiyecek tüketimini azaltma (3,58±1,02), yağmurlukla koşma (3,33±1,26) ve yağ tüketimini azaltma (3,21±1,23) yöntemlerinde görülmüştür. “Sık sık/her zaman” kullanım oranı egzersiz süresini artırmada %59,7 ve yiyecek tüketimini azaltmada %57,8'dir. Farmakolojik veya daha agresif yöntemler daha seyrek bildirilmiştir; diyet hapi, tükürme, diüretik, kusma ve müşhil maddelerinin ortalamaları 1,18-1,33 aralığındadır. Katılımcıların zihinsel dayanıklılık ve iç tutarlılık sonuçları Tablo 5'te sunulmuştur.

Tablo 5. SZDE ve çalışma-özel özet göstergelerin tanımlayıcı ve güvenirlik sonuçları

Ölçek/Gösterge	Madde	Ort±SS	Medyan (CAA)	Gözlenen aralık	α	ω	α %95 GA
SZDE toplam	14	38,94±5,08	39,00 (36,00-42,00)	24,00-55,00	0,736	0,738	[0,658; 0,792]
Güven	6	17,48±2,75	18,00 (16,00-19,00)	11,00-24,00	0,681	0,683	[0,596; 0,745]
Devamlılık	4	12,47±1,94	12,00 (11,00-14,00)	7,00-16,00	0,545	0,558	[0,413; 0,644]
Kontrol	4	9,00±2,33	9,00 (8,00-10,00)	4,00-16,00	0,675	0,676	[0,581; 0,745]
Yöntem sıklığı ortalaması*	15	2,25±0,49	2,23 (1,87-2,53)	1,00-3,80	0,738	0,640	[0,681; 0,781]
Belirti yükü ortalaması*	17	2,08±0,65	2,03 (1,59-2,47)	1,00-4,88	0,895	0,894	[0,865; 0,918]

Not. *Yöntem ve belirti ortalamaları valide ölçek puanı değildir; yalnız çalışmada uygulanan maddelerin analitik özetidir. α için %95 GA 5.000 bootstrap örneklemeyle hesaplanmıştır.

SZDE toplam puanı 38,94±5,08 olup gözlenen puanlar 24-55 aralığındadır. Toplam ölçeğin iç tutarlılığı kabul edilebilir düzeydedir ($\alpha=0,736$; $\omega=0,738$). Güven ve Kontrol alt boyutlarında α yaklaşık 0,68; Devamlılık alt boyutunda ise daha düşük iç tutarlılık ($\alpha=0,545$) gözlenmiştir. Bu nedenle Devamlılık alt boyutuna ilişkin sonuçlar daha temkinli yorumlanmıştır. Çalışmaya özgü yöntem kullanım sıklığı ortalamasının α değeri 0,738, belirti yükü ortalamasının α değeri 0,895'tir; bu göstergeler yalnız analitik özet olarak kullanılmıştır.

SZDE'nin toplam ölçeğinde düzeltilmiş madde-toplam korelasyonları 0,233-0,481 arasında değişmiştir. Herhangi bir maddenin çıkarılması toplam α değerini 0,736'nın üzerine yükseltmemiştir. Devamlılık alt boyutunda düzeltilmiş madde-toplam korelasyonları 0,253-0,440 aralığında olup hiçbir madde çıkarıldığında alt boyut α değeri mevcut 0,545'in üzerine çıkmamıştır. Bu bulgu, Devamlılık alt boyutundaki düşük iç tutarlılığın tek bir problemlili maddeden kaynaklanmadığını düşündürmektedir. Katılımcıların hızlı kilo göstergeleri ile zihinsel dayanıklılık arasındaki ilişkileri Tablo 6.'da sunulmuştur.

Tablo 6. Kilo düşme göstergeleri ile SZDE toplam ve alt boyut puanları arasındaki Spearman korelasyonları

Değişken	SZDE toplam ρ (q)	Güven ρ (q)	Devamlılık ρ (q)	Kontrol ρ (q)
Yaş	0,110 (q=0,317)	0,168 (q=0,110)	-0,085 (q=0,602)	0,136 (q=0,182)
Spor yılı	0,033 (q=0,697)	0,162 (q=0,110)	-0,083 (q=0,602)	-0,025 (q=0,736)
Haftalık antrenman	-0,044 (q=0,690)	-0,011 (q=0,961)	0,075 (q=0,602)	-0,148 (q=0,182)
BKİ	0,115 (q=0,317)	0,109 (q=0,261)	0,068 (q=0,602)	0,024 (q=0,736)
Kilo farkı (%)	-0,069 (q=0,514)	-0,000 (q=0,995)	-0,045 (q=0,634)	-0,117 (q=0,182)
İlk kilo düşme yaşı	0,082 (q=0,443)	0,110 (q=0,261)	-0,045 (q=0,634)	0,122 (q=0,182)
En fazla düşülen kilo	0,040 (q=0,690)	0,115 (q=0,261)	0,028 (q=0,713)	-0,110 (q=0,182)
Müsabaka sayısı	-0,027 (q=0,697)	-0,078 (q=0,365)	0,050 (q=0,634)	-0,040 (q=0,695)
Kilo düşme sayısı	-0,096 (q=0,378)	-0,081 (q=0,365)	-0,026 (q=0,713)	-0,115 (q=0,182)
Yöntem sıklığı ortalaması	-0,129 (q=0,317)	-0,091 (q=0,358)	-0,102 (q=0,602)	-0,080 (q=0,347)
Belirti yükü ortalaması	-0,134 (q=0,317)	0,047 (q=0,610)	-0,134 (q=0,601)	-0,234 (q=0,008)

Not. q: BH-FDR ile düzeltilmiş p değeri. $q < 0,05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

Çalışmaya özgü yöntem kullanım sıklığı ortalaması ile SZDE toplam puanı arasında negatif yönde zayıf bir ilişki gözlenmiş, ancak ilişki istatistiksel anlamlılık düzeyine ulaşmamıştır ($\rho = -0,129$, %95 GA [-0,267; 0,017], $p = 0,065$). Belirti yükü ortalaması ile Kontrol alt boyutu arasında ise negatif yönde anlamlı ilişki saptanmıştır ($\rho = -0,234$, %95 GA [-0,363; -0,093], $p < 0,001$). Temel kilo düşme göstergeleri ile SZDE toplam puanı arasındaki korelasyonların çoğu küçük büyüklükte kalmış ve BH-FDR düzeltmesi sonrasında anlamlı bulunmamıştır.

Tablo 7. Hızlı kilo düşme yöntemleri ile SZDE toplam ve alt boyut puanları arasındaki madde düzeyi Spearman korelasyonları

Yöntem	Toplam ρ ; q	Güven ρ ; q	Devamlılık ρ ; q	Kontrol ρ ; q
Uzun süreli rejim	0,034; $q=0,780$	0,165; $q=0,232$	0,057; $q=0,623$	-0,116; $q=0,368$
Yiyecek tüketimini azaltma	-0,016; $q=0,864$	0,057; $q=0,567$	-0,042; $q=0,630$	-0,049; $q=0,743$
Yağ tüketimini azaltma	0,052; $q=0,691$	0,034; $q=0,711$	0,136; $q=0,184$	-0,013; $q=0,848$
Protein tüketimini azaltma	-0,195; $q=0,073$	-0,146; $q=0,232$	-0,118; $q=0,193$	-0,130; $q=0,315$
Sıvı tüketimini azaltma	-0,092; $q=0,400$	-0,111; $q=0,277$	-0,072; $q=0,509$	-0,028; $q=0,754$
Hiçbir şey yememe	-0,165; $q=0,088$	-0,132; $q=0,232$	-0,172; $q=0,066$	-0,063; $q=0,743$
Hiçbir şey içmeme	-0,146; $q=0,107$	-0,125; $q=0,232$	-0,226; $q=0,017$	-0,027; $q=0,754$
Egzersiz süresini artırma	0,044; $q=0,721$	0,123; $q=0,232$	0,088; $q=0,389$	-0,137; $q=0,315$
Yağmurlukla koşma	-0,017; $q=0,864$	0,031; $q=0,711$	0,008; $q=0,909$	-0,040; $q=0,743$
Saunaya girme	-0,012; $q=0,864$	0,051; $q=0,587$	-0,018; $q=0,853$	-0,037; $q=0,743$
Tükürerek kilo düşme	-0,059; $q=0,691$	-0,102; $q=0,311$	-0,048; $q=0,623$	0,056; $q=0,743$
Kusarak kilo düşme	-0,178; $q=0,080$	-0,095; $q=0,328$	-0,131; $q=0,184$	-0,187; $q=0,108$
Müşhil kullanma	-0,110; $q=0,287$	-0,023; $q=0,739$	-0,119; $q=0,193$	-0,064; $q=0,743$
Diyet hapi kullanma	-0,052; $q=0,691$	-0,060; $q=0,567$	-0,047; $q=0,623$	0,042; $q=0,743$
İdrar söktürücü kullanma	-0,157; $q=0,091$	-0,085; $q=0,370$	-0,178; $q=0,066$	-0,079; $q=0,743$

Not. Her SZDE sonucu içinde 15 yöntem maddesi için BH-FDR uygulanmıştır. q , BH-FDR ile düzeltilmiş p değerini göstermektedir.

Yöntem maddeleri madde düzeyinde incelendiğinde, “hiçbir şey içmeme” kullanım sıklığı ile Devamlılık alt boyutu arasında negatif yönde ilişki bulundu ($\rho=-0,226$, $p=0,001$, $q=0,017$) ve bu ilişki 15 yöntem maddesi için uygulanan BH-FDR düzeltmesinden sonra da anlamlılığını korudu. SZDE toplam puanıyla protein tüketimini azaltma, kusarak kilo düşme, hiçbir şey yememe ve idrar söktürücü kullanımı arasında ham p düzeyinde negatif ilişkiler gözlenmekle birlikte, bu ilişkiler çoklu karşılaştırma düzeltmesinden sonra $q<0,05$ düzeyine ulaşmadı.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu araştırmada, elit sporcuların hızlı kilo düşme uygulamaları ile zihinsel dayanıklılıkları arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Bulgular, hızlı kilo düşme yöntemlerinin genel kullanım sıklığının zihinsel dayanıklılık toplam puanıyla istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki göstermediğini; buna karşılık kilo düşme sürecinde yaşanan belirtiler ve belirli yöntemlerin zihinsel dayanıklılığın bazı alt boyutlarıyla ilişkili olabileceğini ortaya koymuştur.

Araştırmada sporcuların en sık başvurduğu yöntemler egzersiz süresini artırma ($3,68 \pm 1,11$), yiyecek tüketimini azaltma ($3,58 \pm 1,02$) ve yağmurlukla koşma ($3,33 \pm 1,26$) olarak belirlenmiştir. Ayrıca sporcuların %76,7'sinin son bir yıl içerisinde kilo düşürdüğü ve ilk kilo düşme yaşının ortalama $13,83 \pm 2,56$ yıl olduğu görülmüştür. Bu bulgular, hızlı kilo düşmenin sıklet sporlarında yaygın olduğunu ve bazı sporcuların bu uygulamalara ergenlik döneminde başladığını bildiren Zhong ve arkadaşlarının (2024) sistematik derleme sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. Söz konusu derlemede, kilo düşme amacıyla en sık kullanılan yöntemler arasında egzersiz miktarını artırma ve besin tüketimini kademeli olarak azaltma uygulamaları yer almaktadır. Bununla birlikte, mevcut araştırmada yağmurlukla koşma yönteminin de sık kullanılması, sporcuların yalnızca beslenme ve antrenman düzenlemelerine değil, terleme yoluyla kilo kaybetmeye yönelik uygulamalara da başvurduklarını göstermektedir.

Araştırmada sporcuların kilo düşmeye ilişkin en sık bilgi kaynağının antrenörler (%60,2) olması dikkat çekicidir. Beslenme uzmanı veya diyetisyenden bilgi aldığını belirten sporcuların oranının %28,2'de kalması, kilo yönetimi sürecinde bilimsel beslenme danışmanlığının daha fazla desteklenmesi gerektiğine işaret etmektedir. Zhong ve arkadaşlarının (2024) sistematik derlemesinde de sporcuların hızlı kilo düşme uygulamalarında bilimsel uzmanların etkisinin sınırlı olduğu bildirilmiştir. Bu sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde, antrenörlerin kilo yönetimi konusunda doğru bilgiye erişimini destekleyen eğitimlerin ve spor diyetisyenleriyle iş birliğinin önemli olduğu düşünülmektedir. Ayrıca sporcuların %68,9'unun mevcut ağırlıklarının iki sıklet arasında bulunmasını kilo düşme nedeni olarak belirtmesi, bu uygulamaların yalnızca fiziksel performans hedefleriyle değil, sıklet seçimi ve müsabaka stratejileriyle de ilişkili olduğunu göstermektedir.

Araştırmanın temel bulgularından biri, hızlı kilo düşme yöntemlerinin genel kullanım sıklığı ile zihinsel dayanıklılık toplam puanı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamasıdır ($p=-0,129$; $p=0,065$). Bu sonuç, hızlı kilo düşme yöntemlerini daha sık kullanan sporcuların mutlaka daha düşük veya daha yüksek zihinsel dayanıklılığa sahip olduğu yönünde bir çıkarım yapılmasını desteklememektedir. Bununla birlikte,

yöntem kullanım sıklığı ile zihinsel dayanıklılık arasında anlamlı bir ilişkinin saptanmaması, hızlı kilo düşmenin fiziksel veya psikolojik açıdan olumsuz sonuçlarının bulunmadığı anlamına gelmez. Farklı yöntemlerin fizyolojik ve psikolojik etkileri birbirinden farklı olabileceği gibi, yöntemlerin kullanım sıklığı da uygulamanın süresini, şiddetini veya sporcuda oluşturduğu belirtileri tek başına açıklamayabilir. Nitekim hızlı kilo düşmenin performans üzerindeki etkilerini inceleyen meta-analizde, kilo düşme sonrasında maksimal kuvvet ve tekrarlı yüksek şiddetli efor performansında küçük düzeyde azalmalar bildirilmiştir (Barley ve ark., 2022). Dolayısıyla genel yöntem sıklığı yerine kullanılan yöntemin türünün ve kilo düşme sürecinde yaşanan deneyimlerin ayrı ayrı değerlendirilmesi önem taşımaktadır.

Araştırmada kilo düşme sürecinde yaşanan belirtiler ile zihinsel dayanıklılığın Kontrol alt boyutu arasında negatif yönlü ilişki bulunmuştur ($\rho=-0,234$). Buna göre, daha fazla belirti bildiren sporcuların Kontrol puanları daha düşük olma eğilimi göstermiştir. Bu bulgu, kilo düşme sürecinde yaşanan fiziksel ve psikolojik güçlüklerin, sporcunun stresli durumları yönetme ve duygusal tepkilerini düzenleme kapasitesiyle ilişkili olabileceğini düşündürmektedir. Ancak araştırmanın kesitsel yapısı nedeniyle belirtilerin kontrol algısını azalttığı veya düşük kontrol düzeyinin daha fazla belirti yaşanmasına yol açtığı söylenemez. Ayrıca belirti yükü göstergesinin çalışmaya özgü bir madde ortalaması olduğu dikkate alınmalı; bu sonuç doğrulanmış bir klinik ölçüm ya da tanı olarak yorumlanmamalıdır. Kilo düşme yöntemlerinin sağlık ve performans açısından olası sonuçlarını ele alan güncel uzlaşma raporları da kilo yönetiminin bireysel özellikler ve müsabaka koşulları dikkate alınarak, sağlık ve performans riskleri en aza indirilecek biçimde planlanmasını önermektedir (Ricci ve ark., 2025).

Yöntem maddeleri düzeyindeki analizlerde, sıvı tüketiminden tamamen kaçınma ile zihinsel dayanıklılığın Devamlılık alt boyutu arasında negatif yönlü ve çoklu karşılaştırma düzeltilmesi sonrasında da anlamlı kalan bir ilişki saptanmıştır ($\rho=-0,226$; $q=0,017$). Bu sonuç, sıvı tüketimini tamamen kısıtladığını daha sık bildiren sporcuların Devamlılık puanlarının daha düşük olma eğiliminde olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, bu ilişki sıvı kısıtlamasının zihinsel dayanıklılığı doğrudan azalttığını kanıtlamaz. Sıvı kısıtlaması, diğer kilo düşme uygulamalarından farklı olarak hidrasyon durumu ve fizyolojik işlevlerle yakından ilişkili olduğundan, sporcuların kullandıkları yöntemlerin ayrı ayrı incelenmesi önemlidir. Hızlı kilo düşme stratejilerine ilişkin derlemelerde, özellikle su kaybına dayalı uygulamaların sağlık ve performans bakımından dikkatle yönetilmesi gerektiği vurgulanmaktadır (Barley ve ark., 2022; Ricci ve ark., 2025).

Zihinsel dayanıklılık envanterinin iç tutarlılık bulguları da sonuçlar yorumlanırken dikkate alınmalıdır. Toplam puan için Cronbach alfa katsayısının 0,736 olması kabul edilebilir düzeyde iç tutarlılığa işaret ederken

Devamlılık alt boyutunda bu değerin 0,545 olması, ilgili alt boyut bulgularının ihtiyatla yorumlanmasını gerektirmektedir. Bu nedenle sıvı tüketiminden kaçınma ile Devamlılık arasındaki ilişkinin farklı örneklemelerde ve mümkünse tekrarlı ölçümlerle incelenmesi yararlı olacaktır. Ayrıca örneklemin büyük bölümünün judo sporcularından oluşması (%80,1), bulguların diğer sıklet sporlarına genellenebilirliğini sınırlandırmaktadır. Genel olarak değerlendirildiğinde, araştırmanın bulguları hızlı kilo düşme uygulamalarının genel sıklığından çok, belirli yöntemlerin ve kilo düşme sürecinde yaşanan belirtilerin zihinsel dayanıklılığın farklı boyutlarıyla ilişkili olabileceğine işaret etmektedir. Bununla birlikte, elde edilen ilişkilerin büyüklükleri görece düşük düzeydedir ve bulgular neden-sonuç ilişkisi olarak yorumlanmamalıdır. Gelecek araştırmalarda farklı sıklet sporlarından daha geniş örneklemelerle çalışılması, kilo düşme öncesi ve sonrasında tekrarlı ölçümler yapılması ve fizyolojik göstergelerle psikolojik değişkenlerin birlikte değerlendirilmesi önerilmektedir.

Sonuç

Bu araştırmada, hızlı kilo düşme uygulamalarının elit sporcular arasında yaygın olduğu; en sık kullanılan yöntemlerin egzersiz süresini artırma, yiyecek tüketimini azaltma ve yağmurlukla koşma olduğu belirlenmiştir. Sporcuların kilo düşme konusunda en çok antrenörlerden bilgi alması ve önemli bir bölümünün kilo düşmeye ergenlik döneminde başlamış olması, güvenli kilo yönetimi konusunda erken dönemden itibaren eğitim ve uzman desteğine duyulan ihtiyacı ortaya koymaktadır.

Hızlı kilo düşme yöntemlerinin genel kullanım sıklığı ile zihinsel dayanıklılık toplam puanı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Buna karşılık, kilo düşme sürecinde yaşanan belirtiler ile Kontrol alt boyutu arasında negatif yönlü ilişki; sıvı tüketiminden tamamen kaçınma ile Devamlılık alt boyutu arasında ise çoklu karşılaştırma düzeltmesinden sonra da anlamlılığını koruyan negatif yönlü ilişki belirlenmiştir. Bu bulgular, hızlı kilo düşme uygulamalarının zihinsel dayanıklılıkla ilişkisinin yalnızca kullanım sıklığı üzerinden açıklanamayabileceğini göstermektedir.

Sonuç olarak, sporcularda kilo yönetiminin yalnızca hedeflenen sıklete ulaşmaya odaklanmaması; sağlık, hidrasyon, performans ve psikolojik iyilik hâlini birlikte gözetmesi gerekmektedir. Antrenörlerin bilimsel temelli kilo yönetimi konusunda desteklenmesi, spor diyetisyenlerinin sürece daha etkin katılımı ve riskli uygulamalar konusunda sporcuların bilgilendirilmesi önem taşımaktadır. Bununla birlikte, araştırmanın kesitsel tasarımı, örnekleimde judocuların ağırlıkta olması ve bazı alt boyutlardaki sınırlı iç tutarlılık nedeniyle sonuçlar dikkatle yorumlanmalıdır. Gelecek çalışmalarda boylamsal tasarımlar ve farklı spor branşlarını kapsayan örneklemeler kullanılarak hızlı kilo düşme uygulamaları ile zihinsel dayanıklılık arasındaki ilişkilerin yönü ve zaman içindeki değişimi daha kapsamlı biçimde incelenmelidir.

KAYNAKLAR

- Artioli, G. G., Gualano, B., Franchini, E., Scagliusi, F. B., Takesian, M., Fuchs, M., & Lancha, A. H., Jr. (2010). Prevalence, magnitude, and methods of rapid weight loss among judo competitors. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42(3), 436–442. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181ba805b>
- Barley, O. R., Chapman, D. W., & Abbiss, C. R. (2022). Effects of weight cutting on exercise performance in combat athletes: A meta-analysis. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 17(7), 995–1010. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2021-0104>
- Burke, L. M., Slater, G. J., Matthews, J. J., Langan-Evans, C., & Horswill, C. A. (2021). ACSM expert consensus statement on weight loss in weight-category sports. *Current Sports Medicine Reports*, 20(4), 199–217. <https://doi.org/10.1249/JSR.0000000000000831>
- Gupta, S., & McCarthy, P. J. (2022). The sporting resilience model: A systematic review of resilience in sport performers. *Frontiers in Psychology*, 13, Article 1003053. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1003053>
- Kayhan, R. F., Hacıcaferoğlu, S., Aydoğan, H., & Erdemir, İ. (2018). Takım ve bireysel sporlar ile ilgilenen sporcuların zihinsel dayanıklılık durumlarının incelenmesi. *Sportif Bakış: Spor ve Eğitim Bilimleri Dergisi*, 5(2), 55–64.
- Ranisavljev, M., Kuzmanovic, J., Todorovic, N., Roklicer, R., Dokmanac, M., Baic, M., Stajer, V., Ostojic, S. M., & Drid, P. (2022). Rapid weight loss practices in grapplers competing in combat sports. *Frontiers in Physiology*, 13, Article 842992. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.842992>
- Ricci, A. A., Evans, C., Stull, C., Peacock, C. A., French, D. N., Stout, J. R., Fukuda, D. H., La Bounty, P., Kalman, D., Galpin, A. J., Tartar, J., Johnson, S., Kreider, R. B., Kerkick, C. M., Campbell, B. I., Jeffery, A., & Antonio, J. (2025). International Society of Sports Nutrition position stand: Nutrition and weight cut strategies for mixed martial arts and other combat sports. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 22(1), Article 2467909. <https://doi.org/10.1080/15502783.2025.2467909>
- Samar, E., Altun, R., & Selvi, S. (2025). Tekvando sporcularının kilo düşme profillerinin belirlenmesi. *Electronic Turkish Studies*, 20(1).
- Sarı, İ., Sağ, S., & Demir, A. P. (2020). Sporda zihinsel dayanıklılık: Taekwondo sporcularında bir inceleme. *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 22(4), 131–147.
- Yarar, H., Türkyılmaz, R., Eroğlu, H., Kurt, S., & Eskici, G. (2017). Elit güreşçilerin kilo düşme profillerinin belirlenmesi. *Atatürk Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 19(4), 52–63.
- Zengin, B. (2003). Elit genç bayan judocuları müsabaka öncesi hızlı kilo vermenin genel kuvvet üzerine etkilerinin incelenmesi. *İstanbul Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*, 3.
- Zhong, Y., Song, Y., Artioli, G. G., Gee, T. I., French, D. N., Zheng, H., Lyu, M., & Li, Y. (2024). The practice of weight loss in combat sports athletes: A systematic review. *Nutrients*, 16(7), Article 1050. <https://doi.org/10.3390/nu16071050>

CITY IDENTITY AND THE REPRESENTATION OF WOMEN IN AI-GENERATED FEMALE CHARACTERS: A FEMINIST PUBLIC RELATIONS ANALYSIS OF THE “IF OUR CITIES WERE WOMEN” SERIES

Asst. Prof. Dr. Lütfiye YAŞAR BİLİCİ¹

¹Anadolu University, Faculty of Communication Sciences, Department of Public Relations and Advertising, Eskişehir-Türkiye, lutfiyeasarbilici@anadolu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9008-6415

Abstract

Short videos created with generative AI personify cities through female characters. This study examines how city identity is linked to the appearance of female characters in the “Şehirlerimiz kadın olsaydı nasıl olurdu?” (“If Our Cities Were Women”) series on the “Yapay Zekanın Hayali” channel from a feminist public relations perspective. Fifteen characters appearing in two YouTube Shorts videos were analysed using qualitative visual content analysis. Coding focused on the characters’ appearance and clothing, the placement of city-related elements within the frame and on their bodies, their actions, and the visibility of production labour. All 15 characters appear young, slim and light-skinned. All the women face the camera, most smile, and none is shown engaged in production. The Ankara and İzmir characters are represented in contemporary-professional clothing. The Mersin and Antalya characters are shown in coastal-holiday clothing. For the Kayseri, Ordu, Kütahya, Hatay, and Gaziantep characters, folkloric-traditional clothing is used. City-related elements appear mainly in the background of the first video. In the second video, five of the seven characters wear hazelnuts, tile motifs, pomegranates, apricots or flowers on their heads, in their hair or on their clothing. The videos do not show how these items are made or explain the connection between the pomegranate and flowers and the cities they represent. The findings show that the characters carry local products and motifs, while the labour of the people who produce them remains outside the frame.

Keywords: Feminist public relations, artificial intelligence, female character, representation of women, cultural heritage

YAPAY ZEKÂ İLE ÜRETİLEN KADIN KARAKTERLERDE KENT KİMLİĞİ VE KADIN TEMSİLİ: “ŞEHİRLERİMİZ KADIN OLSAYDI” SERİSİNİN FEMİNİST HALKLA İLİŞKİLER AÇISINDAN ANALİZİ

Özet

Üretken yapay zekâyla hazırlanan kısa videolarda kentler, kadın karakterler aracılığıyla kişileştirilmektedir. Bu araştırma, “Yapay Zekanın Hayali” kanalındaki “Şehirlerimiz kadın olsaydı nasıl olurdu?” serisinde kent kimliğinin kadın karakterlerin görünümüyle nasıl ilişkilendirildiğini feminist halkla ilişkiler açısından incelemektedir. Seriyeye ait iki YouTube Shorts videosunda yer alan 15 karakter, nitel görsel içerik analizi yöntemiyle analiz edilmiştir. Kodlamada karakterlerin görünümü ve giyimi, kentle ilişkilendirilen öğelerin kadrajdaki ve beden üzerindeki konumu, karakterlerin eylemleri ve üretim emeğinin görünürlüğü esas alınmıştır. On beş karakterin tamamı genç, ince yapılı ve açık tenli görünmektedir. Kadınların tümü kameraya bakmakta, çoğu gülümsemekte; hiçbiri üretim sırasında gösterilmemektedir. Ankara ve İzmir karakterleri çağdaş-profesyonel giyimle temsil edilmiştir. Mersin ve Antalya karakterleri kıyı-tatil giyimiyle gösterilmiştir. Kayseri, Ordu, Kütahya, Hatay ve Gaziantep karakterlerinde ise folklorik-geleneksel giyim kullanılmıştır. İlk videoda kentle ilişkilendirilen öğeler çoğunlukla arka plandadır. İkinci videodaki yedi karakterin beşinde fındık, çini motifi, nar, kayısı veya çiçek başa, saça ya da giysiye yerleştirilmiştir. Videolarda bu öğelerle ilişkili üretim süreçleri gösterilmemekte; nar ve çiçeğin ilgili kentlerle bağı açıklanmamaktadır. Bulgular, kadın karakterlerin yerel ürün ve motiflerin taşıyıcısı olarak sunulduğunu, bu ürünleri üreten kişilerin emeğinin ise kadraj dışında kaldığını göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Feminist halkla ilişkiler, yapay zekâ, kadın karakter, kadın temsili, kültürel miras

1. INTRODUCTION

Artificial intelligence is increasingly used in visual effects and video editing (Wang et al., 2021). Text-to-video platforms have also opened short-form content production to non-professional users (Kaur & Pratibha, 2024). Although production has become easier, the image content does not form on its own. Data and user prompts shape the faces, clothing, and places shown (Öngel & Özdemir, 2025).

These choices are evident in female characters. Studies on AI-generated female models and game characters show that a young, slim, light-skinned appearance recurs frequently and that several narratives associate femininity with obedience (Erdal, 2024; Jones, 2025; Kızıldaş & Birol, 2025). The “Şehirlerimiz kadın olsaydı nasıl olurdu?” (“If Our Cities Were Women”) series brings these appearance patterns together with city names. In some segments, buildings remain behind the characters; in others, products and patterns appear on clothing, jewellery, and hair.

The repetition of appearance patterns also raises the problem of originality in AI-based content production. Yetkiner and Öztürk (2022) argue that a short film whose script was written by artificial intelligence synthesises earlier content and that its originality is limited. The woman in the film is a figure “waiting to be rescued”. Öngel and Özdemir (2025), in turn, find that the data used and the human prompts create connotations in an AI-generated video clip. Both studies show the need to look not only at production tools but also at the characters these tools construct.

Halperin and Rosner (2025) report that the film workers they interviewed during the 2023 Hollywood strikes experienced artificial intelligence through automation, alienation, acceleration and artificiality. The interviewees describe the visuals as “flawless and hyperreal” and speak of whitewashed bodies and idealised beauty standards. A costume designer’s remark that it means “fewer real people, fewer clothes, less work” clearly expresses what the change in visual production means for labour (Halperin & Rosner, 2025).

One source of patterns in generated visuals may be the data the models learn from. Çağrı Bayer (2021) states that when cultural texts are used in machine learning, “problematic data about humans are also included in the process”. Kızıldaş and Birol (2025) note that generative artificial intelligence can reproduce the gender biases in historical data and also affects cultural representations. In the report they cite, women are portrayed as younger, more smiling and more obedient than men (Kızıldaş & Birol, 2025). Cave et al. (2023) report that only 8% of the scientists in 142 AI films released between 1920 and 2020 are women. In 22% of the films, male creators produce human-like artificial intelligence for their own desires. The scarcity of women scientists and the design of artificial women according to male desires are two distinct gender patterns in these films.

Sutko (2020) examines Siri, Alexa, and Cortana within science fiction narratives and identifies patterns of obedient labour, replaceable bodies, and artificiality. The study also highlights the preference for thin, white bodies in digitally designed women. Jones (2025) examines more than 135 female-presenting artificial characters in 80 films as “customisable, commodified” bodies. These characters produce a “standardised, consumable and replaceable” femininity. Jones’s (2025) concept of “fabular femininity” explains how beauty norms operate in the technology narrative. It is striking that, in the films examined, the characters who fall outside these standards have a robotic appearance.

The beauty pattern takes on a different meaning when it is combined with collective identity. Erdal (2024) examines the AI models named Seren Ay and Asena İlik through the Galatea myth. In these models, “the slimness of the body is foregrounded together with the facial beauty of consumer societies”. The fact that young, slim and light-skinned characters bear names referring to Turkish mythology shows that appearance and national belonging are combined in the same design (Erdal, 2024). In female characters presented with city names, too, appearance turns into a marker of identity.

In the visual narration of cities and places, cultural heritage is often shown apart from the labour that produces it. Egarter Vigl et al. (2021) classified 66% of approximately 32,000 photographs taken in the Dolomites as aesthetic and 13% as cultural heritage. The label most frequently used in the visuals was “no people”. The place is visible; the people who live and work there are invisible in most frames. Halperin and Rosner (2025) discuss how human contribution is trivialised in AI production; a filmmaker they interviewed puts this as “it can copy us, but it cannot create like us”. Sutko (2020) associates feminised interfaces with gendered invisible labour. In this study, in addition to the products, we also coded whether the people who produce them were present in the frame.

What is visible and what is not visible in the frame relates to the concept of image in public relations. According to Williams and Moffitt (1997), image is an impression that the receiver forms from various sources. Publics use “any information available to them, from advertising to the buildings the organisation constructs and informal talks with acquaintances”; the organisation cannot manage every one of these impressions. City visuals shared on social media are also among the sources the public may encounter. Johansson (2007) relates Goffman’s concepts of impression management and face to public relations. The self is a performance before an audience, and “face” is the individual’s public self-image. The female portraits examined present the visible face while leaving everyday life and production processes outside the frame.

Johnston (2010), examining women public relations practitioners in film and television, notes that media representations can become “often the only frame of reference” in areas where firsthand experience is scarce. Repeated narrow images support existing expectations. Aldoory and Toth, as cited by Johnston, state that women are “not allowed diversity within their own gender”; the predominance of white, middle-class women in the productions Johnston examines strengthens “the white status quo” (Johnston, 2010). Pompper (2007) emphasises that seemingly neutral models can exclude the perspectives of women and of different cultural groups, while Kennedy (2016) emphasises the value of local knowledge derived from women’s lived experiences. In this study, appearance, action and labour were coded on the same frame.

The way women appear in the city images of the “Şehirlerimiz kadın olsaydı nasıl olurdu?” series is linked to how the city is narrated. Feminist public relations studies question which women and which experiences make it into media representations (Johnston, 2010; Kennedy, 2016; Pompper, 2007). By placing 15 city segments from the same series side by side, this study considers the divide between women’s appearance and the labour of the people who produce cultural heritage.

2. METHOD

2.1. Research Design and Questions

The study is an exploratory qualitative visual content analysis. Frequencies describe the two videos; the sample does not support statistical generalisation. Four questions were pursued: (1) Where in the frame and on the female body are the elements shown together with the city located? (2) How do the characters’ appearance and clothing vary by city? (3) How is the female characters’ relationship with cultural heritage constructed, and how is production labour shown in the frames? (4) How can these visuals be interpreted within a feminist public relations framework in terms of women’s experience and labour?

2.2. Population and Sample

The study area consists of publicly available short videos that show cities through female characters and are stated to be generated by artificial intelligence. We selected two YouTube Shorts videos published under the same title by the “Yapay Zekanın Hayali” channel through purposive sampling (Yapay Zekanın Hayali, 2024a, 2024b). The selection criteria were that the city name appears on screen, that the AI label is used and that the videos belong to the same series. In the two videos, 15 cities are presented with the same personification scheme, which makes it possible to compare differences in appearance and clothing. Table 1 provides access details.

Table 1. Videos examined and city segments

Video	Publication date, duration and access	Cities included
Video 1	18 November 2024; approximately 24.6 seconds; 904 views, 12 likes, 1 comment	İzmir, İstanbul, Eskişehir, Ankara, Trabzon, Gaziantep, Mersin, Antalya (n=8)
Video 2	22 November 2024; approximately 21.8 seconds; 1,372 views, 18 likes, 3 comments	Kayseri, Ordu, Kütahya, Hatay, Bursa, Malatya, Manisa (n=7)

The unit of analysis is the female character shown on screen together with the city name (N=15). View counts do not measure the content's effect on viewers. For this reason, the analysis focuses on the visual features used in the videos. Because the number of comments is not sufficient for a systematic audience analysis, the comments were not coded.

2.3. Coding and Analysis Process

Table 2. Coding framework for the visual content analysis

Code area	Decision rule and form of recording
Character's appearance	Apparent age range, body build, skin tone, hair and eye colour, and appearance diversity such as a headscarf were recorded.
Clothing type	Clothing was classified as contemporary-professional, casual, coastal-holiday, folkloric-traditional or ornate-embroidered; open-necked garments were marked separately.
Sign carried on the body	Whether the product, pattern or symbol visible in the video segment was located on the character's clothing, jewellery, hair or around her head was recorded. Cases where the element was only in the background and where its link with the city was not explained in the video were noted separately. Colour similarity between the clothing and the landscape or product was also noted.
Pose, gaze and action	The character's facial expression, direction of gaze and whether she was shown performing an action were recorded, as was whether the Turkish flag appeared in the same frame.
Labour and production	Whether the production labour (harvesting, processing, craft) behind the product or pattern carried by the character appeared in the image was recorded.

First, we recorded the character, background, and body-based visual elements for each city segment. We compared the characters' appearance, clothing, and pose across segments. We then interpreted the recurring features through the concepts of the ideal woman pattern, replaceability, and the invisibility of labour. Alanka (2024) served as the basis for constructing the categories, and Rodriguez and Dimitrova (2011) for

distinguishing the image's visible elements from its connotative meaning. We did not code behavioural traits such as obedience from still portraits.

Both videos open with a screen resembling a chat interface that displays the question “What would our cities be like if they were women?” The visible text does not specify the characters’ physical features, and we could not access the full set of prompts used in production. Because a single researcher conducted the coding, we did not calculate intercoder agreement. Table 3 presents the city-level records, and Figures 1 and 2 show frames from the videos.

3. FINDINGS

3.1. Position of City Elements on the Female Characters

Figure 1 shows the 15 characters of the two videos in order of appearance. Table 3 shows the clothing and body elements by city.

In the first video, the clock tower, the coast, the waterway, the dome and the minaret are mostly behind the characters. In some cases, the clothing colours match the background. Turquoise matches the sea in Mersin and Antalya, green matches the landscape in Trabzon, and red matches the flag in Gaziantep. In five of the seven characters in the second video (Ordu, Kütahya, Hatay, Malatya, Manisa), a product, pattern or flower appears on the head, in the hair or on the clothing. Hazelnut and apricot branches surround the head, the tile pattern appears on the clothing and necklace, and the pomegranate motif appears on the clothing, while the flowers appear in the hair. The videos do not explain the link between the pomegranate and Hatay or between the flowers and Manisa.

In the first video, the city appears mostly in the background; in the second, through the character’s clothing and hair. The Turkish flag appears in the same frame with six of the eight characters in the first video and with one of the seven characters in the second. A national symbol thus appears alongside local products and patterns.



Figure 1. The 15 female characters examined Source: Yapay Zekanın Hayali (2024a, 2024b).

Table 3. Clothing of the female characters and elements visible on the body

City	Character's clothing and adornment	Visual element on the body and its relation to the city	Clothing type
İzmir	Grey waistcoat, white blouse	None (clock tower and coast in the background)	Contemporary-professional
İstanbul	Blue embroidered garment	Embroidery whose link with the city is not explained	Ornate-embroidered
Eskişehir	Casual blue top	None (waterway in the background)	Casual
Ankara	Light-coloured jacket, necklace; short hair	None	Contemporary-professional
Trabzon	Green embroidered waistcoat	Green colour shared with the landscape	Ornate-embroidered
Gaziantep	Red-gold garment and jewellery; open neck	Red colour shared with the flag	Folkloric-traditional
Mersin	Turquoise embroidered, open-necked garment	Turquoise colour shared with the sea	Coastal-holiday
Antalya	Turquoise, open-necked garment	Turquoise colour shared with the sea	Coastal-holiday
Kayseri	Garment with blue geometric trim, metal necklace	None (snowy mountain in the background)	Folkloric-traditional
Ordu	Green garment	Hazelnut branches surround the head	Folkloric-traditional
Kütahya	Tile-patterned garment and necklace	Tile pattern on the garment and necklace	Folkloric-traditional
Hatay	Red embroidered garment	Pomegranate-shaped embroidery on the garment	Folkloric-traditional
Bursa	Green-gold shawl and jewellery	None (dome and minarets in the background)	Ornate-embroidered
Malatya	Yellow-orange, open-necked garment	Apricot branches above the head; garment in the colour of the fruit	Ornate-embroidered
Manisa	Light-coloured embroidered garment	Purple flowers in the hair	Ornate-embroidered

3.2. Similar Appearance Features and Clothing Differences by City

The fifteen characters are presented as young, slim-looking and light-skinned. Most have long, wavy hair and light-coloured eyes. No older woman, no woman with a different body build and no woman wearing a headscarf appear. The shawl in Bursa is an accessory draped over the shoulder. While the faces are similar, the clothing and ornaments change. This appearance relates to Jones's (2025, p. 45) findings on beauty norms, to the models examined by Erdal (2024, p. 174), and to the criticism of the "flawless and hyperreal" body reported by Halperin and Rosner (2025, p. 19:16).

The clothing differences are marked (Table 3). The jacket and short hair in Ankara, and the waistcoat and blouse in İzmir, were coded as contemporary-professional, while the turquoise, open-necked garments in Mersin and Antalya were coded as coastal-holiday. Kayseri, Ordu, Kütahya, Hatay, and Gaziantep fall under folkloric-traditional clothing; Eskişehir under casual; and İstanbul, Trabzon, Bursa, Malatya, and Manisa under ornate-embroidered. These categories are based solely on the clothing in the videos. Open-necked garments appear not only on the Mersin and Antalya characters but also on the Gaziantep and Malatya characters.

3.3. Visualisation of Cultural Heritage and Production Labour

All the characters look at the camera, and most smile. No woman is shown producing, working or practising a craft. Hazelnuts, tiles and apricots are visible; their cultivation and processing are outside the frame. The elements associated with the city are thus separated from the people who produce them..



Figure 2. Position of visual elements on the female characters. Source: Yapay Zekanın Hayali (2024b).

Table 4. Elements visible on the body and production processes not shown

Element	Labour behind the element	Position in the video
Ordu hazelnut	An agricultural product requiring harvesting and processing labour	Branches surrounding the woman's head; harvest and producer not visible
Kütahya tile	A traditional craft requiring mastery and manual labour	Pattern printed on the woman's garment and necklace; tile-making and artisan not visible
Malatya apricot	An agricultural product requiring cultivation, picking and drying labour	Branches above the woman's head and the garment colour; production not visible
Pomegranate motif in the Hatay segment	Link with the city not explained in the video	Embroidery on the garment; used only as ornament
Flowers in the Manisa segment	Species and link with the city cannot be determined	Hair accessory; used only as ornament

In Figure 2, the hazelnut branch surrounds the head, the tile pattern is worked into the garment, and the apricot is also carried into the garment's colour. Table 4 records that the harvesting, processing and craft stages of these products are absent from the videos. The link between the pomegranate in Hatay and the flower in Manisa and the city is also not explained. The videos give no information on women's role in production; the frames show only portraits of women carrying the products and patterns.

4. CONCLUSION, DISCUSSION AND RECOMMENDATIONS

In the 15 city segments examined, the female characters are young, slim-looking and light-skinned. Although the clothing changes from city to city, their facial and body features remain similar. In the first video, the city elements are mostly in the background; in the second video, the hazelnut, tile, apricot, pomegranate and flower appear directly on the characters. Because the women are not shown during production, the visual story of cultural heritage focuses on products and patterns. From a feminist public relations standpoint, the problem is this gap between the visibility of the female figure and the visibility of women's experience.

Jones's (2025) assessment of standardised female appearance and Sutko's (2020) concept of the replaceable body help explain the repetition of face and body. In the models through which Erdal (2024) considers national belonging as well as female appearance together, names carry the mark of identity. Here, city names and elements on the characters assume the same function. Because the portraits contain no behaviour, they provide no data on obedience.

The similarity in appearance among the characters recalls Halperin and Rosner's (2025) criticism of idealized beauty norms in artificial visuals. Çanğa Bayer (2021) and Kızıлтаş and Birol (2025) discuss how biases in training data are carried over into visuals. The videos show only the question on the opening screen; the additional prompts the producer used and the choices the producer made are unknown. The question of

originality raised by Yetkiner and Öztürk (2022) could be investigated here as well, but the visual data used fell outside the scope of this study.

In the Dolomites photographs examined by Egarter Vigl et al. (2021), people are mostly outside the frame. In these videos, the human figure is present; outside the frame remain labour processes such as the hazelnut harvest and tile-making. This difference shows that the visibility of the female body does not, by itself, make women's labour visible. The remark reported by Halperin and Rosner (2025), "it can copy us, but it cannot create like us", elicits reflection on the distinction between the image and the producer's experience. Kennedy (2016) and Pompper (2007) on local knowledge also open a discussion of the women's experience missing from these city visuals.

Goffman's concept of the front stage, as conveyed by Johansson (2007), helps to understand how the camera-facing portraits are constructed. The portrait contains the face and the clothing; everyday life and the production process are not visible. Williams and Moffitt (1997) show that publics use different available sources when forming an image. These visuals on social media are also among the sources through which a city may be encountered. Johnston's (2010) criticism of narrow media representations offers a framework for questioning why 15 cities are narrated through similar female appearances.

The findings point to three areas of practice:

- Public relations and corporate communication practitioners should specify diversity of age, body, skin tone plus clothing in their production prompts and should review the resulting characters against these criteria before publishing the visuals.
- City and cultural heritage content should also give space to the knowledge and labour of hazelnut producers, tile artisans and the women who process apricots. How the products and patterns are produced should be included in the visual story.
- In public relations education, gender patterns in AI visuals should be analysed through concrete examples. Content producers should review recurring facial and bodily features before publication.

The sample consists of two videos and 15 characters from a single channel, and one researcher carried out the coding. The study did not examine audience interpretation, the full set of prompts, or the intermediate stages of visual production. Future studies could compare the city series among different channels, analyse viewer responses based on a sufficient number of comments, and test the same prompt in different AI tools.

REFERENCES

- Alanka, D. (2024). Nitel bir araştırma yöntemi olarak içerik analizi: Teorik bir çerçeve. *Kronotop İletişim Dergisi*, 1(1), 64–84. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/kronotop/article/1405579>
- Cave, S., Dihal, K., Drage, E., & McInerney, K. (2023). Who makes AI? Gender and portrayals of AI scientists in popular film, 1920–2020. *Public Understanding of Science*, 32(6), 745–760. <https://doi.org/10.1177/09636625231153985>
- Çağrı Bayer, E. (2021). Yapay zekâya ne öğretiyoruz: Bilim kurgu sinemasında kadın robot temsili. *ODÜ Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi (ODÜSOBİAD)*, 11(2), 603–620. <https://doi.org/10.48146/odusobiad.908134>
- Egarter Vigl, L., Marsoner, T., Giombini, V., Pecher, C., Simion, H., Stemle, E., Tasser, E., & Depellegrin, D. (2021). Harnessing artificial intelligence technology and social media data to support Cultural Ecosystem Service assessments. *People and Nature*, 3(3), 673–685. <https://doi.org/10.1002/pan3.10199>
- Erdal, T. (2024). Mitik dünyanın düşünüy modern dünyada aramak: Heykel Galatea'dan yapay zekâ kadın modellere uzanan ideal kadın arzusu: Seren Ay ve Asena İlik örneği. *Motif Akademi Halkbilimi Dergisi*, 17(OS), 169–186. <https://doi.org/10.12981/mahder.1519649>
- Halperin, B. A., & Rosner, D. K. (2025). “AI is soulless”: Hollywood film workers’ strike and emerging perceptions of generative cinema. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, 32(2), Article 19, 1–27. <https://doi.org/10.1145/3716135>
- Johansson, C. (2007). Goffman's sociology: An inspiring resource for developing public relations theory. *Public Relations Review*, 33(3), 275–280. <https://doi.org/10.1016/j.pubrev.2007.05.006>
- Johnston, J. (2010). Girls on screen: How film and television depict women in public relations. *PRism*, 7(4), 1–16. <http://www.prismjournal.org>
- Jones, R. L. (2025). *Female robots and AI in science fiction cinema: The fabular femininity of gynoids*. Palgrave Macmillan. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-94917-3>
- Kaur, G., & Pratibha. (2024). A study of NLP and AI-driven online text-to-video generation platforms in social media. In *2024 2nd International Conference on Advances in Computation, Communication and Information Technology (ICAICCIT)* (pp. 1065–1071). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICAICCIT64383.2024.10912131>
- Kennedy, A. (2016). Landscapes of care: Feminist approaches in global public relations. *Journal of Media Ethics*, 31(4), 215–230. <https://doi.org/10.1080/23736992.2016.1220254>

- Kızıltaş, M., & Birol, E. (2025). Yapay zekâ ile oluşturulan dijital oyunlarda kadın karakterlerin temsili: Eleştirel bir uygulama araştırması. *International Journal of Social and Humanities Sciences Research (JSHSR)*, 12(124), 2190–2204. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17487221>
- Öngel, A., & Özdemir, V. (2025). Yapay zekâ tarafından üretilen “Trump Gaza” video klibinin hermeneutik yaklaşım üzerinden analizi. *Intermedia International E-journal*, 12(23), 633–652. <https://doi.org/10.56133/intermedia.1739419>
- Pompper, D. (2007). The gender-ethnicity construct in public relations organizations: Using feminist standpoint theory to discover Latinas' realities. *Howard Journal of Communications*, 18(4), 291–311. <https://doi.org/10.1080/10646170701653669>
- Rodriguez, L., & Dimitrova, D. V. (2011). The levels of visual framing. *Journal of Visual Literacy*, 30(1), 48–65. <https://doi.org/10.1080/23796529.2011.11674684>
- Sutko, D. M. (2020). Theorizing femininity in artificial intelligence: A framework for undoing technology's gender troubles. *Cultural Studies*, 34(4), 567–592. <https://doi.org/10.1080/09502386.2019.1671469>
- Wang, X., Liu, C., & Qi, Y. (2021). Research on new media content production based on artificial intelligence technology. *Journal of Physics: Conference Series*, 1757(1), 012062. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1757/1/012062>
- Williams, S. L., & Moffitt, M. A. (1997). Corporate image as an impression formation process: Prioritizing personal, organizational, and environmental audience factors. *Journal of Public Relations Research*, 9(4), 237–258. https://doi.org/10.1207/s1532754xjpr0904_01
- Yapay Zekanın Hayali. (2024a, November 18). *Şehirlerimiz kadın olsaydı nasıl olurdu?* <https://www.youtube.com/shorts/bKSRYtBJ8Go>. YouTube Shorts. Access data: 23 September 2026
- Yapay Zekanın Hayali. (2024b, November 22). *Şehirlerimiz kadın olsaydı nasıl olurdu? Part 2* <https://www.youtube.com/shorts/dwiVO2sZaYo>. YouTube Shorts. Access data: 23 September 2026
- Yetkiner, B., & Öztürk, N. (2022). Sinemada transhümanizm ve yapay zekâ. *AJIT-e: Academic Journal of Information Technology*, 13(51), 262–286. <https://doi.org/10.5824/ajite.2022.04.003.x>

BULGAR SUROVA GELENEĞİNDE RİTÜEL BEDENSELLEŞME VE TOPLUMSAL DÜZENİN YENİDEN KURULUŞU

Doç.Dr., Serap SARIBAŞ¹

¹Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Karşılaştırmalı Edebiyat, serapsaribas@kmu.edu.tr

ORCID: 0000-0002-4079-8024

Özet

Bulgaristan'ın Pernik bölgesinde sürdürülen Surova geleneğinde maskeler, hayvan postları, çanlar ve ritmik hareketler, gündelik kimliklerin geçici olarak dönüştürüldüğü ve toplumsal ilişkilerin törensel düzlemde yeniden tanımlandığı bir performans düzeni oluşturmaktadır. Bedensel görünümün değişmesiyle başlayan bu süreç, maskeli grupların haneleri ziyaret etmesi, sembolik evliliklerin canlandırılması ve çeşitli toplumsal rollerin icra edilmesiyle kolektif yaşamın farklı alanlarına yayılmaktadır. Surova üzerine gerçekleştirilen etnografik araştırmalar, geleneğin tarihsel sürekliliğine, törensel özelliklerine ve kültürel miras niteliğine ilişkin kapsamlı bir bilgi birikimi sunmakla birlikte, bedensel dönüşümün toplumsal düzenin yeniden kuruluşundaki işlevi, performatif ve sembolik ilişkiler açısından daha derinlikli bir incelemeyi gerektirmektedir. Bu çalışma, ritüel bedenselleşmenin görünüm, hareket, ses ve mekânsal dolaşım aracılığıyla kazandığı anlamlardan hareketle gündelik kimliklerin geçici dönüşümü ile topluluk içindeki karşılıklılık ve aidiyet ilişkileri arasındaki bağlantıyı incelemektedir. Eşiksellik, ritüelleştirme ve bedensel bellek yaklaşımları, törensel davranışların sembolik sınırları dönüştürme, toplumsal rolleri yeniden temsil etme ve kültürel sürekliliği sürdürme işlevlerinin değerlendirilmesine kuramsal temel sağlamaktadır. UNESCO tarafından belgelenen ritüel uygulamalar ve Bulgar etnografya literatürüne dayanan nitel araştırma, maskeli performansları, çanların bedensel hareketlerle bütünleşen ritmik yapısını, sembolik evlilikleri ve hane ziyaretlerini görsel ve performatif çözümleme çerçevesinde incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırmanın temel önermesi, Surova'da toplumsal düzenin yeniden kuruluşunun gündelik hiyerarşilerin fiilen değişmesinden ziyade, kimliklerin geçici dönüşümü ve topluluk üyeleri arasındaki ilişkilerin törensel karşılaşmalar aracılığıyla yeniden teyit edilmesi üzerinden anlaşılabilir. Böylece ritüel bedenselleşme, kolektif belleğin aktarımını aşarak toplumsal aidiyetin ve karşılıklılık ilişkilerinin sembolik düzeyde yeniden kuruluşuna katkıda bulunan kurucu bir kültürel pratik olarak kavramsallaştırılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kültürel antropoloji, performans çalışmaları, eşiksellik, sembolik karşılıklılık, Survakari maskeli törenleri

RITUAL EMBODIMENT AND THE RECONSTITUTION OF SOCIAL ORDER IN BULGARIAN SUROVA

Assoc. Prof. Dr. Serap SARIBAŞ¹

Karamanoğlu Mehmetbey University, Comparative Literature, Karaman, Türkiye

E-mail: serapsaribas@kmu.edu.tr ORCID: 0000-0002-4079-8024

Abstract

In the Bulgarian Surova tradition of the Pernik region, elaborate masks, animal skins, resonant bells, and rhythmic movements temporarily alter familiar forms of bodily identity, unsettling established distinctions between individual appearance and collective representation. These transformations acquire wider social significance during household visits, symbolic marriages, and ceremonial role enactments, as participants negotiate their positions within the reciprocal relationships of village life. Although ethnographic scholarship has documented Surova's historical continuity, ceremonial organisation, and cultural transmission, the significance of bodily performance for the reconstitution of social relations requires a more sustained consideration of the connections between ritual action and communal recognition. Addressing this relationship, the study investigates the interdependence of bodily appearance, movement, sound, and spatial interaction, interpreting their ceremonial significance in relation to liminality, ritualisation, and bodily memory. A qualitative analysis of UNESCO documentary materials and Bulgarian ethnographic scholarship examines masked processions, bell performances, symbolic marriage, and household visitation as interconnected practices associated with the temporary alteration of social identities. Their relational organisation provides the basis for investigating the ceremonial negotiation of established roles, reciprocal obligations, and communal affiliations. The study advances the proposition that the reconstitution of social order in Surova concerns the symbolic reaffirmation of communal relationships during periods of ritual transformation, without necessarily implying corresponding changes in everyday social hierarchies. From this perspective, bodily transformation acquires significance within a broader ceremonial process of reciprocal recognition, suggesting that social continuity depends partly upon the recurrent performance of relationships sustaining communal belonging.

Keywords: Cultural anthropology, performance studies, liminality, symbolic reciprocity, Survakari masquerade rituals

1. Introduction

Masks and ceremonial dress conceal the individual features ordinarily used to distinguish members of a community, yet the roles performed behind them remain familiar to those participating in the ritual. This distinction between personal appearance and ceremonial identity acquires particular significance during the temporary suspension of customary social positions. Turner's account of liminality places participants beyond established classifications of status and rank, although his discussion principally concerns rites of passage (Turner, 1969, p. 95). The suspension of such distinctions leaves intact the ceremonial knowledge required to interpret unfamiliar appearances and prescribed conduct. Repeated bodily practices preserve an understanding of these conventions across generations, a process consistent with Connerton's treatment of habitual memory and cultural transmission (Connerton, 1989, pp. 72–73). Recognition of a ceremonial role nevertheless involves a response from others: a masked visitor must be received, a gesture acknowledged, and an expected action answered. The persistence of these interpersonal expectations amid changes in bodily appearance directs the discussion towards the place of reciprocal conduct in sustaining communal relationships.

In Bulgaria's Pernik region, the Surova festivities take place on 13 and 14 January, as masked Survakari proceed along village streets and visit local households. Elaborate masks and animal skins obscure personal appearance, and bells attached to the participants' waists accompany their movements with rhythmic sound (Lyubenova, 2021, p. 225). During household visits, ritual dancing and symbolic marriages form part of the ceremonial activities, alongside the exchange of food and gifts between visitors and residents (Lyubenova, 2021, p. 228). The householders' reception of masked guests introduces an interpersonal dimension to the procession, since the exchange requires a response from those receiving the visitors. Despite alterations in bodily appearance, the customary roles of guests and hosts remain apparent in their respective actions. The offering of food and gifts thus provides a concrete instance of reciprocal participation, connecting the temporary performance of ceremonial identities with established practices of village hospitality.

Lyubenova's account of the Pernik masquerade festival, established in 1966, records the growing public presentation of Surova beyond its customary village celebrations (Lyubenova, 2021, p. 230). Festival performances introduced the tradition to wider audiences, although the ceremonies continued within the local communities responsible for their transmission. Regional museums, cultural organisations, and village participants contributed to its documentation and preservation, maintaining connections between established practices and their wider cultural representation (Lyubenova, 2021, pp. 232–233). The inscription of Surova on the Representative List of the Intangible Cultural Heritage of Humanity in 2015 formally recognised the

tradition and the involvement of local communities in its transmission (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization [UNESCO], 2015). The historical record consequently presents two related aspects of Surova: its preservation as cultural heritage and its continued performance within village life. The distinction matters for the present research, since institutional recognition documents the value attributed to the tradition, whereas the ethnographic accounts of its performance offer evidence for analysing the social relations maintained among participants.

The ceremonial reconstitution of social order in Surova concerns the recognition of established responsibilities during encounters marked by temporary changes in bodily appearance and conduct. Qualitative documentary analysis draws upon published Bulgarian ethnographic research for descriptions of masked processions, bell performances, symbolic marriages, and household visits, alongside UNESCO records concerning the tradition's cultural recognition and transmission. These sources permit a close interpretation of recorded ceremonial practices, although claims about their wider social consequences remain beyond the limits of documentary evidence. The reconstitution of social order is therefore understood as the symbolic reaffirmation of existing relationships, expressed in the reception of masked visitors, the acknowledgement of ceremonial roles, and the exchange of customary gifts. Such encounters depend upon the participation of performers and residents, suggesting that the continued recognition of reciprocal responsibilities contributes to communal continuity without establishing evidence of lasting changes in everyday social hierarchies.

2. Liminality, Bodily Memory, and Ritual Recognition

During Surova, masked participants portray brides, bridegrooms, priests, and other figures associated with established roles in village society (Lyubenova, 2021, p. 225). The portrayal of marriage and religious authority relies on familiar conventions, enabling villagers to identify the characters independently of the performers' personal identities. Turner's account of liminality describes the uncertainty of social position during ritual transition, particularly the temporary suspension of customary distinctions of status and rank (Turner, 1969, pp. 94–95). Surova introduces a different question, since the adoption of a priestly character invokes religious authority without documenting its transfer to the performer. The authority represented remains intelligible precisely as a recognised social position, even during its enactment by another individual. The available ethnographic evidence therefore supports a limited application of liminality: masked performance alters the presentation of established roles, but their ceremonial interpretation continues to rely on the social distinctions familiar to the participants.

Connerton's distinction between incorporating practices and inscribing practices separates the bodily enactment of acquired knowledge from its preservation in written or material records (Connerton, 1989, pp. 72–73). A gesture recorded in an ethnographic account remains available for description, but its continued practice depends upon the bodily familiarity of those performing it. During Surova, masked participants produce rhythmic bell sounds with their movements and perform ceremonial dances associated with the annual festivities (Lyubenova, 2021, pp. 225, 228). The recurrence of these actions permits an understanding of cultural memory centred on learned conduct, although the available descriptions do not establish the particular ways participants acquire such knowledge. The distinction matters for the interpretation of Surova: documentation preserves information about ceremonial movements, but their enactment involves bodily skills exercised during the festivities. Such skills alone, however, cannot account for the ceremonial meaning of a movement, since its significance depends upon the particular practices and conventions governing its use.

Bell's (1992, p. 74) account of ritualisation identifies the cultural differentiation of particular activities from ordinary conduct as a feature of social practice. During Surova, masked groups visit households, enact ceremonial roles, and receive food and gifts from residents (Lyubenova, 2021, p. 228). The householders' reception of these visitors places familiar acts of hospitality within the annual festivities, associating customary exchanges with the presence of recognised ritual characters. Offering food retains its practical and social significance, acquiring a ceremonial dimension from the circumstances of the visit and the roles assumed by the participants. The participation of householders consequently matters to the ritualised encounter itself, since their responses contribute to the observance of the occasion alongside the masked group's performances.

During Surova, householders receive masked visitors and offer food or gifts, participating in the festivities without assuming the characters portrayed by the Survakari (Lyubenova, 2021, p. 228). Their reception of these visitors acknowledges the ceremonial identities presented during the encounter, giving public expression to an understanding of familiar social roles. Ritual recognition involves this acknowledgement in conduct, extending the identification of a masked character to the response of another participant. The visitors' performances and the householders' offerings constitute different actions within the same exchange, establishing the basis for interpreting their interaction as ceremonial reciprocity. The social meaning of the encounter resides in this participation by both parties, since the reception of a masked visitor requires the householder to act within the ceremonial relationship rather than merely identify the character represented.

3. Masks, Bells, and the Transformation of Bodily Identity

The Survakari masks, locally known as lik or litsi, incorporate wood, leather, horns, tails, bird wings, and feathers (Lyubenova, 2021, p. 225). Predominantly zoomorphic in design, with anthropomorphic forms appearing less frequently, these masks replace familiar facial features with representations derived from animal or human anatomy. Horns and feathers modify the outline of the head, altering its proportions according to the materials incorporated into the disguise. The covering of the face conceals individual features, yet the addition of animal forms produces a further physical alteration, changing the visible boundaries of the wearer's head. Masking in Surova therefore involves the material reconstruction of human appearance, with the face and head assuming forms distinct from their ordinary presentation during the festivities.

Survakari performers incorporate animal skins into their ceremonial attire, complementing the elaborate masks documented by Lyubenova (2021, p. 225). Draped over the human figure, these hides obscure portions of the body and lend its visible surface the material characteristics of animal skin. Their placement distinguishes them from masks: the latter alter the contours of the head, and the former envelop parts of the body in animal covering. The physical properties of the hides establish a visible association between human anatomy and animal material, although their presence alone cannot substantiate a particular symbolic interpretation. Beneath the costume, human bodily proportions remain discernible, sustaining a visual contrast between the wearer's physical form and the animal covering that modifies its ceremonial appearance.

Bells secured to the waists of Survakari performers resonate as the participants advance along village streets during Surova (Lyubenova, 2021, p. 225). Their attachment to ceremonial attire makes sound contingent upon bodily movement, distinguishing the physical presence of the instruments from their activation during performance. Masks and animal skins retain their visible form during stillness; the resonance of bells, however, follows the movements of the procession. This temporal distinction reveals a particular quality of ritual performance, as the duration and occurrence of sound remain dependent upon the actions of the wearers. The material composition of the costume and its ceremonial use remain closely connected, with the bells rendering bodily activity audible during the procession.

The material composition of Survakari attire acquires particular relevance during performance, as the wearer's movements bring the costume's physical properties into ceremonial action. Lyubenova (2021, p. 225) documents masks, animal skins, and waist-mounted bells, each contributing to the appearance of the dressed body and its activity during the festivities. The arrangement of these elements alters the wearer's visible form, and the movement of the bells adds a temporal and audible quality to an appearance already established by the

costume. Their ceremonial use consequently involves a relationship between material form and bodily action, since the physical properties of the attire remain integral to its performance. Costume and movement retain distinct functions within this relationship, yet their conjunction enables the performer to sustain a recognisable ceremonial presence during the procession. Bodily identity, conceived in terms of public presentation, consequently develops within the enactment of appearance and conduct, as the dressed figure participates in the sensory and physical practices of Surova.

4. Household Encounters and Ceremonial Reciprocity

Mishkova (2017, p. 323) records communal festivities in village centres on 13 January, followed by Survakari visits to individual households on the morning of 14 January. The passage from village gatherings to domestic spaces places the masked performers in contact with residents receiving them as guests, introducing particular households into the ceremonial proceedings. During these visits, householders participate in a celebration previously conducted among assembled groups, with their reception of the Survakari giving the encounter a distinct interpersonal character. The household assumes a ceremonial function as residents receive the visiting performers within a setting ordinarily associated with domestic life. Surova's movement across village spaces accordingly distributes participation among collective gatherings and individual households, making domestic reception part of the continuing observance of the tradition.

During Surova, householders receive masked visitors at prepared tables and offer food and gifts (Lyubenova, 2021, p. 228; Mishkova, 2017, p. 323). The Survakari perform customary ritual acts, and residents respond with hospitality, participating in the same occasion through different forms of conduct. These actions constitute ceremonial reciprocity insofar as the visitors' performances and the householders' offerings address one another within an established practice of visitation. The reception of masked guests also involves ritual recognition, since the hosts respond to the visitors according to their ceremonial roles, regardless of their ordinary personal identities. Hospitality thereby acquires a particular significance during Surova: the householders acknowledge the visiting group in their conduct, and the exchange depends upon the participation of both parties.

Lyubenova (2021, p. 225) records brides, bridegrooms, priests, and other wedding characters among the figures portrayed during Surova. The participant representing the priest performs a symbolic marriage involving the bride and bridegroom during household visits (Lyubenova, 2021, p. 228; Mishkova, 2017, p. 323). The priest's ceremonial action concerns the union represented by the couple, giving the characters significance within a relationship familiar from village marriage customs. Residents receiving the Survakari witness this

enactment as part of the household visit, although the available accounts do not specify their individual responses to the wedding. The portrayal of marriage consequently depends upon the enactment of related roles, presenting a recognised social relationship before members of the community without establishing any corresponding change in marital or religious status.

Mishkova (2017, p. 324) documents the election of Survakari group leaders and the allocation of ceremonial roles, identifying responsibilities associated with the organisation of the festivities. The distribution of these roles establishes differences in the participants' duties, although the account provides limited detail concerning the authority exercised by individual members. During household visits, the groups collect donations subsequently used to support village needs and local cultural centres (Mishkova, 2017, p. 324). The contributions originate in encounters between performers and residents, but their later allocation serves purposes extending beyond the households involved in the exchange. This subsequent use introduces a further consideration for ceremonial reciprocity: resources received during ritual visits acquire a communal destination, connecting individual acts of giving with the material needs of village life.

5. The Ceremonial Reconstitution of Social Order

Social roles retain their authority within Surova as participants observe familiar expectations during ceremonial encounters. Household visits involve the reception of masked performers by residents, with offerings of food and gifts marking the encounter between visitors and hosts (Lyubenova, 2021, p. 228; Mishkova, 2017, p. 323). The recognition of these positions becomes consequential in the actions undertaken by each participant, since the ceremony relies upon the responses accompanying the visitors' performances. Survakari groups exhibit a different form of organisation, with elected leaders and assigned roles defining responsibilities among performers (Mishkova, 2017, p. 324). Household hospitality establishes relations between visitors and residents; the allocation of duties regulates participation within the masked group. Their coexistence during Surova supports an interpretation of ceremonial reconstitution as the enactment of established social relations in distinct settings, with recognised roles acquiring renewed public relevance in the conduct of participants.

The criticism directed at a masquerade group from the Pernik region during a folklore festival in Sofia in 2008 concerned two women performing the kyuchek dance as Romani characters (Strahilov, 2022). Objections to their performance reflected competing understandings of legitimate Bulgarian folklore, particularly the place of cultural practices associated with Romani traditions in representations of national heritage. The controversy brought the performers' customary repertoire into conflict with expectations of cultural authenticity, exposing

the selective criteria applied to public representations of local traditions. These judgements concern a form of recognition distinct from the acknowledgement of ceremonial roles during village festivities, since familiarity with a ritual practice does not establish its acceptance within broader cultural institutions. The incident therefore places an important limit on the concept of ritual recognition: participants may recognise particular characters and performances within established ceremonial conventions, yet their legitimacy in national heritage discourse remains subject to separate cultural judgements. Strahilov's account reveals a tension between the continued practice of local traditions and the authority exercised over their public representation, complicating interpretations of Surova as an expression of unqualified communal inclusion.

Mishkova (2017, p. 324) documents the use of donations collected during Surova for village needs and local cultural centres. The contributions originate in household visits, although their subsequent allocation serves purposes distinct from the ceremonial exchange between performers and residents. Hospitality concerns the immediate conduct of visitors and hosts; the later use of donated resources involves the material needs of the community and introduces a different form of collective participation. The ceremonial reconstitution of social order consequently encompasses relationships sustained during ritual encounters alongside the communal use of contributions, revealing a connection between established practices of giving and the practical concerns of village life. Household visits during Surova involve recognised forms of hospitality, as residents receive masked performers and offer food and gifts (Lyubenova, 2021, p. 228; Mishkova, 2017, p. 323). The election of Survakari leaders and the assignment of ceremonial duties establish a separate arrangement among members of the performing groups (Mishkova, 2017, p. 324). Hospitality governs the encounter between visitors and householders, and assigned responsibilities differentiate participants within the masquerade, revealing distinct forms of social organisation during the same festivities. The ceremonial reconstitution of social order concerns the enactment of these established relationships in particular ritual circumstances, with participants assuming recognised positions and acting upon the expectations associated with them.

6. Conclusion

Ritual embodiment in Surova transforms the public presentation of the human body as ceremonial attire and prescribed movements distinguish performers from their customary appearance. The costume alters the visible figure, and the movement of its wearer produces sound, integrating material disguise with the physical actions required for its ceremonial use. This conjunction of appearance and conduct sustains a recognisable form of performance, informed by conventions familiar to the community and preserved across successive celebrations. Participants encounter the masked figure within an established cultural tradition, interpreting its

altered features and movements according to their knowledge of ceremonial practice. Such recognition concerns the identity presented during the festivities, with the ethnographic evidence supporting claims about public appearance and performance but offering limited insight into the wearer's personal experience. Bodily transformation thus remains inseparable from the cultural conventions governing its enactment, as the altered figure becomes recognisable during performance and enters communal encounters as a participant in the ceremonial life of Surova.

The social recognition of ceremonial identity during Surova develops in the responses participants extend to the roles enacted before them, with inherited conventions informing the conduct of their encounters. Householders recognise the visiting Survakari as ceremonial figures and receive them according to customary practices of hospitality, acknowledging the represented identities in the course of their own participation. The performers' prescribed actions elicit responses from residents, establishing a correspondence between the enacted roles and the conduct of those receiving them. This correspondence informs ritual recognition, as the identification of a ceremonial character gains interpersonal significance in the householder's response, whilst ceremonial reciprocity concerns the exchange sustained by their respective actions. The distinction matters because recognition presupposes familiarity with the represented identity, and reciprocity depends upon the conduct accompanying its reception. By welcoming the masked visitors, householders acknowledge the roles presented during the festivities and participate in the ceremonial observance of established social relationships. Their involvement renders the encounter dependent upon the actions of both parties, with the character represented by the performer gaining acknowledgement in the behaviour of the receiving household. The renewal of familiar relationships during Surova consequently rests upon this reciprocal engagement, as participants reaffirm recognised social positions in the course of ceremonial interaction.

The ceremonial reconstitution of social order in Surova concerns the enactment of established relationships as participants occupy familiar positions within the ritual. During household encounters, the reception of masked visitors confirms the continued relevance of hospitality, with residents acknowledging ceremonial identities by responding to the performers according to recognised customs. The observance of these expectations constitutes one aspect of communal participation; the election of Survakari leaders and the assignment of ceremonial duties establish another, organising responsibilities among members of the performing groups. The festivities also generate material contributions subsequently used for village needs, associating individual acts of giving with purposes recognised within the wider community. These practices differ in their immediate functions, yet each involves the exercise of established social relations in

circumstances particular to the ceremony. Their significance for ceremonial reconstitution resides in the temporary organisation of these relations into recognisable forms of conduct, as interpersonal acknowledgement, differentiated responsibilities, and communal contributions sustain the ritual observance of social order without establishing lasting changes in everyday village hierarchies.

Published ethnographic scholarship and UNESCO documentation provide detailed accounts of Surova's ceremonial practices, although participants' interpretations and the persistence of social relationships after the festivities remain less extensively documented. The recurrence of customary conduct confirms the continued observance of the tradition, yet its implications for village relationships require evidence from the social experiences of those involved. Direct ethnographic observation and interviews across the Pernik region could establish the meanings participants attribute to their ceremonial responsibilities and identify variations in the reception of masked performers among village communities. Such enquiries could then trace the place of these experiences in subsequent interpersonal relations, distinguishing the significance attributed to ritual participation from its observable consequences outside the festivities. The present analysis establishes the ceremonial enactment of recognised positions and reciprocal practices as a basis for interpreting social reconstitution, with questions of enduring institutional or hierarchical change reserved for empirical investigation. The significance of Surova for the study of ritual and social order resides in the continued enactment of familiar relationships during ceremonial encounters, revealing the active role of participants in sustaining the cultural practices associated with communal life.

References

- Bell, C. (1992). *Ritual theory, ritual practice*. Oxford University Press.
- Connerton, P. (1989). *How societies remember*. Cambridge University Press.
<https://doi.org/10.1017/CBO9780511628061>
- Lyubenova, M. (2021). Masquerade games in the Pernik region of Bulgaria: Preserving and promoting intangible cultural heritage. *The Yearbook of Balkan and Baltic Studies*, 4(1), 223–244.
<https://doi.org/10.7592/YBBS4.09>
- Mishkova, I. (2017). Safeguarding and transmission of intangible cultural heritage: The case of Surova in a museum context. In H. Schreiber (Ed.), *Intangible cultural heritage: Safeguarding experiences in Central and Eastern European countries and China: The 10th anniversary of the entry into force of the 2003 Convention through the prism of sustainable development* (pp. 318–335). National Heritage Board of Poland.
- Strahilov, I. (2022). Between the “Thracian substratum” and “Oriental accretions”: Bulgarian mumming and the national heritage canon. *Seminar_BG*, Special Issue 5: Cultural Intimacies. <https://seminar-bg.eu/spisanie-seminar-bg/special-issue-5/839-bulgarian-mumming-national-heritage-canon.html>
- Turner, V. W. (1969). *The ritual process: Structure and anti-structure*. Aldine Publishing Company.
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2015). *Decision of the Intergovernmental Committee*: 10.COM 10.B.10. <https://ich.unesco.org/en/decisions/10.COM/10.B.10>

SUYUN ALTINDAKİ KENT: ANTİK NESEBAR'DA SUALTI KÜLTÜREL MİRASI VE TARİHSEL KİMLİĞİN TEMSİLİ

Doç.Dr., Serap SARIBAŞ¹

Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Karşılaştırmalı Edebiyat, serapsaribas@kmu.edu.tr

ORCID: 0000-0002-4079-8024

Özet

Antik Nesebar'ın sualtı arkeolojik mirası, geçmişin maddi sürekliliği ile tarihsel kimliğin kurumsal temsili arasındaki farklılaşmayı incelemek için özgün bir bağlam oluşturmaktadır. Antik Mesambria yerleşiminin değişen kıyı çizgisi, su altında kalan tahkimat kalıntıları ve farklı dönemlere ait mimari izler, kentin tarihsel bütünlüğünün günümüzde görülebilen yapılarla sınırlı olmadığını göstermektedir. Arkeolojik araştırmalar bu kalıntıların tarihsel ve mekânsal özelliklerini belgelerken uluslararası koruma kuruluşlarının değerlendirmeleri, aynı mirasın korunmasına, sınıflandırılmasına ve kültürel değerinin tanımlanmasına ilişkin kurumsal öncelikleri yansıtmaktadır. Bilimsel belgeleme ile koruma politikalarının farklı amaçları, sualtı mirasının tarihsel kimlik içerisindeki konumunu belirleyen temsil süreçlerinin ayrıca incelenmesini gerektirmektedir. Bu çalışma, arkeolojik bilginin kurumsal miras söylemine aktarılma biçimini ve Nesebar'ın tarihsel kimliğinin tanımlanmasındaki işlevini kültürel bellek, eleştirel miras çalışmaları ve mekânsal temsil yaklaşımları çerçevesinde araştırmaktadır. Nitel belge çözümlemesi kapsamında sualtı arkeolojisine ilişkin bilimsel yayınlar, 1983 tarihli Dünya Mirası kaydı ile 2023, 2025 ve 2026 yıllarına ait seçilmiş UNESCO kararları ve koruma raporları karşılaştırılarak arkeolojik tanımlama, kurumsal tanınma ve tarihsel temsil arasındaki bağlantılar incelenecektir. Bu karşılaştırmada kalıntıların bilimsel kayıtlardaki yeri, koruma belgelerinde kazandıkları öncelik ve kentin tarihsel bütünlüğüne ilişkin anlatılarla kurdukları bağlantılar ayrı çözümleme düzeyleri olarak değerlendirilmektedir. Araştırma, sualtı kültürel mirasının görünürlüğünü fiziksel erişilebilirliğin ötesinde, arkeolojik bilginin kurumsal olarak tanınması ve tarihsel anlatılara dâhil edilmesiyle ilişkili bir mesele olarak tartışarak Nesebar'ın geçmişinin temsilde maddi süreklilik, koruma politikaları ve kültürel kimlik arasındaki etkileşime odaklanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Eleştirel miras çalışmaları, kültürel bellek, mekânsal görünürlük, arkeolojik belgeleme, batık yerleşim kalıntıları.

THE CITY BENEATH THE WATER: UNDERWATER CULTURAL HERITAGE AND THE REPRESENTATION OF HISTORICAL IDENTITY IN ANCIENT

Assoc. Prof. Dr. Serap SARIBAŞ¹

Karamanoğlu Mehmetbey University, Comparative Literature, Karaman, Türkiye

E-mail: serapsaribas@kmu.edu.tr ORCID: 0000-0002-4079-8024

Abstract

The underwater archaeological heritage of ancient Nessebar exposes a tension between the material persistence of the past and its inscription into institutional narratives of historical identity. The shifting coastline of ancient Mesambria, vestiges of fortification systems, and architectural remnants of successive historical periods attest to an urban history extending beyond the boundaries of the extant settlement. Archaeological investigations have recovered substantial evidence of this historical landscape, yet the translation of material discoveries into recognised heritage entails processes of classification, valuation, and selective interpretation. The passage from archaeological documentation to cultural recognition consequently invites scrutiny of the criteria governing the inclusion of historical remains within authoritative accounts of the city's past. Anchored in critical heritage studies and informed by cultural memory and spatial theory, the present research interrogates the intersection of archaeological knowledge, conservation discourse, and the representation of urban identity. Its qualitative methodology juxtaposes scholarly investigations with the 1983 World Heritage inscription and selected UNESCO decisions and conservation assessments issued in 2023, 2025, and 2026. This documentary comparison traces the attribution of historical significance to material remains, their designation within preservation frameworks, and their incorporation into institutional interpretations of the ancient urban landscape. Distinguishing archaeological survival from heritage recognition and historical representation, the investigation considers the continuities and discrepancies accompanying the movement of material evidence across scholarly and administrative domains. The proposed interpretation situates the construction of Nessebar's historical identity within the selective mediation of archaeological knowledge, examining the authority exercised by conservation discourse in determining the cultural legibility of the past.

Keywords: Critical heritage studies; cultural memory; spatial visibility; archaeological documentation; ancient coastal settlements.

1. Introduction

Ancient Mesambria's coastline preserves traces of an urban past now partly submerged beneath the waters surrounding present-day Nessebar. Marine erosion, fluctuations in Black Sea levels, and seismic activity have altered the peninsula's coastal topography, affecting its fortifications and other architectural remains (Preshlenov, 2023, pp. 233–234). Archaeological investigations have identified sections of the former defensive system and examined their position within the changing coastal landscape, extending the documented history of the settlement beyond its surviving terrestrial structures (Preshlenov, 2022, Section 4). The resulting archaeological record provides an important context for UNESCO's 2023 modification of the World Heritage property's boundaries, incorporating part of the surrounding maritime area into its protected territory (UNESCO World Heritage Committee, 2023). The modification acknowledged a maritime dimension of the historic settlement already documented by archaeological research, bringing the protection of submerged remains into closer correspondence with the geographical scope of the ancient city. Nevertheless, the inclusion of archaeological structures within a protected area cannot, in itself, establish their significance within the historical narratives maintained by heritage institutions. At Nessebar, the interpretation of submerged remains consequently rests upon the historical values assigned to them in conservation documents and their incorporation into institutional accounts of the city's past.

Underwater archaeological research at Nessebar began in 1960 under Velizar Velkov, followed by Lyuba Ogdenova-Marinova's investigations from 1961 (Preshlenov, 2020, p. 235). Along the north-western coast, Ogdenova-Marinova traced an Early Byzantine defensive wall approximately eighty metres offshore, reaching a depth of five metres (Centre for Underwater Archaeology, 2022). Surveys conducted in 2017 recorded massive stone-block walls attributed to the Greek polis, together with mortar-bonded and opus mixtum constructions dating to Late Antiquity (Prahov et al., 2018, p. 728). The differences in masonry distinguish several phases of construction, although the present positions of these fortifications reflect subsequent alterations in the peninsula's shoreline. Preshlenov (2022, Section 2) compares archaeological observations with topographic, bathymetric, and cadastral maps dating from 1837 to 2006, tracing the changing coastal setting of the ancient defences. The architectural differences establish a chronology of construction that gains geographical precision from historical cartography, as the shifting shoreline alters the spatial relationship between the fortifications and the surrounding terrain. Mesambria's submerged defensive structures consequently extend the documented history of the settlement beyond its surviving terrestrial architecture, preserving material evidence of successive periods of urban occupation and coastal transformation.

The Ancient City of Nessebar was inscribed on the UNESCO World Heritage List in 1983. Its original nomination documentation recognised the archaeological importance of the surrounding maritime landscape (UNESCO World Heritage Committee, 1983; ICOMOS, 2023, p. 523). The 2012 monitoring mission reported concerns regarding the protection and management of submerged remains, and advisory missions in 2015 and 2017 recommended extending the property's boundaries into adjacent waters (ICOMOS, 2023, p. 523). In 2023, the World Heritage Committee approved the addition of three maritime areas covering approximately 7.61 hectares along the north-western, south-eastern, and southern shores of the peninsula (UNESCO World Heritage Committee, 2023, Decision 45 COM 8B.70; ICOMOS, 2023). The Committee requested further underwater archaeological research, conservation measures, and assessments of coastal development, together with consideration of maritime archaeological routes intended to improve public access. The proposed routes remained distinct from the approved boundary modification, with their implementation and interpretative content yet to be established. The revised designation secured the maritime areas' formal place within the World Heritage property, although the historical interpretation of their archaeological remains involves further judgements concerning their cultural value and contribution to the public understanding of ancient Mesambria.

UNESCO and ICOMOS assessments of Nessebar attribute cultural significance to archaeological remains on the basis of expert evaluations of historical value, authenticity, and conservation requirements. Smith's (2006, pp. 29–34) concept of authorised heritage discourse offers a critical interpretation of the authority exercised by heritage professionals, particularly the privileged status of material monuments and expert knowledge in official accounts of the past. At ancient Mesambria, the evaluation of submerged fortifications places this authority within decisions concerning archaeological significance and the preservation of the historic urban landscape. Harrison (2013, p. 14) situates heritage within contemporary engagements with the past, emphasising the influence of present-day priorities upon the selection, conservation, and interpretation of material remains. Nessebar's 2023 boundary modification exemplifies the institutional recognition of an archaeological landscape documented long before its incorporation into the World Heritage property. Its significance for historical representation nevertheless rests on the cultural values assigned to submerged structures in conservation assessments and the interpretations developed around their place in the ancient settlement. The official recognition of these remains consequently raises a more precise concern about the historical identity of Nessebar: the criteria determining the inclusion of archaeological knowledge in institutional accounts of the city's maritime past.

The treatment of Mesambria's submerged architecture in UNESCO and ICOMOS documentation raises a question about the historical information retained as archaeological research enters institutional heritage assessments. Scientific investigations have identified fortifications from different periods, reconstructed their coastal settings, and examined their architectural characteristics; the subsequent use of these findings in conservation documents must be assessed against the purposes and evaluative criteria of each institution. At Nessebar, institutional historical visibility refers to the recognition of particular underwater remains within official heritage records, their placement in the chronology of the ancient settlement, and the cultural significance attributed to them in decisions concerning preservation. These aspects provide identifiable points of comparison without assuming that differences in documentary detail necessarily reflect disagreement or neglect. The working hypothesis proposes that conservation priorities and institutional assessments of cultural value influence the historical prominence of submerged structures, even where their archaeological significance has been established independently. The question is consequently less a matter of equivalent representation across different types of documentation than of the criteria governing the inclusion, historical contextualisation, and valuation of particular remains. Examining those criteria in the case of Nessebar offers a means of determining whether the institutional presentation of its maritime archaeology corresponds to the historical distinctions recorded in scientific research.

The treatment of individual submerged structures in archaeological publications and UNESCO and ICOMOS assessments forms the basis of a qualitative comparative document analysis. Preshlenov's research (2020, 2022, 2023) and Prahov et al.'s (2018) investigations supply archaeological descriptions of architectural chronology, construction techniques, and coastal location, subsequently compared with the 1983 World Heritage inscription and institutional assessments issued between 2023 and 2026. The 2023 boundary modification concerns the territorial protection of maritime remains, the 2025 decision addresses conservation management, and the 2026 adjustment concerns the property's buffer zone, requiring recognition of their different administrative purposes. Individual structures are traced across these records according to their explicit identification, historical contextualisation, and the cultural values assigned to them in conservation assessments. The analysis examines whether archaeological interpretations retain their historical specificity in institutional documentation or receive different emphasis under particular conservation priorities, without equating variations in descriptive detail with diminished cultural recognition. Scientific findings and proposed coastal reconstructions remain distinguishable from administrative decisions, and the available documentary evidence excludes conclusions about local memory or visitor experience. The comparison consequently investigates the

criteria governing the recognition, historical interpretation, and cultural valuation of Mesambria's submerged remains within the institutional representation of Nessebar's past.

2. The Submerged Urban Landscape of Ancient Mesambria

Along the north-western slope of the Nessebar peninsula, ancient fortification remains occupy the terrain between the +13-metre elevation contour and the present shoreline, with further defensive structures extending to depths of approximately four and five metres along the north-eastern and south-eastern seabed (Preshlenov, 2022, Section 4). The distribution of these remains acquires geographical significance in light of the peninsula's coastal erosion, evidenced by wave-cut notches identified between five and six metres below present sea level along the rocky southern harbour. A more detailed reconstruction of the historical coastal landscape appears in Preshlenov's (2023, p. 243) topographical profile of the south-eastern sector, connecting the surviving architectural evidence with changes in shoreline position. Profile XI identifies a pre-Roman defensive wall and tower alongside a proposed fifth-century BCE shoreline and modern coastal protection structures, placing different phases of the peninsula's development within the same geographical section. The proposed ancient shoreline permits an examination of the fortifications' original coastal setting, although its reconstructed course carries a different evidential status from the surviving masonry. This distinction becomes especially relevant to the architectural chronology of Mesambria, as differences in construction techniques and elevation must be assessed in relation to the changing coastal terrain before the successive phases of its defensive system can be established.

The massive stone-block walls attributed to Mesambria's Greek polis differ from the mortar-bonded and *opus mixtum* constructions of Late Antiquity, their masonry reflecting separate phases of fortification (Prahov et al., 2018, p. 728). The chronological attribution of these structures, however, requires archaeological evidence beyond the identification of building techniques, particularly as their surviving sections occupy different coastal locations. Preshlenov (2022, Section 4) records Classical fortifications near the four- and five-metre isobaths along the north-eastern and south-eastern seabed. Early Byzantine curtain walls occur at approximately two to three metres below present sea level, including a fifth-century CE section documented around 110 metres seaward of the former Church of St George the Old (Preshlenov, 2022, Section 4). These measurements identify the present positions of individual structures, but their original proximity to the ancient shoreline remains uncertain amid subsequent coastal alteration. The architectural differences establish a historical sequence of construction across the peninsula, with the precise spatial connections among these defensive structures and their organisation within a continuous fortification system remaining archaeologically uncertain.

The historical plans of Nessebar prepared by Karl Finke and Helmuth von Moltke in 1837, together with Karel Škorpil's 1906 survey, preserve cartographic records of the peninsula from successive periods of its modern history (Preshlenov, 2023, pp. 233–234). Their geographical content permits comparison with later topographical surveys, although differences in scale, purpose, and surveying techniques limit the precision of any proposed reconstruction. Preshlenov (2022, Section 2) examines these records alongside cadastral documentation and bathymetric measurements, relating historical representations of the shoreline to the present seabed topography. The bathymetric evidence identifies the current underwater setting of surviving fortifications, and the dated maps provide reference points for investigating subsequent alterations in the coastal terrain. The interval separating these documents from the construction of Mesambria's ancient defences remains substantial, particularly for structures attributed to the Classical period. The original coastal positions of these fortifications require examination in relation to their architectural chronology and independently documented environmental changes, as nineteenth- and twentieth-century maps record geographical conditions established centuries after the construction of the ancient settlement.

Preshlenov's (2023, p. 243) topographical Profile XI of Mesambria's south-eastern coast presents a pre-Roman defensive wall and tower in proximity to a proposed reconstruction of the fifth-century BCE shoreline. The surviving masonry establishes the location of ancient construction, and the reconstructed coastal alignment offers a historical reference for examining the position of these structures within an earlier maritime environment. Their juxtaposition permits a tentative assessment of the relationship between defensive architecture and coastal topography, although the proposed shoreline remains an interpretation supported by archaeological and geomorphological evidence. The profile provides a localised reconstruction of the coastal setting, with the continuity of neighbouring fortifications and the wider organisation of the settlement remaining archaeologically unresolved. Mesambria's submerged architecture consequently enlarges the geographical evidence available for reconstructing its urban history, but the distinction between documented structures and hypothetical spatial arrangements remains fundamental to any account of the ancient city's historical extent.

3. Archaeological Evidence and the Institutional Recognition of Heritage

The retrospective Statement of Outstanding Universal Value, adopted in 2010, elaborates the cultural significance of Nessebar's 1983 World Heritage inscription under criteria (iii) and (iv) (UNESCO World Heritage Committee, 1983, 2010). Its historical account identifies the architectural legacy of Thracian, Greek, Roman, and medieval occupation, locating the settlement's recognised cultural value in the accumulated material remains of its urban development. The 2023 ICOMOS evaluation introduces greater archaeological

specificity in its discussion of submerged Byzantine fortifications, earlier defensive walls, and vestiges of an ancient street associated with the maritime areas proposed for protection (ICOMOS, 2023, p. 523). These structures enter the evaluation as identifiable components of the ancient settlement, their location and architectural characteristics informing the proposed extension of the World Heritage boundaries. The retrospective statement defines the historical and architectural attributes supporting Nessebar's Outstanding Universal Value; the ICOMOS assessment addresses the physical extent of the property and the archaeological evidence relevant to its conservation. The differing levels of detail reflect these documentary purposes, making the historical contextualisation of individual submerged structures and their connection to specific conservation decisions more informative than the frequency of their appearance in institutional records.

ICOMOS's 2023 evaluation identifies seabed disturbance and maritime traffic among the risks facing Nessebar's submerged archaeological remains, recommending restrictions on potentially damaging activities around the peninsula (p. 525). Its consideration of port and marina relocation extends these concerns to the longer-term presence of maritime infrastructure near the protected areas. Interventions affecting the seabed present immediate risks to surviving masonry and archaeological deposits; coastal construction requires a separate assessment of its potential consequences for the surrounding maritime environment. The proposed measures address the vulnerability of archaeological structures to activities occurring beyond their immediate locations and the corresponding responsibilities of conservation authorities. The historical value attributed to these remains informs recommendations concerning navigation, construction, and seabed disturbance, with the protection of individual structures closely associated with conditions across the surrounding maritime area. ICOMOS's assessment accordingly treats the conservation of Mesambria's underwater archaeology as a matter of managing the coastal environment, although the practical adoption of its recommendations remains subject to decisions by the responsible authorities.

The World Heritage Committee approved the modification of Nessebar's maritime boundaries in 2023 and requested revised cartographic documentation identifying the protected property and its buffer zone (UNESCO World Heritage Committee, 2023, Decision 45 COM 8B.70, paras. 2, 4). Its recommendations called for further underwater investigations to expand the national archaeological inventory and for the completion of a Conservation and Management Plan incorporating the protection and monitoring of submerged remains (paras. 3(2)–3(3)). The Committee separately recommended the inclusion of underwater cultural heritage values in heritage impact assessments for proposed coastal developments, recognising the relevance of submerged archaeology to decisions affecting the peninsula's maritime environment (para. 3(4)). These provisions assign

archaeological documentation a role in the proposed conservation arrangements, particularly in identifying structures requiring protection and informing assessments of activities near the designated areas. The approved boundary modification formally incorporated the maritime zones into the World Heritage property; the accompanying recommendations envisaged the use of archaeological knowledge in subsequent management and planning decisions, with their practical implementation dependent on further action by the Bulgarian authorities.

ICOMOS's 2023 evaluation identifies ancient defensive walls, Byzantine fortifications, and the vestiges of a historic street among the archaeological remains considered in the proposed extension of Nessebar's World Heritage boundaries (p. 523). Their architectural features and documented locations provide material evidence for assessing the maritime areas associated with ancient Mesambria, although the archaeological descriptions serve a more specific purpose than the territorial provisions subsequently approved by the World Heritage Committee. The Committee's decision incorporated the designated maritime areas into the protected property and recommended further investigation and conservation planning (UNESCO World Heritage Committee, 2023, Decision 45 COM 8B.70, paras. 2–3). Within these records, the recognition of submerged archaeology acquires two identifiable expressions: the expert assessment of surviving structures and the formal designation of the areas proposed for protection. Their contribution to Mesambria's historical identity, however, rests on a further interpretative question concerning the historical periods, architectural characteristics, and cultural values attributed to the remains in official heritage accounts. The institutional recognition of the maritime landscape consequently acquires historical significance from the particular descriptions of its archaeological past, a relationship that requires closer scrutiny of the language and priorities of conservation discourse.

4. Conservation Discourse and the Politics of Historical Representation

Nessebar's recognised cultural value under criteria (iii) and (iv) encompasses the archaeological testimony of successive civilisations and the surviving architectural fabric of the historic peninsula, including ancient fortifications, medieval religious monuments, and residential buildings (UNESCO World Heritage Committee, 2010, Decision 34 COM 8E). Beyond the present shoreline, submerged defensive walls, Byzantine fortifications, and vestiges of an ancient street preserve further evidence of Mesambria's former urban extent, although their historical attribution requires consideration of the archaeological record. These structures receive particular consideration in the 2023 ICOMOS evaluation, where their documented locations and architectural characteristics contribute to the assessment of the proposed maritime boundary modification (ICOMOS, 2023, p. 523). Their identification in this context establishes a specific connection between surviving archaeological

fabric and the geographical limits proposed for conservation, without implying that the retrospective statement attributes lesser cultural importance to the submerged remains. Nessebar's official heritage documentation consequently presents its past at different levels of detail: the recognised cultural value encompasses the settlement's successive historical periods, and the assessment of maritime protection identifies particular underwater structures as evidence relevant to the preservation of the ancient urban landscape.

The retrospective Statement of Outstanding Universal Value records the pressures of construction, alterations to historic buildings, and coastal interventions upon Nessebar's integrity, particularly in relation to the preservation of its successive cultural layers (UNESCO World Heritage Committee, 2010, Decision 34 COM 8E). Architectural form, historic materials, and the character of the surviving urban fabric figure prominently in its assessment of authenticity, although the statement offers little detailed consideration of the archaeological condition of structures beneath the sea. The proposed maritime boundary extension received a more explicit justification in the 2023 ICOMOS evaluation, linking the protection of submerged archaeological remains to the strengthening of the World Heritage property's integrity (ICOMOS, 2023, pp. 523–525). Such territorial protection acknowledges the importance of the underwater structures within Mesambria's archaeological landscape, but their authenticity requires separate consideration of surviving masonry, original location, and the reliability of the archaeological contexts supporting their historical attribution. The expanded boundaries accordingly recognise a more extensive portion of the ancient settlement's material remains, although the formal protection of these areas and the detailed historical interpretation of their constituent structures remain distinct aspects of heritage conservation.

The World Heritage Committee (2023) recommended a feasibility study concerning public access to Nessebar's underwater archaeological sites via maritime archaeological routes and the exploration of further interpretative initiatives (Decision 45 COM 8B.70, para. 3(5)). Preshlenov (2023, p. 243) documents a pre-Roman defensive wall and tower in Profile XI in relation to the reconstructed fifth-century BCE shoreline of Mesambria. His earlier research examines changes in sea level and coastal morphology, establishing a broader geographical context for the differences between the ancient shoreline and the peninsula's present coastal contours (Preshlenov, 2022, Sections 2, 4). These archaeological and environmental findings could inform a public account of Mesambria's former urban geography, particularly the historical position of defensive structures now submerged, although the Committee's decision specifies no interpretative content or completed programme.

The World Heritage Committee's 2025 decision welcomed the completed assessment of the attributes supporting Nessebar's Outstanding Universal Value and acknowledged progress in preparing the Conservation and Management Plan, although the plan still awaited finalisation (UNESCO World Heritage Committee, 2025, Decision 47 COM 7B.101, paras. 3–5). The potential effects of port and marina facilities on underwater cultural heritage remained unresolved, and the Committee reiterated its recommendations concerning their relocation and the rehabilitation of the affected areas (para. 11). The 2026 decision approved a minor boundary modification involving the buffer zone associated with Nessebar's ancient necropolis and recommended its incorporation into heritage management arrangements, including provisions for archaeological monitoring (UNESCO World Heritage Committee, 2026, Decision 48 COM 8B.41, paras. 2–3). These decisions address particular conservation and management requirements, with submerged remains considered in relation to maritime infrastructure and the necropolis to territorial protection; their provisions concern the administration of archaeological heritage rather than a renewed historical interpretation of Mesambria's underwater structures.

5. Spatial Visibility, Cultural Memory and the Construction of Historical Identity

Preshlenov's (2022, Sections 2, 4) examination of sea-level fluctuations and coastal erosion traces the historical transformation of Nessebar's shoreline, with particular relevance to the changing geographical setting of Mesambria's defensive architecture. This coastal history acquires archaeological specificity in Profile XI, as Preshlenov (2023, p. 243) examines a pre-Roman defensive wall and tower against a reconstructed fifth-century BCE shoreline. Their present submergence contrasts with the ancient coastal conditions reconstructed from the archaeological record, exposing the limitations of interpreting Mesambria's historical geography exclusively from the peninsula's extant urban fabric. The documented positions of these fortifications retain evidence of an earlier coastal organisation and establish an archaeological perspective on the settlement's architectural past beyond the geographical limits suggested by its contemporary appearance.

Preshlenov's (2023, p. 243) documentation of a pre-Roman defensive wall and tower in Profile XI, considered against a reconstructed fifth-century BCE shoreline, provides a specific archaeological record of Mesambria's coastal fortifications. The historical value of this evidence acquires a different significance in Assmann's (2011) conception of cultural memory, as the past assumes collective meaning within established practices of remembrance, symbolic representation, and cultural transmission. Mesambria's submerged defences offer material testimony to the organisation of the ancient settlement's coastal boundaries, a history that cultural narratives might associate with the architectural identity of the city and its changing maritime geography. Such an interpretation would extend the historical account of Nessebar beyond its surviving urban

fabric, although the archaeological sources establish the material grounds for this reading without documenting its reception in contemporary collective memory.

Ancient defensive walls, Byzantine fortifications, and vestiges of an ancient street feature in ICOMOS's (2023, p. 523) assessment of Nessebar's submerged archaeological heritage. The chronological differentiation of the defensive structures preserves the distinction between earlier and Byzantine phases of construction, revealing successive periods of architectural activity along Mesambria's historic coastline. Their archaeological identification informed the proposed maritime boundary extension, subsequently approved by the World Heritage Committee (UNESCO World Heritage Committee, 2023, Decision 45 COM 8B.70, para. 2). The official documentation records the submerged structures as material traces of different historical periods, and their inclusion in the protected maritime territory establishes a further institutional connection between the surviving architecture and the recognised archaeological heritage of the ancient city.

ICOMOS's (2023, p. 523) identification of ancient defensive walls, Byzantine fortifications, and vestiges of an ancient street situates archaeological expertise at the centre of Mesambria's institutional historical representation, consistent with the authority of specialist knowledge scrutinised in Smith's (2006) critique of authorised heritage discourse. The chronological and architectural differentiation of these remains affords the submerged settlement a distinct historical presence in official heritage documentation, preserving the particularities of successive phases of coastal construction within the recognised archaeological record. Assmann's (2011) conception of cultural memory introduces a necessary qualification: institutional recognition cannot be equated with the cultural transmission of historical meaning, sustained by socially established narratives, symbolic practices, and collective remembrance. The archaeological investigations and heritage assessments document the historical attribution and conservation status of the submerged structures, although their reception within contemporary cultural practices lies outside the questions addressed by these sources. Nessebar's institutional representation of historical identity nevertheless incorporates the architectural plurality of Mesambria's maritime past, acknowledging successive periods of urban occupation in material remains situated beyond the surviving fabric of the historic peninsula.

6. Conclusion

The submerged fortifications of ancient Mesambria, interpreted in conjunction with reconstructed shorelines, provide archaeological evidence for the historical position of defensive structures beyond Nessebar's present coastline. Their architectural chronology and geographical setting require separate consideration, since the existing underwater locations cannot be equated with the coastal conditions prevailing during their

construction and use. Archaeological dating establishes the historical context of particular structures, and coastal reconstructions clarify the environmental changes relevant to their spatial interpretation. The surviving architecture of the historic peninsula therefore constitutes an incomplete material record of Mesambria's coastal development; its submerged defensive remains retain evidence of earlier urban arrangements that enrich the geographical interpretation of the ancient settlement. At Nessebar, the institutional recognition of submerged heritage incorporates an architectural record distinguished by successive historical periods, although differences in documentary detail arise from the particular responsibilities of heritage authorities and remain insufficient grounds for establishing a hierarchy of cultural significance among individual archaeological remains.

ICOMOS's (2023, p. 523) assessment distinguishes ancient defensive structures from later Byzantine fortifications, recording architectural and chronological differences within Mesambria's submerged archaeological landscape. These historical attributions inform the evaluation of maritime heritage subsequently addressed by the World Heritage Committee in its approval of revised property boundaries and recommendations for further conservation measures (UNESCO World Heritage Committee, 2023, Decision 45 COM 8B.70, paras. 2–3). The analysis of institutional historical visibility establishes a distinction between the formal recognition of archaeological territory and the historical characterisation of individual remains, with the documentary treatment of each reflecting the specific purposes of institutional assessment. At Nessebar, the architectural diversity of the submerged settlement receives explicit recognition within official heritage discourse, although differences in descriptive detail offer insufficient grounds for attributing unequal cultural significance to individual structures. This relationship between archaeological evidence and institutional interpretation clarifies the historical dimensions of heritage protection, particularly the significance accorded to material remains associated with successive periods of Mesambria's urban development.

The World Heritage Committee (2023) recommended a feasibility study for public access to Nessebar's underwater archaeological sites via maritime archaeological routes and the exploration of additional interpretative initiatives (Decision 45 COM 8B.70, para. 3(5)). This proposal acknowledges the potential for archaeological knowledge already documented in scientific research and heritage assessments to inform public narratives of Mesambria's coastal past, although the decision leaves the content and implementation of such initiatives unspecified. The archaeological publications and institutional documents analysed in this study provide insufficient evidence to assess visitors' experiences, local practices of remembrance, or the reception of submerged heritage within contemporary cultural life. Mesambria's underwater architecture nevertheless occupies an identifiable place in the institutional representation of Nessebar's past, its documented historical

characteristics extending the official account of the ancient settlement beyond the surviving urban fabric, with the social interpretation of this maritime inheritance remaining distinct from its archaeological recognition and formal protection.

References

- Assmann, J. (2011). *Cultural memory and early civilization: Writing, remembrance, and political imagination*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511996306>
- Centre for Underwater Archaeology. (2022, May 17). *Несебър* [Nessebar]. <https://cua-sozopol.com/nesebar/>
- Harrison, R. (2013). *Heritage: Critical approaches*. Routledge.
- International Council on Monuments and Sites. (2023). *ICOMOS evaluations of nominations of cultural and mixed properties to the World Heritage List* (WHC/23/45.COM/INF.8B1). UNESCO World Heritage Centre. <https://whc.unesco.org/archive/2023/whc23-45com-inf8B1-en.pdf>
- Prahov, N., Dimitrov, K., Velkovski, K., Draganov, V., Georgiev, P., Georgieva, Z., Trendafilova, L., & Preshlenov, H. (2018). Комплексно археологическо проучване на акваторията на „Старинен град Несебър“ [Comprehensive archaeological investigation of the waters of the Ancient City of Nessebar]. In *Археологически открития и разкопки през 2017 г.* [Archaeological discoveries and excavations in 2017] (pp. 725–727). https://eprints.soton.ac.uk/455248/1/Prahov_et_al._2018_Nesebar.pdf
- Preshlenov, H. (2020). Подводна археология и история в Несебър (1960–2020 г.) [Underwater archaeology and history in Nessebar (1960–2020)]. *Bulgarian e-Journal of Archaeology*, 10(2), 233–252. <https://doi.org/10.57573/be-ja.10.233-252>
- Preshlenov, H. (2022). Postglacial Black Sea level rising, urban development and adaptation of historic places: The case study of the city-peninsula of Nessebar (Bulgaria). *Internet Archaeology*, 60, Article 5. <https://doi.org/10.11141/ia.60.5>
- Preshlenov, H. (2023). Mesambria Pontica: Coevolution of maritime community and coastal landscape. *Bulgarian e-Journal of Archaeology*, 13(2), 233–272. <https://doi.org/10.57573/be-ja.13.233-272>
- Smith, L. (2006). *Uses of heritage*. Routledge.
- UNESCO World Heritage Committee. (1983). *Inscription: The Ancient City of Nessebar (Bulgaria)* (Decision 7 COM VIII). UNESCO World Heritage Centre. <https://whc.unesco.org/en/decisions/3951/>
- UNESCO World Heritage Committee. (2010). *Adoption of retrospective Statements of Outstanding Universal Value* (Decision 34 COM 8E). UNESCO World Heritage Centre. <https://whc.unesco.org/en/decisions/4261/>

- UNESCO World Heritage Committee. (2023). *Minor boundary modifications: Ancient City of Nessebar, Bulgaria* (Decision 45 COM 8B.70). UNESCO World Heritage Centre. <https://whc.unesco.org/en/decisions/8363/>
- UNESCO World Heritage Committee. (2025). *Ancient City of Nessebar (Bulgaria)* (Decision 47 COM 7B.101). UNESCO World Heritage Centre. <https://whc.unesco.org/en/decisions/8825/>
- UNESCO World Heritage Committee. (2026). *Minor boundary modification: Ancient City of Nessebar (Bulgaria)* (Decision 48 COM 8B.41). UNESCO World Heritage Centre. <https://whc.unesco.org/en/decisions/9195/>

V. PHILIPPOS'UN KÜÇÜK ASYA POLİTİKASI

İzzettin SAİN¹/Doç. Dr. Mesut KINACI²

¹Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Tarih Anabilim Dalı (Eskişehir Tarihi), Yüksek

Lisans Öğrencisi, yl2430290009@ogr.sdu.edu.tr, 0000-0003-0689-7122

²Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Tarih Anabilim Dalı (Eskişehir Tarihi),

mesutkinaci@sdu.edu.tr, 0000-0003-4700-4415

Özet

MÖ 221 yılında Makedonya tahtına geçen V. Philippos, iktidarının ilk yıllarında Hellas ana karasında hakimiyetini pekiştirmiş ve Roma ile girdiği Birinci Makedonya Savaşı'nı MÖ 205 yılındaki Phoinike Barışı ile sonlandırmıştır. Batı sınırını güvence altına alan ve Roma'nın bölgeden çekilmesiyle hareket alanı kazanan Makedonya Kralı, dış politikasının ağırlık merkezini Ege ve Küçük Asya kıyılarına kaydırmıştır. Bu çalışmanın amacı, V. Philippos'un Küçük Asya'ya yönelik yayılmacı stratejisini, bölgedeki siyasi ittifaklarını ve bu politikanın Doğu Akdeniz güç dengeleri üzerindeki etkilerini incelemektir. V. Philippos, Küçük Asya'daki hedefleri doğrultusunda Bithynia Kralı I. Prusias ve Seleukos Kralı III. Antiokhos ile iş birliği yaparak stratejik kentleri ve ticaret yollarını kontrol altına almaya başlamıştır. Ancak Makedonya'nın Küçük Asya kıyılarındaki bu agresif genişlemesi, bölgenin deniz gücü Rodos ile Pergamon Krallığı'nın ekonomik ve siyasi çıkarlarını doğrudan tehdit etmiştir. Tehdidin büyümesi üzerine Pergamon ve Rodos'un Roma'dan yardım talep etmesi, Küçük Asya merkezli krizi daha büyük bir boyuta taşımıştır. Sürece müdahil olan Roma, önce diplomatik hamlelerle V. Philippos'un bölgedeki nüfuzunu kırmaya çalışmış, ardından İkinci Makedonya Savaşı'nı başlatmıştır. MÖ 197'deki Kynoskephalai Muharebesi'nde alınan ağır yenilgi, V. Philippos'un Küçük Asya'daki yayılmacı emellerine kesin olarak son vermiş ve Makedonya'yı yeniden Hellas sınırlarına hapsedmiştir. Sonuç olarak V. Philippos'un Küçük Asya politikası, Makedonya'nın imparatorluk vizyonunu gerçekleştiremediği gibi Roma'nın Küçük Asya ve Doğu Akdeniz siyasetinde kalıcı bir aktör haline gelmesine zemin hazırlamıştır.

Anahtar kelimeler: Roma, Makedonya, Rodos-Pergamon, , Roma-Makedon Savaşları, Küçük Asya

PHILIPPOS V'S POLICY IN ASIA MINOR

Abstract

Philip V, who ascended the Macedonian throne in 221 BCE, consolidated his rule over mainland Hellas during the early years of his reign and brought the First Macedonian War against Rome to a close with the Peace of Phoenice in 205 BCE. Having secured his western border and gained room to maneuver following Rome's withdrawal from the region, the King of Macedonia shifted the focus of his foreign policy to the coasts of the Aegean and Asia Minor. The purpose of this study is to examine Philip V's expansionist strategy toward Asia Minor, his political alliances in the region, and the effects of this policy on the balance of power in the Eastern Mediterranean. In pursuit of his objectives in Asia Minor, Philip V began to bring strategic cities and trade routes under his control by collaborating with King Prusias I of Bithynia and King Antiochus III of the Seleucid Empire. However, Macedonia's aggressive expansion along the coast of Asia Minor directly threatened the economic and political interests of Rhodes—the region's naval power—and the Kingdom of Pergamon. As the threat grew, Pergamon and Rhodes's request for assistance from Rome escalated the Asia Minor-centered crisis to a larger scale. Rome, having intervened in the process, first attempted to undermine Philip V's influence in the region through diplomatic maneuvers, and subsequently launched the Second Macedonian War. The crushing defeat suffered at the Battle of Cynoscephalae in 197 BCE put a definitive end to Philip V's expansionist ambitions in Asia Minor and confined Macedonia once again within the borders of Hellas. As a result, Philip V's policy toward Asia Minor not only failed to realize Macedonia's imperial vision but also paved the way for Rome to become a permanent player in the politics of Asia Minor and the Eastern Mediterranean.

Keywords: Rome, Macedonia, Rhodes–Pergamon, Roman–Macedonian Wars, Asia Minor

MÜZAKERE EDİLEBİLİRLİK EŞİĞİ: ESKİŞEHİR BÜYÜKŞEHİR MECLİSİNDE GÖÇMENİN SIFIR GÖRÜNÜRLÜĞÜ (2012-2026)

Öğr. Gör. Dr. Canan ÇETİN¹

¹Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Uluslararası İlişkiler Bölümü

canantune@gmail.com, ORCID: 0000-0001-6228-6313

Özet

Yerel bir meclis, kentte fiilen yaşayan bir nüfusu on dört yıl boyunca hiç konuşmazsa bu sessizlik neyin kanıtı sayılmalıdır? Çalışma, Eskişehir Büyükşehir Belediyesi'nin 2012 ile 2026 arasındaki müzakere kaydını bu soruyla taramaktadır. Arşivde tespit edilen 750 belgenin 725'i, yani meclis gündemleri, karar özetleri, tam kararlar ve komisyon raporları, yaklaşık 15,3 milyon karakterlik bir külliyat olarak çözümlenmiştir. Bilinçli olarak genişletilmiş bir anahtar kelime ağı kurulmuş, her ham isabetin bağlamı ayrı ayrı okunmuştur. Sonuç mutlak bir sıfır olarak karşımıza çıkmaktadır. On dört yıllık kayıta göçmene ya da mülteciye ilişkin tek bir karar veya gündem maddesi bulunmamaktadır. Eskişehir'in resmî bir uydu kent olması ve göçmenin belediyenin idari aygıtı içinde fiilen görünmesi, bu sıfırı daha da dikkate değer kılmaktadır. Sıfırın anlamı ancak dolu bir gündeme karşı ölçüldüğünde ortaya çıkmaktadır. Aynı meclis engelli sakinleri oturumlarının yüzde on beşinde, korunmaya muhtaç çocukları yüzde sekizinde, yaşlıları yüzde beşinde görüşmektedir. Göçmenin dışarıda kalması bu nedenle küçük nüfusla açıklanamaz, kategorik bir dışlanma olarak değerlendirilmektedir. Örüntü 2024'teki başkanlık değişiminde de bozulmamış, dolayısıyla tek bir siyasetçinin tercihinin indirgenememektedir. İdari faaliyet raporları ise göçmeni yalnızca dar bir kalıpta kaydetmektedir, diğer bir deyimle toplumsal cinsiyetlendirilmiş, kırılğan, sivil toplum eliyle yürütülen ve dış fonla finanse edilen mülteci kadın olarak görmektedir. Bu görünürlük hibe döngüsüyle birlikte doğmakta ve onunla birlikte sona ermektedir. Çalışma örüntüyü karar almama, insani akıl ve dahil ederek dışlama kavramlarıyla okumakta, başka kentlere taşınabilir bir ölçüt olarak müzakere edilebilirlik eşliğini önermektedir.

Anahtar kelimeler: göçmen görünürlüğü, yerel yönetim, karar almama, toplumsal cinsiyet, uydu kent

THE THRESHOLD OF NEGOTIABILITY: THE ZERO VISIBILITY OF THE MIGRANT IN THE ESKISEHIR METROPOLITAN COUNCIL (2012-2026)

Abstract

If a local council never speaks of a population actually living in the city for fourteen years, of what should this silence be considered proof? The study examines the negotiation records of the Eskisehir Metropolitan Municipality between 2012 and 2026 with this question. 750 of the 750 documents identified in the archive, in other words council agendas, decision summaries, full decisions and commission reports, have been analyzed as a corpus of approximately 15.3 million characters. A consciously expanded keyword network was established, and the context of every raw hit was read individually. The result confronts us as an absolute zero. In the fourteen-year record, there is not a single decision or agenda item regarding the immigrant or refugee. The fact that Eskisehir is an official satellite city and the immigrant is actually visible within the administrative apparatus of the municipality makes this zero even more noteworthy. The meaning of zero only emerges when measured against a full agenda. The same council discusses disabled residents in fifteen percent of the sessions, children in need of protection in eight percent, and the elderly in five percent. The exclusion of the immigrant cannot therefore be explained by a small population, it is evaluated as a categorical exclusion. The pattern was not disrupted even during the mayoral change in 2024, and therefore cannot be reduced to the preference of a single politician. Administrative activity reports, on the other hand, record the immigrant only in a narrow mold, in other words seeing them as a gendered, vulnerable refugee woman run by civil society and financed by foreign funds. This visibility is born together with the grant cycle and ends with it. The study reads the pattern through the concepts of non-decision making, humanitarian reason and inclusive exclusion, and proposes the threshold of negotiability as a metric portable to other cities.

Keywords: migrant visibility, local governance, non-decision-making, gender, satellite city

TÜRKİYE’NİN DIŞ TİCARETİNDE YAPISAL DÖNÜŞÜM VE TİCARET ORTAKLARININ DEĞİŞEN COĞRAFYASI

Arş. Gör. Dr. Müge PEŞTERE AKÇAY

Pamukkale Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve Finansman Bölümü

Çalışma alanı: Uluslararası Ticaret, Uluslararası Finans | mpestere@pau.edu.tr, ORCID:

<https://orcid.org/0000-0003-4700-9769>

Özet

Bu çalışma, Türkiye’nin dış ticaretindeki yapısal dönüşümü ürün kompozisyonu, ticaret ortaklarının coğrafi dağılımı ve dış ticaret ile yatırım politikalarının etkileşimi çerçevesinde incelemektedir. Tarihsel ve karşılaştırmalı betimleyici yaklaşım kapsamında 1989–2022 dönemi dört alt dönemde değerlendirilmekte; 2021–2024 ürün grubu toplamaları ve 2023–2025 ülke bazlı ticaret değerleri ayrıca analiz edilmektedir. Seçilmiş HS2 ürün grupları için Grubel–Lloyd indeksi hesaplanmış, yakın dönem ülke verilerinden ticaret payları ve yoğunlaşma göstergeleri türetilmiştir. Bulgular, 1980 sonrasında ihracatın imalat sanayi ağırlıklı bir yapıya dönüştüğünü; buna karşılık enerji, ara malı ve sermaye malı tedarikinin dış ticaret dengesi açısından önemini koruduğunu göstermektedir. Otomotiv ve makine gruplarında iki yönlü ticaret belirginken mineral yakıtlarda net ithalat ağırlığı öne çıkmaktadır. İhracatta Avrupa pazarları ve ABD’nin, ithalatta ise Rusya ve Çin’in önemli konumları, satış pazarları ile tedarik kaynakları arasında coğrafi bir asimetriye işaret etmektedir. Çin 2024’te en büyük ithalat kaynağı olmuş ve 2025’te Rusya ile arasındaki farkı artırmıştır. Bulgular, ihracat performansının brüt değerlerin yanı sıra yerli katma değer, kritik girdi tedariki ve pazar çeşitliliği üzerinden değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Politika tartışması, enerji verimliliği, tedarikçi çeşitlendirmesi, Avrupa üretim ağlarıyla bütünleşme ve yatırım teşviklerinin ölçülebilir verimlilik kazanımlarına yönlendirilmesi üzerinde yoğunlaşmaktadır.

Anahtar kelimeler: Türkiye dış ticareti, yapısal dönüşüm, ticaret ortakları, endüstri içi ticaret, yatırım politikası.

JEL sınıflandırması: F13, F14, F15, F21, O24.

STRUCTURAL TRANSFORMATION IN TÜRKİYE’S FOREIGN TRADE AND THE CHANGING GEOGRAPHY OF ITS TRADING PARTNERS

Abstract

This study examines the structural transformation of Türkiye’s foreign trade through changes in product composition, the geographical distribution of trading partners, and the interaction between trade and investment policies. A historical and comparative descriptive approach is applied to four subperiods spanning 1989–2022, supplemented by product-group totals for 2021–2024 and country-level trade values for 2023–2025. Grubel–Lloyd indices are calculated for selected HS2 product groups, while trade shares and concentration measures are derived from recent country-level data. The findings indicate that exports shifted towards manufacturing after 1980, whereas energy, intermediate goods, and capital goods continued to play an important role in the trade balance. Two-way trade is pronounced in vehicles and machinery, while mineral fuels exhibit a substantial net import position. The prominence of European markets and the United States as export destinations, alongside Russia and China as import sources, indicates a geographical asymmetry between sales markets and supply sources. China became Türkiye’s largest import source in 2024 and widened its lead over Russia in 2025. These findings suggest that export performance should be assessed alongside domestic value added, critical input supply, and market diversification. The policy discussion focuses on energy efficiency, supplier diversification, integration into European production networks, and investment incentives linked to measurable productivity gains.

Keywords: Türkiye’s foreign trade, structural transformation, trading partners, intra-industry trade, investment policy.

JEL classification: F13, F14, F15, F21, O24.

1. GİRİŞ

Dış ticaretin ekonomik gelişmeye katkısı, bir ekonominin uluslararası pazarlara ne ölçüde satış yaptığı, yanı sıra hangi ürünlerde uzmanlaştığına, üretim sürecinde ne kadar yerli katma değer oluşturduğuna ve ihtiyaç duyduğu girdileri hangi kaynaklardan sağladığına bağlıdır. İhracat artışı üretim ölçeğini genişletebilir, firmaların yeni teknolojilere erişimini kolaylaştırabilir ve döviz kazanma kapasitesini destekleyebilir. Bununla birlikte ihracata yönelik üretimin enerji, ara malı ve sermaye malı ithalatı gerektirmesi, ihracattaki genişlemenin dış ticaret dengesine aynı ölçüde yansımaları sınırlandırabilir. Dolayısıyla dış ticaret performansının değerlendirilmesi, ihracat ve ithalatın ürün bileşimi ile satış pazarlarının ve tedarik kaynaklarının birlikte incelenmesini gerektirmektedir.

Üretimin farklı aşamalarının ülkeler arasında paylaşılması, bu değerlendirmeyi daha da önemli hale getirmiştir. Küresel değer zincirleri içinde bir ülke, belirli bir sanayi ürününün hem ihracatçısı hem de ithalatçısı olabilir; ithal edilen parçalar ve bileşenler başka ürünlerin üretiminde kullanılarak yeniden dış pazarlara sunulabilir. Bu yapı, dış pazarlara katılım ile ulusal üretim kapasitesi arasında yeni bağlantılar oluştururken brüt ihracat değerinin ülkede yaratılan katma değerden ayrılmasını da gerekli kılmaktadır. Dünya Bankası (2020), küresel değer zincirlerine katılımın gelişme olanaklarını ticaret ve yatırım politikaları, bağlantı altyapısı ve kurumsal koşullarla birlikte değerlendirmektedir. Bu çerçevede ihracatın sanayi ürünleri lehine değişmesi, üretimin niteliğine ilişkin önemli bir gösterge olmakla birlikte teknolojik yetkinlik ve yerli katma değer hakkında tek başına yeterli bilgi sunmamaktadır.

Türkiye'nin dış ticaret deneyimi, sanayi ihracatının gelişmesi ile dış girdi ihtiyacının birlikte incelenebileceği bir örnek oluşturmaktadır. İthal ikamesine dayalı sanayileşme döneminde oluşturulan üretim kapasitesi, 1980 sonrasında ihracata yönelme ve ticaretin serbestleştirilmesiyle farklı bir rekabet ortamına taşınmıştır. Avrupa Birliği ile 1996 yılında işlerlik kazanan Gümrük Birliği ise sanayi ürünlerinde pazara erişim ve düzenleyici uyum bakımından bu dönüşümün kurumsal boyutunu güçlendirmiştir. Dünya Bankası'nın (2014) değerlendirmesi, Gümrük Birliği'ni ticaret ve yatırım ilişkileriyle birlikte ele almakta; bütünleşmenin kazanımlarının yanında anlaşmanın kapsamına ve işleyişine ilişkin sorunları da tartışmaktadır. Böylece Türkiye'nin dış ticaret yapısı, ulusal politika tercihleri ile uluslararası üretim ilişkilerinin birlikte şekillendirdiği bir süreç içinde gelişmiştir.

Bu süreçte ihracatın imalat sanayi ağırlıklı bir yapıya ulaşması, ithalatın üretim ve yatırım açısından taşıdığı önemi ortadan kaldırmamıştır. Çalışmada kullanılan TÜİK verilerine göre 2024 yılında imalat sanayinin ihracat içindeki payı %94,1 iken ara ve sermaye mallarının ithalattaki toplam payı %84,0'dır (TÜİK, 2025a).

Bu iki gösterge, sanayi üretimi ve yabancı tedarik arasındaki ilişkinin araştırılmasını gerekli kılmaktadır. Ancak ara ve sermaye mallarının toplam ithalattaki payı, ihracatın ithal girdi içeriğinin doğrudan ölçüsü değildir. İthal girdiler iç pazara yönelik üretimde de kullanılabilir; sermaye malı ithalatı ise gelecekteki üretkenliği ve ihracat kapasitesini destekleyebilir. Buradaki temel mesele, ithalatı bütünüyle olumsuz bir unsur olarak görmekten çok, dış kaynak kullanımının üretim kapasitesi ve dış ticaret dengesiyle nasıl ilişkilendiğini açıklamaktır.

Dış ticaretteki dönüşümün bir diğer boyutu, ihracat pazarları ile ithalat kaynaklarının coğrafi dağılımıdır. Yerleşik pazarlara erişim, firmalara talep sürekliliği ve üretim ağlarına katılım olanağı sunabilirken belirli tedarikçilere yoğunlaşma, fiyat ve teslimat koşullarındaki değişimlere duyarlılığı artırabilir. Satış pazarları ile tedarik kaynaklarının farklılaşması durumunda ekonomi, ihracat tarafında dış talep koşullarından, ithalat tarafında ise enerji ve sanayi girdilerinin maliyetlerinden etkilenebilir. Bununla birlikte ülke yoğunlaşmasının ekonomik sonuçları, ticarete konu ürünlerin niteliğine ve alternatif tedarikçilerin bulunabilirliğine bağlıdır. Bu nedenle başlıca ortakların sıralamalarındaki değişimlerin ürün yapısıyla birlikte yorumlanması gerekmektedir.

Pandemi sırasında yaşanan üretim ve taşımacılık kesintileri ile Rusya–Ukrayna savaşı sonrasındaki belirsizlikler, bu ilişkinin politika bakımından önemini artırmıştır. Türkiye’ye ilişkin 2023 tarihli DTÖ ticaret politikası incelemesinde de ülkenin büyük pazarlara yakınlığı, küresel tedarik zincirleri içindeki konumu ve ticaretin kolaylaştırılmasına yönelik uygulamaları öne çıkmaktadır (DTÖ, 2023). Bu ortamda pazar çeşitlendirmesi, tedarik güvenliği ve yatırım kararlarının birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir. Bununla birlikte ticaret değerlerindeki veya ülke sıralamalarındaki değişimlerin belirli bir küresel şoka atfedilmesi, fiyat ve miktar hareketlerinin yanı sıra ürün ve firma düzeyindeki bağlantıların da incelenmesini gerektirir.

Türkiye üzerine mevcut değerlendirmeler, bu araştırmanın hareket noktasını oluşturmaktadır. Dünya Bankası (2014), AB ile bütünleşmenin kurumsal ve ekonomik boyutlarına odaklanırken Altay (2024), 2016–2022 döneminin ticaret politikalarını ihracat çeşitlendirmesi, teknolojik kapasite, yerelleştirme ve küresel değer zincirleriyle bütünleşme hedefleri çerçevesinde incelemektedir. Bu çalışma ise söz konusu politika tartışmalarını, ürün gruplarındaki karşılıklı ticaret ile satış ve tedarik coğrafyalarının birlikte değerlendirilmesi üzerinden tamamlamaktadır. Çalışmanın katkısı, yeni bir nedensellik tahmini sunmaktan ziyade, sanayi ihracatının gelişmesi ile ithalat gereksinimlerinin ve ticaret ortaklarındaki farklılaşmanın aynı analitik çerçevede görünür kılınmasıdır.

Bu doğrultuda çalışmanın temel araştırma sorusu, Türkiye’nin ihracatındaki sanayileşmenin ürün yapısı ve ticaret ortakları bakımından nasıl bir dönüşümle birlikte gerçekleştiği ve bu dönüşümün ithalat yapısıyla ne ölçüde örtüştüğüdür. Araştırmada seçilmiş ürün gruplarındaki iki yönlü ticaretin niteliği, başlıca ihracat

pazarları ile ithalat kaynaklarının sürekliliği ve yakın dönemdeki değişimi incelenmektedir. Elde edilen örüntüler, üretim kapasitesini geliştirmeye ve dış ticaretin dayanıklılığını artırmaya yönelik yatırım politikaları açısından tartışılmaktadır. Bu yaklaşım, pazar çeşitlendirmesini mevcut ortaklarla ilişkilerin zayıflamasıyla eş tutmadan ve ithalat azalmasını tek başına bir başarı ölçütü olarak kabul etmeden değerlendirme yapmaya olanak sağlamaktadır.

Analiz, tarihsel ve karşılaştırmalı betimleyici bir araştırma tasarımına dayanmaktadır. Uzun dönemli dönüşüm 1989–2022 arasındaki dört alt dönem üzerinden değerlendirilirken seçilmiş HS2 ürün gruplarının 2021–2024 toplamaları Grubel–Lloyd indeksiyle incelenmektedir. Yakın dönem ticaret coğrafyası ise 2023–2025 ülke bazlı mal ticareti değerlerinden hesaplanan paylar ve yoğunlaşma göstergeleriyle ele alınmaktadır. Bu veri grupları farklı dönemleri ve toplulaştırma düzeylerini kapsadığından ortak bir ülke–ürün paneli olarak kullanılmamaktadır. Ürün göstergeleri ile ülke göstergeleri birbirini tamamlayan betimleyici kanıtlar sunmakta; ihracatın yerli katma değerini veya belirli bir politikanın bağımsız etkisini doğrudan ölçmemektedir.

Bulgular, otomotiv ve makine gruplarında belirgin iki yönlü ticaretin, mineral yakıtlarda ise yüksek net ithalatın öne çıktığını göstermektedir. Avrupa pazarları ve ABD’nin ihracattaki güçlü konumuna karşılık Çin ve Rusya’nın ithalattaki ağırlığı, satış ve tedarik coğrafyaları arasında farklılaşmaya işaret etmektedir. Çin’in 2024 yılında en büyük ithalat kaynağı haline gelmesi ve 2025’te Rusya ile arasındaki farkı artırması, iki ülkenin birlikte ithalattaki payının yaklaşık dörtte bir düzeyinde kalmasıyla birlikte değerlendirilmelidir. Bu sonuçlar, dış ticaret ve yatırım politikalarında ihracat hacminin yanında kritik girdi tedarikinin, üretimde yaratılan katma değer ve pazar çeşitliliğinin de gözetilmesi gerektiğini düşündürmektedir.

Çalışmanın giriş bölümünde dış ticaret politikasının tarihsel dönüşümü ile kuramsal çerçeve ve ilgili literatür ele alınmaktadır. İkinci bölüm veri kapsamını ve yöntemi açıklamaktadır. Üçüncü bölümde ürün kompozisyonu, endüstri içi ticaret ve ticaret ortaklarının dönüşümüne ilişkin bulgular sunulmaktadır. Dördüncü bölümde sonuçlar, küresel şoklar ve yatırım politikası bağlamında tartışılmakta ve politika önerileri değerlendirilmektedir.

1.1. Dış ticaret politikasının tarihsel dönüşümü

1.1.1. İthal ikamesinden ihracata yönelmeye

Cumhuriyet döneminin dış ticaret politikası tek bir korumacı dönem olarak ele alınamaz. 1930’lardaki devlet öncülüğünde sanayileşme, savaş yıllarının kısıtları, 1950’lerdeki dışa açılma girişimleri ve 1960–1970’lerin planlı ithal ikamesi farklı koşullara dayanmaktadır. Bununla birlikte özellikle planlı dönemde iç pazarın korunması ve yerli sanayi kapasitesinin geliştirilmesi belirgin hedeflerdir. İthal ikamesi nihai ürün

üretimini artırırken makine, enerji ve bazı ara girdilerin ithalatına duyulan ihtiyacı tamamen ortadan kaldırmamıştır.

24 Ocak 1980 kararlarıyla ihracatın teşviki ve dış pazarlara yönelme ekonomi politikasının merkezine taşınmıştır. Sonraki yıllarda ticaretin serbestleştirilmesi, kur politikası ve finansal düzenlemeler farklı aşamalarda ilerlemiştir. Bu dönüşümü 1980’de bir defada esnek kur rejimine geçiş olarak nitelendirmek doğru değildir. Asıl değişiklik, iç pazara yönelik üretim stratejisinin yerini giderek dış talebi ve uluslararası rekabeti dikkate alan bir yapıya bırakmasıdır.

İhracatın tarım ürünlerinden sanayi ürünlerine yönelmesi bu sürecin önemli sonucudur. Ancak sanayi ihracatının artması, üretimin tüm aşamalarının ülke içinde gerçekleştirildiği anlamına gelmez. Türkiye’nin dış ticaretindeki dönüşüm bu nedenle iki ayrı düzlemde değerlendirilmelidir: nihai ürün ve sanayi ihracatındaki kapasite artışı ile söz konusu kapasitenin enerji ve ara girdi tedarikine ilişkin ihtiyaçları.

1.1.2. Gümrük Birliği ve üretim ağlarıyla bütünleşme

AB ile Gümrük Birliği, sanayi ürünleri ticaretinde gümrük vergilerinin kaldırılması, ortak gümrük tarifesine uyum ve ilgili düzenleyici alanlarda yakınlaşma üzerinden Türkiye’nin ticaret rejimini etkilemiştir. Düzenleme, Türkiye’nin AB tek pazarına tüm alanlarda üyeliği anlamına gelmemektedir; hizmetler ve temel tarım ürünleri aynı kapsamda değildir. İşlenmiş tarım ürünlerinin durumu da tarımsal ve sanayi bileşenlerinin ayrımı çerçevesinde değerlendirilmelidir (Dünya Bankası, 2014).

Avrupa pazarlarına erişimin öngörülebilir hale gelmesi, firmaların kalite standartlarına uyumunu ve sınır ötesi üretim bağlantılarını destekleyen bir kurumsal zemin oluşturmuştur. Otomotiv ve makine gibi sektörlerde ticaretin karşılıklı niteliği, bu bağlantılarla birlikte okunmalıdır. Bununla birlikte Gümrük Birliği’nin katkısını tek başına gözlenen ihracat artışından çıkarmak mümkün değildir. Bu çalışmada anlaşma, ticaret ortaklarının sürekliliğini açıklayan tarihsel bir unsur olarak değerlendirilmektedir.

1.1.3. Pazar çeşitlendirmesi ve tedarik güvenliği

2000’lerde Orta Doğu, Afrika ve Asya pazarlarına yönelim, Avrupa ile ticaretin devam ettiği bir ortamda gerçekleşmiştir. Pazar çeşitlendirmesi, mevcut ortaklardan kopuş anlamına gelmek zorunda değildir; yeni pazarlardaki artışla birlikte yerleşik pazarlardaki ticaret de büyüyebilir. Bu ayrım, Avrupa’nın Türkiye ihracatında güçlü konumunu korurken bölgesel pazarların önem kazanmasını açıklamaktadır.

Küresel finans krizi sonrasında talep koşulları, pandemi sırasında üretim ve taşıma kesintileri, savaş sonrasında ise enerji maliyetleri ticaret kararlarında etkili olmuştur. Böylece politika gündemi pazara erişimden tedarik zinciri dayanıklılığına doğru genişlemiştir. Bu genişleme, verimlilik hedefinin yerini tamamen güvenlik

hedefinin aldığı şeklinde değil, firmaların maliyet hesabına tedarik riski ve teslimat sürelerini de dahil ettiği bir süreç olarak değerlendirilmelidir.

1.2. Kuramsal çerçeve ve ilgili literatür

1.2.1. Ticaretin ürün ve ülke yapısını açıklayan yaklaşımlar

Karşılaştırmalı üstünlük yaklaşımı, ülkelerin göreceli üretim maliyetlerindeki farklılıkların uzmanlaşmayı ve ticareti şekillendirdiğini belirtmektedir (Ricardo, 1817). Faktör donanımı yaklaşımı ise sermaye, emek ve doğal kaynakların göreceli bolluğunu öne çıkarmaktadır (Ohlin, 1933). Bu çerçeveler, Türkiye'nin enerji ithalatı ile emek yoğun ürün ihracatı gibi sektörler arası ticaret ilişkilerinin yorumlanmasına katkı sağlamaktadır. Bununla birlikte aynı sektör içerisinde eş zamanlı ihracat ve ithalatın bulunması, ticaretin yalnızca farklı faktör donanımlarıyla açıklanamayacağını göstermektedir.

Ölçeğe göre artan getiri, eksik rekabet ve ürün farklılaştırmasını dikkate alan yeni ticaret teorileri, benzer ürünlerin karşılıklı ticaretini açıklamaktadır (Krugman, 1979, 1980). Türkiye'nin otomotiv sektöründe ihracat ve ithalatı birlikte gerçekleştirmesi, farklı araç türleri ve üretim aşamalarına dayalı uzmanlaşmayla uyumludur. Bununla birlikte aynı HS2 grubunda yer alan iki ticaret akımının varlığı, ürünlerin kalite bakımından benzer olduğunu veya aynı üretim zincirine ait bulunduğunu tek başına kanıtlamaz. Dikey uzmanlaşmanın ve nihai ürün farklılaştırmasının ayrıştırılması için daha ayrıntılı ürün verileri gerekir.

Ticaret ortaklarının dağılımı ayrıca ekonomik büyüklük, coğrafi uzaklık, taşıma maliyetleri ve kurumsal ilişkilerle bağlantılıdır. Çekim yaklaşımı, büyük ve erişilebilir pazarlarla ticaretin daha güçlü olmasını beklemektedir. Ticaret anlaşmaları, yerleşmiş lojistik hatları, firma ağları ve uzun dönemli ticari bağlar bu ilişkiyi pekiştirebilir. Dolayısıyla Almanya'nın Türkiye ihracatındaki konumu yalnızca belirli ürünlerde karşılaştırmalı üstünlükle açıklanamaz; üretim ağları ve pazar erişimi de değerlendirmeye dahil edilmelidir. Bu çalışmada çekim modeli tahmin edilmemekte, yaklaşım ülke dağılımının yorumlanması için kullanılmaktadır.

1.2.2. Ticaret politikası ve üretim kapasitesi

Dış ticaret politikasının araçları, yerli üretimin korunması ile uluslararası rekabet gücünün geliştirilmesi arasındaki dengeyi etkilemektedir. Genç sanayi yaklaşımı, öğrenme ve ölçek kazanımı için geçici korumaya gerek duyulabileceğini savunur (List, 1841). Ancak üretiminde ithal girdi kullanan sektörlerde koruyucu önlemler maliyetleri artırabilir. Bu nedenle nihai ürüne ve üretim girdisine uygulanan önlemlerin birlikte değerlendirilmesi gerekir. Yerli tedarik kapasitesi gelişmeden gerçekleştirilen geniş kapsamlı ithalat kısıtlamaları, ihracatçının rekabet gücünü zayıflatabilir.

Teknik düzenlemeler ve sağlık standartları da ticaretin maliyetini ve pazara erişimi etkiler. Bununla birlikte bu araçların tümü korumacı önlem olarak nitelendirilemez; ürün güvenliği ve tüketicinin korunması gibi meşru amaçları bulunmaktadır. Politika değerlendirmesinde düzenlemenin varlığı kadar uygulanma biçimi, öngörülebilirliği ve firmaların uyum kapasitesi önemlidir. Türkiye'nin ticaret rejimine ilişkin DTÖ değerlendirmesi, ticaretin kolaylaştırılması ile ithalat gözetimi, teknik koşullar ve ticaret savunma araçları hakkındaki tartışmaların birlikte ele alınması gerektiğini göstermektedir (DTÖ, 2023).

1.2.3. Türkiye üzerine değerlendirmeler ve çalışmanın konumu

Dünya Bankası'nın Gümrük Birliği değerlendirmesi, Türkiye ile AB arasındaki bütünleşmenin ticaret, yatırım ve düzenleyici uyum açısından önemini ele almakta; anlaşmanın işleyişindeki asimetriler ve kapsamının genişletilmesi ihtiyacını tartışmaktadır (Dünya Bankası, 2014). Bu yaklaşım, Avrupa pazarlarının Türkiye ihracatındaki sürekliliğinin yalnızca coğrafi yakınlıkla değil, kurumsal bütünleşmeyle de ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır. Bununla birlikte Gümrük Birliği sonrasında gözlenen değişikliklerin tümü anlaşmaya atfedilemez; kur, iç talep ve küresel ticaret koşulları da aynı dönemde değişmiştir.

Altay (2024), Türkiye'nin 2016–2022 dönemindeki ticaret politikalarını DTÖ incelemesi üzerinden değerlendirmektedir. Çalışma, ihracatın çeşitlendirilmesi, teknolojik kapasitenin geliştirilmesi ve küresel değer zincirleriyle bütünleşme hedefleri ile seçici koruma ve yerelleştirme araçlarının birlikte kullanıldığını vurgulamaktadır. Bu çalışma söz konusu politika tartışmasını, seçilmiş ürün grupları ve 2023–2025 ülke değerlerinden türetilen göstergelerle tamamlamaktadır. İncelemenin katkısı, kapsamlı bir nedensellik iddiasından ziyade, üretim yapısı ile ticaret coğrafyasını birlikte değerlendiren betimleyici bir sentez sunmasıdır.

2. YÖNTEM

2.1. Veri kapsamı ve karşılaştırılabilirlik

Araştırma, tarihsel ve karşılaştırmalı betimleyici analiz tasarımına dayanmaktadır. Tarihsel değerlendirme 1989–1995, 1996–2008, 2009–2019 ve 2020–2022 alt dönemleri üzerinden yapılmaktadır. Dönem sınırları sırasıyla Gümrük Birliği öncesini, Gümrük Birliği sonrasındaki genişlemeyi, küresel finans krizi sonrasını ve pandemi ile savaşın ilk etkilerini ayırt etmektedir. Bu sınıflandırma bir yapısal kırılma testinin sonucu değildir; tarihsel karşılaştırmayı düzenleyen analitik bir çerçevedir.

Sayısal inceleme iki veri grubuna dayanmaktadır. Birinci grup, 2021–2024 dönemine ilişkin seçilmiş HS2 ürün gruplarının ihracat ve ithalat toplamlarıdır. İkinci grup, TÜİK genel ticaret sistemi kapsamında 2023, 2024 ve 2025 yıllarının Ocak–Aralık dönemleri için açıklanan toplam ve ülke bazlı mal ticareti değerleridir.

Hizmet ticareti, 2024 yılı Uluslararası Hizmet Ticareti İstatistikleri üzerinden ayrı olarak değerlendirilmektedir. Mal ticaretindeki gümrük kayıtları ile hizmet ticaretindeki yerleşiklik esaslı kayıtlar aynı istatistiksel kavramı temsil etmediğinden doğrudan birleştirilerek cari denge hesaplanmamıştır.

Yakın dönem ülke karşılaştırmalarında TİM ve TÜİK ihracat değerleri birleştirilmemiş; aynı kapsamı korumak için TÜİK genel ticaret sistemi esas alınmıştır. Değerler cari ABD doları cinsindedir ve reel ticaret hacmini göstermemektedir. Enerji fiyatları, altın fiyatı ve döviz kuru değişimleri nominal büyüklükleri etkileyebilir. Tablolarda iki ondalığa yuvarlanan değerler kullanıldığından türetilmiş göstergelerde küçük yuvarlama farkları oluşabilir. Yıllık bültenlerin yayımlandığı veri sürümleri kullanılmıştır; bu değerler sonraki revizyonlarda değişebilir.

HS2 ürün toplamaları araştırmanın ürün derlemesinden alınmıştır ve Tablo 1’de hesaplamayı yeniden üretmeye olanak verecek biçimde açıkça sunulmuştur. Yıllık ürün akımlarının ayrı ayrı incelenmesi bu toplulaştırılmış verinin kapsamı dışındadır. Tarihsel dönemlerde ortakların konumu nitel olarak değerlendirilmiş; ilk beşte bulunma sıklıkları, yıllık ülke kayıtlarıyla yeniden hesaplanmadan ayrı bir nicel bulgu olarak kullanılmamıştır. Böylece uzun dönemli tarihsel yorum ile yakın dönem sayısal karşılaştırma birbirinden ayrılmaktadır.

2.2. Kullanılan göstergeler

Mal ticareti dengesi, ihracat ile ithalatın farkı olarak hesaplanmıştır. İhracatın ithalatı karşılama oranı ise $100 \times X/M$ biçiminde tanımlanmıştır. Ülke payı, ilgili ülkeyle gerçekleştirilen akımın Türkiye’nin toplam ihracatına veya ithalatına oranıdır. İlk beş ortağın toplam payı CR5 göstergesiyle ifade edilmiştir. Bu gösterge en büyük ortakların ağırlığını ölçer; tüm ülke dağılımını dikkate alan Herfindahl–Hirschman indeksiyle aynı değildir.

Endüstri içi ticaretin betimlenmesinde Grubel–Lloyd indeksi kullanılmıştır (Grubel ve Lloyd, 1975). Her bir ürün grubu için gösterge aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır:

$$GL_i = 1 - |X_i - M_i| / (X_i + M_i)$$

Burada X_i ve M_i , i ürün grubunun 2021–2024 dönemindeki toplam ihracat ve ithalat değerleridir. Gösterge sıfır ile bir arasında değer alır; bire yaklaştıkça grup içindeki karşılıklı akımların dengesi artar. Dönem toplamlarından hesaplanan gösterge, yıllık indekslerin aritmetik ortalaması değildir. Ayrıca farklı yıllardaki karşıt yönlü ticaret dengesizlikleri birbirini telafi edebileceğinden yıllık değişimi gizleyebilir. Bu nedenle sonuçlar dönemsel iki yönlü ticaret göstergeleri olarak yorumlanmaktadır.

HS2 düzeyinde aynı grup farklı ürünleri içerebildiğinden indeks, daha ayrıntılı sınıflamalara göre yüksek çıkabilir. Hesaplama Türkiye'nin bütün dünya ile ticareti için yapılmıştır; belirli bir ülkeyle endüstri içi ticaretin düzeyini ölçmez. Yüksek indeks, ihracatın yerli katma değerinin yüksek olduğunu veya dış girdiye bağımlılığın düşük olduğunu da göstermez. Bu ayrımlar, bulguların yorumlanmasında temel alınmaktadır.

3. BULGULAR

3.1. İmalat ihracatı ve ithalatın kullanım amacı

Türkiye ihracatının güncel yapısı imalat sanayinin belirleyici konumuna işaret etmektedir. 2024 yıllık dış ticaret bülteninde imalat sanayinin ihracat içindeki payı %94,1 olarak açıklanmıştır. Aynı dönemde ithalatta ara mallarının payı %69,3, sermaye mallarının payı %14,7 ve tüketim mallarının payı %15,8'dir (TÜİK, 2025a). Buna göre ara ve sermaye mallarının toplam payı %84,0'dır. Bu oran, yılı belirtilmeyen genel bir ithalat kompozisyonu olarak kullanılmamalıdır.

Ara ve sermaye mallarının yüksek payı, üretim ve yatırım süreçlerinde yabancı tedarikin önemine işaret eder. Ancak bu gösterge ihracatın ithal girdi oranı değildir. İthal edilen ara malların bir bölümü iç pazara yönelik üretimde kullanılabilir; sermaye malları ise ileride üretim kapasitesini ve verimliliği artırabilir. Bu nedenle ihracatın ithalata bağımlılığının doğrudan ölçülmesi, girdi–çıktı tablolarını, firma düzeyinde kayıtları veya katma değer ticareti verilerini gerektirir. Mevcut bulgu, böyle bir analizin neden gerekli olduğunu göstermekte; bağımlılığın kesin büyüklüğünü hesaplamamaktadır.

İmalat sanayinin toplam ihracattaki payı ile ürün sınıflamalarındaki mamul mal payı da birbirinin yerine kullanılamaz. İlki ekonomik faaliyet sınıflamasına, ikincisi ürünün niteliğine dayanır. Benzer biçimde yüksek teknolojlili ürün payları karşılaştırılırken kullanılan teknoloji sınıflaması ve paydanın aynı olması gerekir. Bu çalışma, sınıflaması açıkça eşleştirilmeyen uzun dönem grafiklerinden kesin teknoloji oranları türetmek yerine, seçilmiş HS2 ürünlerinin karşılıklı ticaretini incelemektedir.

3.2. Seçilmiş ürün gruplarında iki yönlü ticaret

Tablo 1, 2021–2024 döneminde seçilmiş yedi ürün grubunun ihracat ve ithalatını göstermektedir. Motorlu kara taşıtları grubunda 115,1 milyar dolarlık ihracata karşılık 97,2 milyar dolarlık ithalat bulunmakta; dönemsel net ihracat 17,9 milyar dolar olmaktadır. Makine grubunda ise ihracatın yüksek olmasına rağmen ithalat daha büyük olduğu için net ithalat ortaya çıkmaktadır. Bu farklılık, güçlü ihracat kapasitesi ile dış ticaret fazlasının aynı kavramlar olmadığını göstermektedir.

Tablo 1. Seçilmiş HS2 ürün gruplarında ticaret ve Grubel–Lloyd indeksi

HS 2	Ürün grubu	İhracat	İthalat	Denge	GL
87	Motorlu kara taşıtları ve aksamı	115,1	97,2	17,9	0,916
84	Makineler ve mekanik cihazlar	94,3	146,1	-51,8	0,785
39	Plastikler ve mamulleri	43,1	68,4	-25,3	0,773
85	Elektrikli makine ve cihazlar	57,6	96,7	-39,1	0,747
71	Kıymetli taş ve metaller	47,8	89,3	-41,5	0,697
72	Demir ve çelik	50,8	103,8	-53,0	0,657
27	Mineral yakıtlar ve yağlar	57,9	281,9	-224,0	0,341

Kaynak: 2021–2024 HS2 ürün toplamlarına ilişkin yazar derlemesi; denge ve GL değerleri bu toplamalar üzerinden yeniden hesaplanmıştır. Ticaret değerleri milyar ABD dolarıdır. Denge ihracat eksi ithalattır. Yuvarlanan girdi değerleri hesaplamada esas alınmıştır.

Otomotiv grubundaki 0,916’lık GL değeri, ihracat ve ithalat büyüklüklerinin birbirine yakın olduğunu göstermektedir. Makine, plastik ve elektrikli cihaz gruplarında da karşılıklı akımlar belirgindir. Bu sonuçlar, ürün farklılaştırması ve üretim aşamalarında uzmanlaşmayı dikkate alan yaklaşımlarla uyumludur. Buna karşılık indekslerin yüksek olması, söz konusu sektörlerin yüksek yerli katma değer ürettiğine ilişkin ayrı bir kanıt olarak değerlendirilemez.

Mineral yakıtlar grubunda ihracat 57,9 milyar dolar, ithalat 281,9 milyar dolar ve net ithalat 224,0 milyar dolardır. GL değerinin 0,341 olması diğer seçilmiş gruplara göre daha dengesiz bir ticaret yapısına işaret etmektedir. Burada rafine petrol ürünü ihracatı ile ham petrol, doğal gaz ve diğer enerji ithalatı aynı geniş grup içinde yer alabilir. Dolayısıyla düşük indeks, enerji ürünlerinde karşılıklı ticaretin hiç bulunmadığını değil, ithalatın ihracata kıyasla çok daha büyük olduğunu göstermektedir.

HS2 toplulaştırması nedeniyle bu bulgular sektörel bir ilk değerlendirme niteliğindedir. Örneğin taşıt parçaları ve farklı araç türleri aynı fasıl içerisinde yer alabilir. Benzer şekilde kıymetli taş ve metaller grubunda altın, mücevherat ve diğer ürünlerin birlikte bulunması yorumlamayı güçleştirir. Daha ayrıntılı incelemede ürün kodu, ülke ve yıl boyutlarının birlikte kullanılması gerekir.

3.3. Hizmet ticaretinin tamamlayıcı rolü

Türkiye’nin mal ticaretindeki açığına karşılık hizmet ticareti döviz gelirleri açısından önemli bir fazla kaynağıdır. TÜİK’in 2024 yılı hizmet ticareti bültenine göre hizmet ihracatı 117,2 milyar dolar, ithalatı 55,8 milyar dolardır; fark 61,4 milyar dolarlık fazlaya karşılık gelmektedir. Aynı bültende seyahatin hizmet

ihracatındaki payı %48,0, taşımacılığın payı %35,0 olarak açıklanmıştır (TÜİK, 2025b). Bu dağılım, hizmet performansının önemli ölçüde insan ve mal hareketliliğiyle ilişkili olduğunu göstermektedir.

Hizmet gelirlerinin katkısı, mal ticaretindeki açığın cari işlemler hesabında aynı tutarda kapandığı şeklinde yorumlanmamalıdır. Cari işlemler hesabı mal ve hizmetlerin yanı sıra birincil ve ikincil gelirleri de içerir; mal ticaretinde ödemeler dengesi uyarlamaları bulunmaktadır. Hizmetlerin tamamlayıcı rolü bu muhasebe ayrımı korunarak değerlendirilmelidir. Ayrıca seyahat ve taşımacılığa yoğunlaşma, pandemi gibi hareketlilik kısıtlarının döviz gelirlerini etkileyebileceğine işaret etmektedir. Hizmet ihracatının çeşitlendirilmesi bu nedenle üretim ve mal ihracatı politikalarının tamamlayıcı bir unsuru olarak görülmelidir.

3.4. Ticaret ortaklarının değişen coğrafyası

3.4.1. Tarihsel süreklilik ve dönüşüm

1989–1995 dönemi, 1980 sonrası ihracata yönelmenin Avrupa ve Kuzey Amerika pazarlarıyla güçlü bağlar içinde geliştiği bir evre olarak değerlendirilebilir. Almanya, İtalya ve Birleşik Krallık ihracat ilişkilerinde öne çıkarken Avrupa ülkeleri ithalatta da önemli konumdadır. Bu yapı, Türkiye’nin sanayi üretimi için makine ve ekipman tedariki ile Avrupa’nın tüketim ve sanayi talebinin birlikte şekillendirdiği bir ticaret ilişkisine işaret etmektedir.

1996–2008 döneminde Gümrük Birliği’nin kurumsal çerçevesi Avrupa ile ticaret ilişkilerinin sürekliliğini desteklemiştir. Aynı dönemde Rusya’nın enerji tedarikindeki, Çin’in ise küresel sanayi üretimindeki öneminin artması ithalat kaynaklarını farklılaştırmıştır. Çin’in 2001’de DTÖ’ye katılımı bu dönüşümün uluslararası arka planındaki gelişmelerden biridir. Bununla birlikte Rusya ve Çin’in 1989’dan itibaren bütün dönem boyunca ithalatın değişmez çekirdeğini oluşturduğunu ileri sürmek tarihsel sıralamayı olduğundan daha durağan gösterir; bu iki ülkenin ağırlığı zaman içinde güçlenmiştir.

2009–2019 döneminde küresel finans krizi ve Avrupa’daki talep sorunları pazar çeşitlendirme tartışmasını güçlendirmiştir. Irak gibi yakın pazarlar Türkiye’nin ihracatında önemli yer edinirken Avrupa ortakları da güçlü konumlarını korumuştur. İthalatta ise enerji tedariki ile makine ve sanayi girdisi temini, Rusya, Çin ve Avrupa ülkelerinin farklı işlevlerle öne çıkmasına yol açmıştır. Bu yapı, ihracat ve ithalat coğrafyalarının aynı hızla veya aynı yönde değişmediğini göstermektedir.

2020–2022 dönemi pandemi, lojistik kesintiler ve enerji fiyatlarındaki dalgalanmalarla karakterize edilmektedir. Türkiye’nin yakın pazarlara erişimi ve üretim kapasitesi bu dönemde önem kazanmış olsa da ülke sıralamalarındaki değişimden doğrudan yakın coğrafyaya üretim kaydırıldığı sonucuna varılamaz. Aynı şekilde bir ülkeye ihracatın artması, siyasi yakınlığa dayalı tedarik politikalarının ampirik olarak kanıtlandığı anlamına

gelmez. Böyle bir değerlendirme yatırım kararları, firma bağlantıları ve ürün düzeyindeki akımlarla desteklenmelidir.

3.4.2. Yakın dönem dış ticaret göstergeleri

Tablo 2, yakın dönem mal ticaretini aynı istatistiksel kapsam içinde karşılaştırmaktadır. İhracat 2023'te 255,8 milyar dolardan 2025'te 273,4 milyar dolara yükselmiştir. İthalat ise 2024'te geriledikten sonra 2025'te yeniden artmıştır. Bu nedenle mal ticareti açığında 2024'te gözlenen iyileşme 2025'te kısmen tersine dönmüştür. Karşılama oranının seyri, ihracat artışının ithalat değişimiyle birlikte ele alınması gerektiğini göstermektedir.

Tablo 2. Türkiye'nin mal ticareti göstergeleri

Gösterge	2023	2024	2025
Toplam ihracat	255,8	261,9	273,4
Toplam ithalat	361,8	344,0	365,4
Dış ticaret açığı	106,0	82,2	92,0
İhracatın ithalatı karşılama oranı (%)	70,7	76,1	74,8

Kaynak: TÜİK, Aralık 2023, Aralık 2024 ve Aralık 2025 dış ticaret bültenleri; yıllık genel ticaret sistemi verileri. Parasal değerler milyar ABD dolarıdır. Yuvarlanmış 2023 değerlerinden hesaplanan karşılama oranı %70,7'dir; bülten sürümlerindeki revizyonlar oranı etkileyebilir.

Açığın 2024'te yaklaşık 82,2 milyar dolara gerilemesi, yapısal tedarik ihtiyacının bütünüyle ortadan kalktığını göstermez. Nominal dış ticaret dengesi ithalat fiyatları ve iç talep koşullarından etkilenmektedir. 2025'te yaklaşık 92,0 milyar dolarlık açığın ortaya çıkması da tek başına ihracatın rekabet gücünde bozulmayı kanıtlamaz. Fiyat, miktar ve ürün bileşimi ayrı ayrı incelenmeden bu değişimlerin mekanizmaları kesinleştirilemez.

3.4.3. İhracat pazarları ve ithalat kaynakları

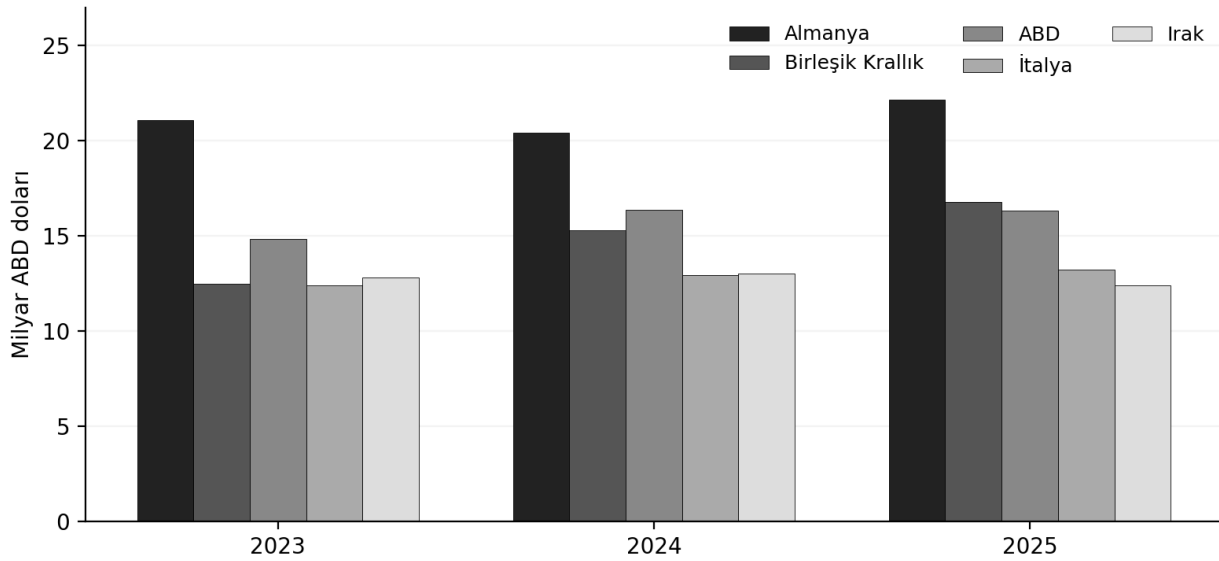
Ülke değerleri, ihracatta Avrupa pazarları ve ABD'nin güçlü konumunu koruduğunu göstermektedir. Almanya üç yılda da en büyük ihracat pazarıdır. Birleşik Krallık'a ihracat 2023'te 12,47 milyar dolardan 2025'te 16,77 milyar dolara yükselmiş; ülke 2025'te ABD'nin önünde ikinci sıraya yerleşmiştir. ABD'ye ihracat 2024 ve 2025'te yaklaşık 16,3 milyar dolar düzeyinde kalmıştır. Irak'ın başlıca ortaklar arasında yer alması ise ihracatın Avrupa ve Kuzey Amerika ile sınırlı olmadığını göstermektedir.

Tablo 3. Seçilmiş ülkelerle mal ticareti

Gösterge	2023	2024	2025
İthalat – Çin	44,98	44,93	49,58
İthalat – Rusya	45,60	44,02	42,37
İthalat – Almanya	28,68	27,08	30,11
İhracat – Almanya	21,09	20,43	22,17
İhracat – ABD	14,83	16,35	16,33
İhracat – Birleşik Krallık	12,47	15,29	16,77
İhracat – İtalya	12,38	12,93	13,23
İhracat – Irak	12,79	13,03	12,38

Kaynak: TÜİK yıllık genel ticaret sistemi verileri; yazar derlemesi. Değerler milyar ABD dolarıdır. Seçilmiş ortaklar gösterildiğinden ithalat sütunları ilk beş ülkenin tamamını kapsamamaktadır.

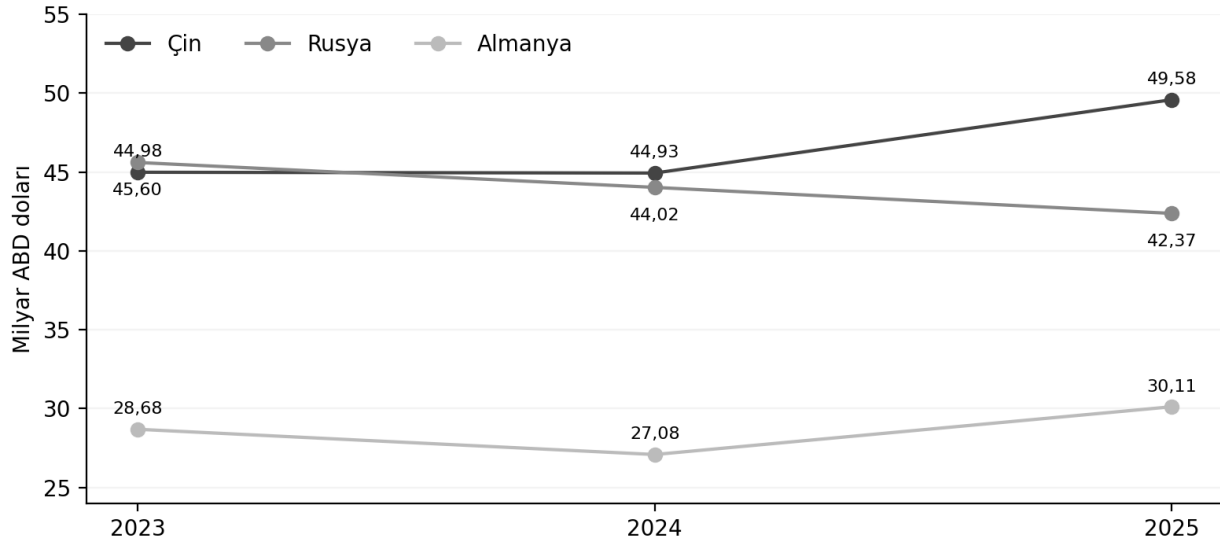
Şekil 1. Başlıca ihracat pazarlarına satışlar



Kaynak: Tablo 3 verilerinden hazırlanmıştır. 2023–2025 yıllık değerleri.

İthalatta Çin ve Rusya'nın konumları enerji ile sanayi girdilerinin farklı tedarik yapıları açısından dikkat çekmektedir. Çin'den ithalat 2023'te 44,98 milyar dolar, 2024'te 44,93 milyar dolar ve 2025'te 49,58 milyar dolardır. Rusya'dan ithalat ise aynı dönemde 45,60 milyardan 42,37 milyara gerilemiştir. Çin 2024'te Rusya'yı yaklaşık 0,91 milyar dolar farkla geçmiştir; fark 2025'te 7,21 milyara yükselmiştir. Çin'den ithalatın 2024–2025 artışı yaklaşık %10,3'tür.

Şekil 2. Çin Rusya ve Almanya'dan ithalat



Kaynak: Tablo 3 verilerinden hazırlanmıştır. 2023–2025 yıllık değerleri.

Bununla birlikte Çin'in yükselişi, Rusya ile olan ekonomik bağların aynı ölçüde çözülmesi olarak yorumlanmamalıdır. Rusya ve Çin'in birlikte ithalattaki payı 2023'te yaklaşık %25,0, 2024'te %25,9 ve 2025'te %25,2'dir. Dolayısıyla bu iki ülkenin toplam ağırlığında güçlü bir azalış gözlenmemekte; esas değişiklik, grup içindeki göreceli ağırlığın Çin lehine kaymasıdır. Ayrıca ülke sıralamasındaki değişiklik tek başına enerji bağımlılığının teknoloji bağımlılığına dönüştüğünü kanıtlamaz. Bu ayrım için ülke–ürün eşleştirmesi gerekir.

3.4.4. Coğrafi asimetri ve yoğunlaşma

“İhracatta Batı, ithalatta Doğu/Avrasya” ifadesi, başlıca ortakların farklılaşmasını özetleyen bir betimlemedir. Bütün ülkeleri kapsayan bir sınıflandırma veya iki ayrı ticaret bloğu arasında kesin ayrım olarak ele alınmamalıdır. Almanya ithalatta da önemli bir ortaktır; Irak ihracatta başlıca pazarlardan biridir. Burada öne çıkan olgu, Türkiye'nin büyük satış pazarları ile büyük tedarik kaynaklarının tam olarak örtüşmemesidir.

Tablo 4. Seçilmiş ülke payları ve ihracatta yoğunlaşma

Gösterge (%)	2023	2024	2025
İlk beş ihracat pazarının payı	28,8	29,8	29,6
Çin ve Rusya'nın ithalattaki payı	25,0	25,9	25,2
Çin'in ithalattaki payı	12,4	13,1	13,6
Rusya'nın ithalattaki payı	12,6	12,8	11,6

Kaynak: Tablo 2 ve Tablo 3'teki yuvarlanmış değerlerden yazar hesaplaması. İlk beş ihracat pazarı her yıl aynı beş ülkeden oluşmakta, sıralama değişmektedir.

İlk beş ihracat pazarının toplam payı üç yılda yaklaşık %29 düzeyindedir. Bu sonuç, sıralamalar değişse de en büyük pazarların toplam ağırlığında sınırlı değişim olduğunu göstermektedir. 2025'te Çin, Rusya, Almanya, ABD ve İsviçre'nin toplam ithalatı 155,9 milyar dolar civarındadır; ilk beş tedarikçinin payı yaklaşık %42,7'dir. Aynı yıl ilk beş ihracat pazarının payı yaklaşık %29,6 olduğundan ithalat kaynaklarının en büyük ortaklar bakımından daha yoğun olduğu söylenebilir. Bu karşılaştırma, tüm ülke dağılımının veya ürün bazında tedarik riskinin eksiksiz ölçümü değildir.

Coğrafi asimetri Türkiye açısından iki farklı dış şoka maruz kalma kanalını düşündürmektedir. Avrupa ve ABD'deki talep koşulları ihracat gelirlerini etkileyebilirken enerji ve sanayi girdilerinin fiyatları ithalat maliyetlerini etkileyebilir. Bu iki kanal aynı anda olumsuz yönde çalışabilir. Ancak mevcut veriler bu etkilerin büyüklüklerini tahmin etmemekte; hangi mekanizmaların daha ayrıntılı araştırılması gerektiğini belirlemektedir.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

4.1. Pandemi ve Rusya-Ukrayna savaşı

Pandemi dönemindeki üretim kesintileri, taşıma maliyetleri ve teslimat belirsizliği firmaların tedarik stratejilerini yeniden değerlendirmesine yol açmıştır. Pazara yakın üretim ile siyasi olarak yakın ülkelerden tedarik birbirinden farklı tercihlerdir. Türkiye'nin Avrupa'ya yakınlığı ilk strateji açısından bir avantaj oluşturabilir; ancak yalnızca ABD'ye ihracatın artışından ikinci stratejinin gerçekleştiği sonucuna ulaşamaz. Çalışmanın ülke göstergeleri bu stratejilerin etkilerini birbirinden ayıracak bir tanımlama içermemektedir.

Rusya-Ukrayna savaşı sonrasında enerji, finansman ve taşıma kanalları önem kazanmıştır. AB'nin 2022'de kabul ettiği düzenlemeler bazı Rus bankalarına yönelik finansal mesajlaşma kısıtları, petrol ithalatına ilişkin yasaklar ve deniz yoluyla taşınan petrolün bağlantılı hizmetlerine ilişkin fiyat tavanı çerçevesini içermektedir (Avrupa Birliği Konseyi, 2022a, 2022b). Bu düzenlemeler bütün Rus bankalarının aynı anda SWIFT dışına çıkarılması veya bütün enerji ticaretinin tamamen yasaklanması şeklinde genellenmemelidir.

Türkiye'nin Rusya ile ticaretindeki nominal büyüklükler, savaş sonrasında fiyat etkisi, miktar değişimi ve ticaret rotalarının yeniden düzenlenmesinin birlikte değerlendirilmesini gerektirmektedir. Enerji fiyatlarının yükselmesi, ithal edilen miktar değişmeden de ithalat faturasını büyütebilir. Diğer taraftan farklı piyasalara yönelen tedarik, ülke bazındaki akımları değiştirebilir. Bu çalışmada fiyat ve miktar ayrıştırması yapılmadığından Rusya'dan ithalattaki değişim doğrudan iskontolu enerji alımının veya yaptırımların etkisinin ölçüsü olarak kullanılmamaktadır.

Benzer biçimde Rusya'ya ihracatın artışı, yeniden ihracat veya yaptırımlar nedeniyle üçüncü ülke üzerinden tedarik mekanizmasının otomatik kanıtı değildir. Bu mekanizmalar ürünlerin menşei, ticaret rejimi, ithalat ve ihracat zamanlaması ile karşı ülke kayıtlarının eşleştirilmesini gerektirir. Tarihsel olaylarla ticaret değerlerinin aynı dönemde değişmesi, bu çalışmada olası açıklama kanallarını göstermekte; nedensel bir sonuç üretmemektedir.

4.2. Yatırım teşviklerinin dış ticaretle ilişkisi

Yatırım politikası, dış ticaretin gelecekteki ürün kompozisyonunu üretim kapasitesi, teknoloji ve tedarik bağlantıları üzerinden etkileyebilir. Ancak teşvik belgesi düzenlenmesi, yatırımın tamamlanması, teknoloji transferi ve ihracat kazanımı farklı aşamalardır. Teşvik tutarlarının büyüklüğü tek başına başarılı bir dönüşüm göstergesi değildir. Politika değerlendirmesinde gerçekleşen yatırım, üretkenlik, yerli tedarik bağlantıları ve uluslararası pazarlarda kalıcı satış kapasitesi birlikte izlenmelidir.

Türkiye'nin teşvik mimarisi 2025'te yenilenmiştir. 29 Mayıs 2025 tarihli ve 9903 sayılı Yatırımlarda Devlet Yardımları Hakkında Karar, 30 Mayıs 2025 tarihli Resmî Gazete'de yayımlanmıştır. Yeni çerçeve, Türkiye Yüzyılı Kalkınma Hamlesi ile sektörel ve bölgesel teşvik uygulamalarını içermektedir. Kalkınma hamlesinde Teknoloji Hamlesi, Yerel Kalkınma Hamlesi ve Stratejik Hamle programları; sektörel yapıda öncelikli ve hedef yatırımlar öne çıkmaktadır (Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2025; Orta Karadeniz Kalkınma Ajansı, t.y.). Bu nedenle önceki teşvik sisteminin kategorileri 2025 sonrasında değişmeden geçerliymiş gibi sunulmamalıdır.

Teşviklerin dış ticaret açısından değerlendirilmesi, ithalatın her türünü azaltmaya yönelik tek bir hedefe indirgenmemelidir. Sermaye malı ithalatı yeni üretim kapasitesi ve verimlilik sağlayabilir; yerli tedarik teşviki ise ölçek ve kalite koşulları sağlanmadan maliyet artışına yol açabilir. Öncelik, kritik girdilerde rekabetçi üretim kapasitesi geliştirmek ve bu kapasitenin ihracatçı sektörlerle bağlantısını güçlendirmek olmalıdır. Böyle bir değerlendirme, teşvikten yararlanan firmaların performansını uygun karşılaştırma gruplarıyla izlemeyi gerektirir.

4.3. Bulguların politika açısından değerlendirilmesi

İlk politika alanı enerji ve kritik girdi tedarikidir. Mineral yakıtların seçilmiş ürünler arasında yüksek net ithalat oluşturması, enerji verimliliğini ve tedarik kaynaklarının çeşitlendirilmesini dış ticaret stratejisinin önemli bileşenleri haline getirmektedir. Yenilenebilir enerji ve yerli üretim kapasitesi bu hedefe katkı sağlayabilir; ancak kullanılan ekipmanın ithalatı kısa dönemde yeni bir ithalat ihtiyacı yaratabilir. Bu nedenle

değerlendirme yatırımın bütün yaşam döngüsünü, ithal ekipman maliyetini ve ileride sağlayacağı enerji tasarrufunu kapsamalıdır.

İkinci alan, ithalat kaynaklarının çeşitlendirilmesidir. Çin'in Rusya'yı geçmesi tek başına tedarikçi çeşitliliğinin arttığı anlamına gelmemektedir. İki ülkenin birlikte ithalattaki payının yaklaşık dörtte bir düzeyinde kalması, sıralama değişikliğinin bağımlılığın azalmasından ayrılması gerektiğini göstermektedir. Kritik ürünlerde tedarikçi sayısı, alternatif sağlayıcılara geçiş süresi ve stok olanakları ürün düzeyinde izlenmelidir. Ülke payları bu risklerin ilk göstergesi olabilir; ikame edilebilirlik hakkında tek başına yeterli bilgi vermez.

Üçüncü alan, ihracatın ürün ve pazar niteliğidir. Avrupa ile yerleşik ticaret bağları, yeni pazarlara yönelme hedefiyle birlikte ele alınmalıdır. Mevcut pazarlarda daha yüksek katma değerli üretim aşamalarına geçmek ve yeni pazarlarda sürdürülebilir müşteri ilişkileri oluşturmak birbirini tamamlayabilir. Gümrük süreçlerinin kolaylaştırılması, standardizasyon kapasitesi ve lojistik güvenilirlik bu hedefleri destekleyen unsurlardır. Gümrük Birliği'nin işleyişindeki sorunların giderilmesi de Avrupa üretim ağlarıyla ilişkilerin niteliği bakımından önem taşımaktadır.

Dördüncü alan, hizmet ihracatı ve yatırım politikası arasındaki bağlantıdır. Seyahat ve taşımacılık gelirlerinin yanında bilgisayar, bilgi ve diğer iş hizmetlerinin geliştirilmesi döviz gelirlerini çeşitlendirebilir. İmalat firmalarının tasarım, yazılım, bakım ve satış sonrası hizmet kapasiteleri de katma değeri artırabilir. Teşvik politikasında yalnızca üretim tesisi büyüklüğü değil, öğrenme, yenilik, enerji verimliliği ve yerli tedarik ilişkileri gibi ölçülebilir sonuçlar dikkate alınmalıdır. Bunlar mevcut verilerle etkinliği kanıtlanmış müdahaleler değil, bulguların işaret ettiği politika öncelikleridir.

4.4. Sonuç ve araştırmanın sınırlılıkları

Bu çalışma, Türkiye'nin dış ticaretini tarihsel dönüşüm, seçilmiş ürün gruplarındaki karşılıklı akımlar ve ticaret ortaklarının yakın dönem dağılımı üzerinden incelemiştir. Türkiye'nin ihracatta imalat sanayi ağırlıklı bir yapıya ulaşması, enerji ve üretim girdilerinin ithalattaki öneminin sona erdiği anlamına gelmemektedir. 2024'te ara ve sermaye mallarının ithalattaki toplam payı %84,0'dır; bu gösterge üretim ve yatırımda yabancı tedarikin önemini ortaya koymakla birlikte ihracatın ithal girdi oranını doğrudan ölçmemektedir.

Seçilmiş HS2 grupları, otomotiv ve makinelerde belirgin iki yönlü ticarete; mineral yakıtlarda ise yüksek net ithalata işaret etmektedir. 2021–2024 toplamlarından yeniden hesaplanan GL değerleri otomotivde 0,916, makinelerde 0,785 ve mineral yakıtlarda 0,341'dir. Bu sonuçlar, sanayi ihracatının genişlemesi ile girdi ve

enerji tedarikinin dış ticaret dengesi üzerindeki öneminin birlikte sürdüğünü göstermektedir. Hizmet ticaretindeki fazla ise döviz gelirlerini destekleyen ayrı bir bileşendir.

Ticaret ortaklarının yakın dönem dağılımında Avrupa ve ABD ihracat pazarları, Çin ve Rusya ise ithalat kaynakları bakımından öne çıkmaktadır. Almanya en büyük ihracat pazarı olmaya devam ederken Birleşik Krallık 2025'te ikinci sıraya yükselmiştir. Çin 2024'te en büyük ithalat kaynağı olmuş, 2025'te Rusya ile arasındaki farkı 7,21 milyar dolara çıkarmıştır. Bununla birlikte Çin ve Rusya'nın birlikte ithalattaki payı yaklaşık %25 düzeyinde kalmıştır. Bu nedenle değişim, tedarik bağımlılığının genel olarak azalmasından çok iki büyük kaynağın göreceli konumlarının değişmesi olarak değerlendirilmelidir.

Çalışmanın temel politika sonucu, ihracat başarısının yalnızca brüt ihracat artışıyla ölçülmemesi gerektiğidir. Yerli katma değer, enerji ve kritik girdi tedariki, satış pazarlarının çeşitliliği ve hizmet gelirlerinin dayanıklılığı aynı değerlendirmeye dahil edilmelidir. Dış ticaret ile yatırım politikası arasında kurulacak ilişki, koruma ve teşvik araçlarının üretim maliyetlerini, verimliliği ve ihracat kapasitesini nasıl etkilediğine dayanmalıdır. 2025'te yenilenen teşvik çerçevesinin sonuçları da açıklanan hedeflerden ziyade gerçekleşen yatırım ve üretim performansıyla değerlendirilmelidir.

Analizin sınırları üç noktada belirgindir. Birincisi, yaklaşım betimleyicidir ve politika değişiklikleriyle ticaret akımları arasında nedensellik testi içermemektedir. İkincisi, HS2 ve dönem toplamı ürün ayrıştırması ve yıllık değişimi sınırlamaktadır; bu nedenle GL sonuçları toplulaştırma düzeyine duyarlıdır. Üçüncüsü, cari dolar değerleri fiyat ve miktar etkilerini birbirinden ayırmamakta, kullanılan bülten sürümleri sonraki revizyonlara açık bulunmaktadır. İzleyen araştırmalarda ülke-ürün paneli, HS4 ve HS6 düzeyinde iki yönlü ticaret, katma değer ticareti ve çekim modeli yaklaşımı kullanılarak burada belirlenen örüntüler sınanabilir.

KAYNAKLAR

- Altay, S. (2024). Trade Policy Review of Turkey. *The World Economy*, 47(9), 3861–3892. <https://doi.org/10.1111/twec.13609>
- Avrupa Birliği Konseyi. (2022a, 3 Haziran). Russia's aggression against Ukraine: EU adopts sixth package of sanctions. <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2022/06/03/russia-s-aggression-against-ukraine-eu-adopts-sixth-package-of-sanctions/>
- Avrupa Birliği Konseyi. (2022b, 3 Aralık). Russian oil: EU agrees on level of price cap. <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2022/12/03/russian-oil-eu-agrees-on-level-of-price-cap/>
- Dünya Bankası. (2014). Evaluation of the EU–Turkey Customs Union (Report No. 85830-TR). <https://www.worldbank.org/content/dam/Worldbank/document/eca/turkey/tr-eu-customs-union-eng.pdf>
- Dünya Bankası. (2020). World development report 2020: Trading for development in the age of global value chains. World Bank. <https://www.worldbank.org/en/publication/wdr2020>
- Dünya Ticaret Örgütü. (2023). Trade policy review Türkiye: Concluding remarks by the Chairperson. https://www.wto.org/english/tratop_e/tpr_e/tp539_crc_e.htm
- Grubel, H. G. ve Lloyd, P. J. (1975). Intra-industry trade: The theory and measurement of international trade in differentiated products. Macmillan.
- Krugman, P. R. (1979). Increasing returns, monopolistic competition, and international trade. *Journal of International Economics*, 9(4), 469–479.
- Krugman, P. R. (1980). Scale economies, product differentiation, and the pattern of trade. *American Economic Review*, 70(5), 950–959.
- List, F. (1841). *Das nationale System der politischen Ökonomie*. Cotta.
- Ohlin, B. (1933). *Interregional and international trade*. Harvard University Press.
- Orta Karadeniz Kalkınma Ajansı. (t.y.). Yatırım teşvik sistemi. Erişim tarihi: 8 Ekim 2026. <https://oka.gov.tr/yatirim-tesvik-sistemi>
- Ricardo, D. (1817). *On the principles of political economy and taxation*. John Murray.
- T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı. (2025). Yerel Kalkınma Hamlesi Programı çağrı duyurusu. <https://www.sanayi.gov.tr/medya/duyurular/yerel-kalkinma-hamlesi-programi-cagri-duyurusu>
- Türkiye İstatistik Kurumu. (2024, 31 Ocak). Dış ticaret istatistikleri Aralık 2023 (Bülten No. 49630). <https://veriportali.tuik.gov.tr/tr/press/49630>
- Türkiye İstatistik Kurumu. (2025a, 31 Ocak). Dış ticaret istatistikleri Aralık 2024 (Bülten No. 53538). <https://veriportali.tuik.gov.tr/tr/press/53538>
- Türkiye İstatistik Kurumu. (2025b, 9 Eylül). Uluslararası hizmet ticareti istatistikleri 2024 (Bülten No. 54191). <https://veriportali.tuik.gov.tr/tr/press/54191/metadata>
- Türkiye İstatistik Kurumu. (2026, 30 Ocak). Dış ticaret istatistikleri Aralık 2025. TÜİK Veri Portalı. <https://veriportali.tuik.gov.tr/>

OSMANLI DEVLETİ'NDE SALGIN HASTALIKLARIN VERGİ SİSTEMİNE ETKİSİ: XVI-XVIII. YÜZYILLARDAN ÖRNEKLER

Öğr. Gör. Celalettin ERTEN¹/ Öğr. Gör. Dr. Uğur GÖK²/ Öğr. Gör. Dr. Mustafa GÜLSÜN³

¹ Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu, Maliye, c.erten@alparslan.edu.tr,
0000-0002-7715-3422.

² Muş Alparslan Üniversitesi Malazgirt Meslek Yüksekokulu, Yeniçağ Tarihi, u.gok@alparslan.edu.tr,
0000-0002-2150-3171.

³ Muş Alparslan Üniversitesi Malazgirt Meslek Yüksekokulu, İletişim, m.gulsun@alparslan.edu.tr, 0000-
0002-1202-6246.

Özet

Osmanlı Devleti'nde salgın hastalıklar, yol açtıkları can kayıplarının yanı sıra nüfus hareketleri, üretim faaliyetleri ve vergi tahsilatı üzerinde de önemli sonuçlar doğurmuştur. Özellikle veba/taun salgınları sebebiyle bazı köy ve kazalarda vergi mükelleflerinin sayısı azalmış, ahalinin bir kısmı yerleşim yerlerini terk etmiş ve mevcut vergi yükümlülüklerinin yerine getirilmesinde güçlükler yaşanmıştır. Bu durum, merkezî idarenin vergi tahsilatında karşılaşılan meseleleri değerlendirmesini ve mahallî şartlara göre çeşitli düzenlemelere gitmesini gerekli kılmıştır.

Bu çalışmada, 16-18. yüzyıllarda Osmanlı topraklarında görülen salgın hastalıkların vergi sistemi üzerindeki etkileri, Cumhurbaşkanlığı Devlet Arşivleri Başkanlığı Osmanlı Arşivi'nde bulunan belgeler üzerinden incelenmektedir. Araştırmanın başlıca kaynaklarını Mühimme defterleri, Maliyeden Müdevver defterler, Ali Emîrî tasnifi ve Cevdet Maliye belgeleri oluşturmaktadır. Belgelerden hareketle salgınlar sebebiyle avârız hanelerinin tenzili, cizye ve diğer vergi yükümlülüklerinde yapılan düzenlemeler, vergi tahsilatında karşılaşılan güçlükler ve ahalinin merkezî idareye ilettiği talepler ele alınmaktadır.

Üsküp, Yenipazar, Hacıoğlupazarı, Tatarpazarı, Bosna, Rakka ve Girit'e ait kayıtlar, salgınların farklı bölgelerde benzer malî meseleler doğurduğunu ortaya koymaktadır. Bununla birlikte vergi indirimlerinin her durumda aynı şekilde uygulanmadığı, bazı taleplerin kabul edildiği, bazılarının ise devletin gelir ihtiyacı ve mevcut yükümlülükler dikkate alınarak değerlendirildiği anlaşılmaktadır. Çalışmada salgın hastalıkların yalnızca vergi gelirlerini azaltan hadiseler olmadığı, aynı zamanda vergi mükellefiyetlerinin yeniden belirlenmesi ve merkez ile taşra arasındaki malî ilişkilerin düzenlenmesinde etkili olduğu üzerinde durulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Osmanlı Devleti, Salgın Hastalıklar, Veba, Vergi Sistemi, Avârız, Vergi Tenzili.

THE IMPACT OF EPIDEMIC DISEASES ON THE OTTOMAN TAX SYSTEM: EXAMPLES FROM THE 16TH–18TH CENTURIES

Öğr. Gör. Celaleddin ERTEN¹/ Öğr. Gör. Dr. Uğur GÖK²/ Öğr. Gör. Dr. Mustafa GÜLSÜN³

¹ Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu, Maliye, c.erten@alparslan.edu.tr, 0000-0002-7715-3422.

² Muş Alparslan Üniversitesi Malazgirt Meslek Yüksekokulu, Yeniçağ Tarihi, u.gok@alparslan.edu.tr, 0000-0002-2150-3171.

³ Muş Alparslan Üniversitesi Malazgirt Meslek Yüksekokulu, İletişim, m.gulsun@alparslan.edu.tr, 0000-0002-1202-6246.

Abstract

In the Ottoman Empire, epidemic diseases had significant consequences not only in terms of loss of life but also for population movements, production activities, and tax collection. In particular, outbreaks of plague (taun) reduced the number of taxpayers in certain villages and districts, forced some inhabitants to abandon their settlements, and created difficulties in fulfilling existing tax obligations. These circumstances required the central administration to address problems encountered in tax collection and introduce various adjustments according to local conditions.

This study examines the effects of epidemic diseases on the Ottoman tax system between the 16th and 18th centuries, drawing on documents preserved in the Ottoman Archives of the Directorate of State Archives of the Presidency of the Republic of Türkiye. The principal sources of the research consist of the Mühimme registers, the Maliyeden Müdevver registers, the Ali Emîrî collection, and documents from the Cevdet Maliye collection. Based on these archival records, the study addresses reductions in avârız tax units resulting from epidemics, adjustments to cizye and other tax obligations, difficulties encountered in tax collection, and petitions submitted by local inhabitants to the central administration.

Archival records concerning Üsküp (Skopje), Yenipazar (Novi Pazar), Hacıoğlupazarı, Tatarpazarı, Bosnia, Raqqa, and Crete reveal that epidemics gave rise to similar fiscal problems in different regions. Nevertheless, tax reductions were not implemented uniformly in every case. While some requests were approved, others were considered in light of the state's revenue requirements and existing fiscal obligations. The study emphasizes that epidemic diseases did not merely reduce tax revenues but also influenced the reassessment of tax liabilities and the regulation of fiscal relations between the central administration and the provinces.

Keywords: Ottoman Empire, Epidemic Diseases, Plague, Tax System, Avârız, Tax Reductions.

XVIII. YÜZYILDA İŞ UMUDUYLA İSTANBUL'A GELEN TAŞRALILAR VE ESNAF TEŞKİLATI ENGELİ

Öğr. Gör. Dr. Uğur GÖK¹

¹Muş Alparslan Üniversitesi, Malazgirt Meslek Yüksekokulu, Yeniçağ Tarihi, u.gok@alparslan.edu.tr,

ORCID: 0000-0002-2150-3171

Özet

Osmanlı Devleti'nde XVIII. yüzyıl, Anadolu ve Rumeli'den İstanbul'a yönelen göçün yoğunlaştığı bir dönem olmuştur. Ağır vergi yükü, yerel idarecilerin baskıları ve eşkıya korkusu köylüyü yurdundan uzaklaştırırken, payitahtın kazanç imkânları, bazı vergilerden muafiyet ve vakıfların barınma ve yiyecek imkânları taşralıyı şehre çekmiştir. Ancak iş umuduyla gelenler, şehirde kendi kural ve nizamlarıyla işleyen esnaf teşkilatıyla karşılaşmıştır. Çıraklık, kalfalık ve ustalık basamaklarına dayanan düzen, “*ecnebi*” ve “*hamdest*” sayılanları dışarıda tutan esnaf nizamları ve bir zanaata girmeyi gedik sahibi olmaya bağlayan usul, taşralının esnafa katılmasını zorlaştırmıştır. Devletin yeni dükkân açılmasını yasaklaması da onun sabit bir iş yeri edinmesinin önünü kapatmıştır. Esnafa giremeyenler koltukçuluk ve seyyar satıcılığa yönelmiş, 1731-1734 yıllarına ait bir hükme göre şehirde yaklaşık 7-8 bin kişi geçimini bu yolla sağlamıştır. Diğerleri ise hemşehrilik bağları sayesinde hamam, bostan, fırın, hamallık ve kayıkçılık gibi işlerde tutunmuştur. Devlet şehre gelenlerden kefil istemiş, 1721'den 1752'ye kadar çıkardığı emirlerle göç edenleri yurtlarına döndürmeye, ev halkıyla göçü yasaklamaya ve bilhassa 1730 Patrona isyanından sonra Arnavutların şehre girişini sınırlamaya çalışmış, fakat emirlerin sık sık yenilenmesi bu tedbirlerin yetersiz kaldığını göstermiştir. Bu bildiride mühimme defterleri, şer'iyye sicilleri, Cevdet ve Ali Emiri tasniflerindeki belgeler ile ilgili literatür esas alınarak taşralıların İstanbul'a gelme sebepleri, esnaf teşkilatı karşısındaki durumları ve devletin göçe karşı tedbirleri incelenmiştir.

Anahtar kelimeler: Göç, Esnaf Teşkilatı, Gedik, Hemşehrilik, İstanbul, XVIII. Yüzyıl

PROVINCIALS AND THE GUILD BARRIER IN EIGHTEENTH-CENTURY ISTANBUL

Lecturer Dr. Uğur GÖK¹

¹Muş Alparslan University, Malazgirt Vocational School, Early Modern History, u.gok@alparslan.edu.tr,

ORCID: 0000-0002-2150-3171

Abstract

In the eighteenth century, migration from Anatolia and Rumelia to Istanbul grew considerably. Heavy taxation, pressure from local authorities and fear of banditry drove villagers from their homes, while the earning opportunities of the capital, exemption from certain taxes, and the shelter and food offered by pious foundations drew provincials to the city. Those who came in search of work, however, encountered the guilds, which operated under their own rules and regulations. The order of apprenticeship, journeymanship and mastership, guild regulations that kept out outsiders (ecnebi) and the unskilled (hamdest), and the practice that tied entry into a craft to holding a gedik made it difficult for provincials to join. The state's ban on opening new shops also kept them from acquiring a fixed workplace. Those unable to enter the guilds turned to peddling (koltukçuluk) and street vending; according to an order from 1731-1734, some 7,000-8,000 people in the city lived in this way. Others found a foothold through ties of common origin (hemşehrilik) in baths, gardens, bakeries, portage and boating. The state demanded guarantors from newcomers and, through orders issued between 1721 and 1752, tried to send migrants home, forbid migration with whole households and, especially after the Patrona revolt of 1730, restrict the entry of Albanians, yet the frequent renewal of these orders shows that such measures fell short. Drawing on the mühimme registers, court registers, documents in the Cevdet and Ali Emiri collections and the relevant literature, this paper examines why provincials came to Istanbul, their position before the guilds, and the state's measures against migration.

Keywords: Migration, Guilds, Gedik, Hemşehrilik, Istanbul, Eighteenth Century

1. GİRİŞ

XVIII. yüzyılda Anadolu ve Rumeli'nin pek çok yerinden İstanbul'a yönelen göç, devletin sık sık hüküm ve fermanlarla üzerinde durduğu bir mesele olmuştur (Aktepe, 1958, s. 25-32). Köyünü bırakıp Dersaadet'e gelenlerin büyük kısmı iş bulma ve geçimini sağlama umudu taşıyordu. Ancak şehirdeki zanaat ve ticaret hayatı esnaf teşkilatının kural ve nizamlarına bağlıydı (Kal'a, 1995, s. 423-430). Bu düzen, taşradan gelenlerin kolayca içine girebileceği bir yapıda değildi.

Taşralının İstanbul'a gelişi, şehirde esnaf teşkilatı karşısında düştüğü durum ve devletin bu göçe karşı tutumu birbirine bağlı meselelerdir. Göçün sebepleri anlaşılmadan esnafın yeni gelenlere karşı tavrı, esnafın tavrı bilinmeden de devletin aldığı tedbirler tam olarak kavranamaz. Bildirinin amacı, iş umuduyla İstanbul'a gelen taşralıların esnaf teşkilatı karşısında karşılaştıkları güçlükleri arşiv belgeleri ışığında incelemektir.

2. YÖNTEM

Bildiride Cumhurbaşkanlığı Devlet Arşivleri Başkanlığı Osmanlı Arşivi'nde bulunan Divan-ı Hümayun Mühimme Defterleri (A.DVNS.MHM.d.), Cevdet tasnifine ait Zabtiye (C.ZB.) ve Dahiliye (C.DH.) belgeleri ile Ali Emiri tasnifine ait I. Abdülhamid (AE.SABH.I.) ve III. Osman (AE.SOSM.III.) belgeleri kullanılmıştır. Bunlara Ankara, Bursa, Çankırı ve Trabzon şer'iyye sicillerindeki kayıtlar eklenmiştir. Belgeler konularına göre ayrılmış, her başlık altında tarih sırasıyla değerlendirilmiş ve esnaf teşkilatı, göç ve Osmanlı iktisat tarihine dair araştırmalarla birlikte ele alınmıştır.

3. BULGULAR

3.1. İstanbul'a Göçün Sebepleri

Köylünün yurdunu bırakmasının başlıca sebebi taşradaki ağır vergi yükü idi. Vergi yükü arttıkça reaya kayıtlı olduğu yeri terk ederek benzer bir baskıyla karşılaşmayacağı yeni bir yere göç etmiştir (Akdağ, 2018, s. 564-565; Öz, 1997, s. 77-97). Taşrada vergi vermek istemeyenler için İstanbul'a gelmek ayrıca cazipti (BOA, A.DVNS.MHM.d., nr. 147, hk. 107). Savaşların getirdiği malî sıkıntılar da bu yükü artırmıştı. Önceleri sefer masrafları için toplanan imdâdiyye vergileri zamanla sürekli hâle gelerek üreticinin üzerinde ağır bir yük oluşturmuş, büyük şehirlere göç sürdükçe köyler boşalmış, üretim ve vergi gelirleri azalmıştı (Özcan, 2007, s. 189-192). Bunun yanında kadı, naib, âyan ve murabahacıların baskıları ile sancak idarecilerinin halktan haksız yere para toplamaları da köylüyü yerinden eden sebepler arasındaydı (Bursa Ş.S., nr. 125, hk. 16-17). Taşradaki güvensizlik de bu sebeplere eklenmişti. XVI. yüzyılın sonlarından itibaren köylerini terk eden gençler, yani levendler, eşkıyalığa yönelmiş, devlet de bunları asker olarak toplamıştı. Paşaların ölümü ya da azliyle işsiz

kalan bu askerler seferden dönenlerle birleşerek Anadolu'da eşkıyalığın artmasına yol açmıştır (İnalcık, 2019, s. 29-31).

İstanbul ise devlet merkezinin sunduğu geniş kazanç imkânları ve daha rahat bir hayat vaadiyle taşralı için bir çekim merkeziydi (Ülgener, 2006, s. 77). Şehirde iş bulup kolayca para kazanılacağı düşüncesi, payitaht ve çevresini göçün yoğunlaştığı yer hâline getirmiştir (BOA, AE.SOSM.III., nr. 13, Göm. 873; BOA, AE.SOSM.III., nr. 13, Göm. 874; BOA, A.DVNS.MHM.d., nr. 140, hk. 211). İstanbul ve çevresine iş bulmak amacıyla gelenlerin kayda geçtiği pek çok belge bulunmaktadır (BOA, C.ZB., nr. 53, Göm. 2637; BOA, C.DH., nr. 345, Göm. 17226; BOA, C.ZB., nr. 42, Göm. 2093; BOA, AE.SABH.I., nr. 308, Göm. 20675-20681; BOA, AE.SABH.I., nr. 166, Göm. 11101-11102; BOA, A.DVNS.MHM.d., nr. 150, hk. 212, 272). Daha önce başkentlik yapmış olan Edirne ve Bursa da göç alıyordu, ancak bu şehirlerin imkânları İstanbul'la kıyaslanamazdı. Şehirdeki medreseler de ilim tahsili için gelenleri çekiyordu; 1675 kayıtlarına göre İstanbul'da 126 medrese bulunmaktaydı (İpşirli, 2003, s. 327-333). Taşralılar Dersaadet'e ailesiyle, tek başına ya da topluluklar hâlinde geliyordu. Gelenler başlıca üç bölgeden, orta Balkanlar ve Makedonya'dan, Batı Karadeniz'den ve Orta Anadolu'nun doğusu ile Doğu Anadolu'nun batısından çıkıyordu (Kırlı, 2015, s. 74).

Vakıfların ihtiyaç sahiplerine sunduğu barınma ve yiyecek imkânları da şehre gelişi kolaylaştırıyordu. Nüfus arttıkça bekârlar vakıflara ait odalarda barınmıştır (Yağcı, 2015, s. 67-68). III. Ahmed'in annesinin 1710'da Üsküdar'da yaptırdığı Yeni Cami külliyesinde her gün ekmek ile sabah ve akşam çorbası dağıtılıyor, Cuma günleri ve Ramazan gecelerinde pilav ve tatlı ikram ediliyordu (Akbulut, 2003, s. 67).

Belgelerde geçen “*bekâr*” tabiri, evli olup olmamaktan çok, şehirde ailesinden ayrı ve kendi başına yaşayanları ifade eder (Ülgener, 2006, s. 77). İstanbul'a gelenler tarımdan uzaklaştıkları için tarıma bağlı vergilerden kurtuluyordu. Mülk sahibi olanlar avârız gibi vergileri ödemeye, gayrimüslimler cizye ve ispençe devam ediyor, avârız defterine kaydedilenler şehirli sayılarak mahalle vergilerine dâhil ediliyordu. Mülksüz olup hanlarda kalan bekârlar ise hem daha hafif bir vergi yükü altındaydı hem de taşradaki eşkıya tehlikesinden uzaktı (Yağcı, 2015, s. 67-68).

3.2. Esnaf Teşkilatı Karşısında Taşralılar

İş umuduyla şehre gelenlerin hesaba katmadığı husus esnaf teşkilatının yapısıydı. Şehirde her isteyenin istediği zaman bir iş tutması kolay değildi. XVIII. yüzyılda artan göçle hanları ve bekâr odalarını dolduran taşralılar bir zanaata girmek istediklerinde esnafı ayakta tutan kaidelerle karşılaşılıyordu. Bu kaidelerin şekillenmesinde her mesleğin kendine has özellikleri belirleyici olmuştur (Yıldırım, 1999, s. 146-177).

Esnafın idaresi kethüda, yiğitbaşı ve ehl-i hibreden oluşan bir heyetin elindeydi. XVIII. yüzyıldan itibaren şeyhin yerini büyük ölçüde alan kethüda idarî ve malî işleri yürütür, anlaşmazlıkları çözerdi. Yiğitbaşı ise çırakların yetiştirilmesi, esnaf arasındaki düzen ve esnafın ortak sandığı ile ilgilenirdi. Zanaata giriş çıraklık, kalfalık ve ustalık basamaklarından geçmeyi gerektiriyor, çırak esnafın izni olmadan ustasından ayrılamıyordu. Esnaftan olmayan biri bir işe ancak esnaf içinde çırak olarak yetişerek ya da faydalı yeni bir mal ortaya koyarak girebilirdi (Kal’a, 1995, s. 423-430).

Her esnaf birliğinin kendine mahsus kuralları, dışarıdan gelen “*ecnebi*” ile zanaatı usulüne göre öğrenmemiş “*hamdest*” kimselerin esnafa katılmasını zorlaştırıyordu. XVIII. yüzyılda daha ayrıntılı hâle gelen esnaf nizamları bu geleneği desteklemiştir. Bir esnafın nizamı genellikle kadı, bazen de doğrudan sadrazam tarafından onaylanıp Divan-ı Hümayun kalemlerinden birine kaydedilir, bunu içeren ferman esnafa verildiğinde resmî bir nitelik kazanırdı. Yeni bir birliğin kurulabilmesi için aynı yerde aynı işi yapan ve tekel hakkını önceden almış başka bir birliğin bulunmaması gerekiyordu. Böyle bir alana girmeye çalışanlar olursa, hak sahibi esnaf kadıya ya da Divan-ı Hümayun’a başvurarak onların faaliyetini durdurtabilirdi (Kal’a, 1995, s. 423-430). Esnaf nizamlarının uygulanmasında hassas davranan İstanbul idaresi, esnafın tehdit saydığı gelişmeleri önlemek hususunda hem payitahtta hem taşrada esnafla birlikte hareket ediyordu (Tabakoğlu, 2012, s. 451; Aktepe, 1958, s. 25-32).

Gedik usulü¹ girişi daraltan bir başka etkendi. Gedik, bir dükkâna ve onun âletlerine bağlı kullanım ve imtiyaz hakkıydı. Tekel usulünde bazı zanaatları ancak belirli sayıda kişi icra edebiliyor, izin öncelikle çoğu vakıf dükkânlarında eskiden beri gedik sahibi olanlara veriliyordu. Bu yüzden bir zanaatın kapısını aralamanın yolu gedik sahibi olmaktan geçiyordu (Akgündüz, 1996, s. 541-543).

Devlet de şehirde yığılan bekârları denetim altına almak için yeni ev yapımını sınırlamış, mevcut binalara ilave yapılmasını yasaklamış, çarşı ve pazarlarda yeni dükkân açılmasının önüne geçmiş ve bekâr odalarında kalanların daha sıkı denetlenmesini istemiştir (BOA, A.DVNS.MHM.d., nr. 140, hk. 6). Yeni dükkân açılmasının yasaklanması, esnaf arasına giremeyen taşralının şehirde kendine sabit bir iş yeri edinme yolunu da kapatıyordu. Esnafın yeni gelenlere karşı tutumunda kendi sıkıntıları da etkiliydi. Üzerlerindeki ağır vergiler ve esnaf birliklerinin sayısının artması İstanbul esnafını tedirgin ediyordu (Özcan, 2007, s. 189-192).

¹ *Gedik Usulü*: Osmanlı esnaf teşkilatında gedik usulü, belirli bir meslek veya ticaret faaliyetini yürütme hakkının mevcut esnafa tanınan imtiyaz ve inhisar esaslarına göre düzenlenmesiydi. XVIII. yüzyılda yaygınlaşan bu uygulama kapsamında, belirli mesleklerde faaliyet gösterebilecek esnafın ve iş yerlerinin sayısı sınırlandırılabilirdi. Bu sebeple gedik hakkı bulunmayan kimselerin bağımsız olarak dükkân açmaları ve mevcut esnafın faaliyet alanına girmeleri güçleşiyordu. Özellikle iş bulmak amacıyla İstanbul’a gelen taşralılar açısından bu durum, başkentteki çalışma imkânlarına erişimi sınırlandıran unsurlardan biriydi (Genç, 2007: s. 521–525; Akgündüz, 1996; Koyuncu, 2018; Lila, 2024).

Esnaf nizamlarının katı kuralları yüzünden esnaf içine giremeyen taşralılar mahalle aralarında satış yapmaya yöneldi. “*Koltukçuluk*” adıyla anılan bu uygulamalar işportacılığın ilk örneklerini oluşturmuştur. Sabit bir dükkânı olmadan dolaşarak satış yapan seyyar satıcılar daha az vergi ödediğinden, dükkân sahibi esnafın kazancı azalmış, devletin vergi geliri de düşmüştür. Bu durum esnaf ile seyyar satıcılar arasında denk olmayan bir rekabet doğurmuş, seyyar satıcılar toplumun kenarında kalan bir kesim olarak görülmeye başlanmıştır (Tabakoğlu, 2012, s. 452; Sivrikaya, 1968, s. 69-70). Seyyar satıcıların sayısı küçümsenecek gibi değildi. 1731-1734 yıllarına ait bir hükme göre şehirde her türlü dükkân, manav ve sebze bulunduğu hâlde yaklaşık 7-8 bin kişi geçimini seyyar satıcılıkla sağlıyordu. Bunlar çoğunlukla taşradan gelip şehirde geçici işlerle geçinen bekâr erkeklerdi (BOA, A.DVNS.MHM.d., nr. 140, hk. 128).

Esnafa giremeyen ya da en alt basamaktan başlayan taşralılar, çoğunlukla hemşehrilik bağları sayesinde belirli işlerde toplanmıştır. Dükkân sahipleri kalfa ve çıraklarını genellikle kendi topluluklarından seçiyor, onlara barınacak yer verip düşük ücretle çalıştırıyordu (Kırlı, 2015, s. 74). XVIII. yüzyılın sonlarında tutulan esnaf kefalet defterlerine göre dükkân ve bahçelerde çalışanların yaklaşık yüzde elli beşi, iskelelerdeki hamal ve kayıkçıların ise yaklaşık yüzde yetmiş yedisi taşralıydı (Kırlı, 2015, s. 73).

Bu işlerin her birinde belirli yerlerden gelenler öne çıkıyordu. Bostanlarda çoğunlukla Premedi, Ohri, Grebene, Manastır, Avlonya ve Yanya’dan gelenler çalışırken, fırın ve değirmenlerin işçileri neredeyse tamamen Eğin, Karahisar, Kuruçay, Erzurum, Sivas ve Divriği gibi yerlerden gelmişti (Kırlı, 2015, s. 75-76). İskele hamallığı ve kayıkçılık ise büyük ölçüde Kemah, Sivas, Çankırı, Ürgüp, Kastamonu ve Erzurum gibi Anadolu kasabalarından gelenlerin elindeydi (Kırlı, 2015, s. 76-77).

3.3. Devletin Göçe Karşı Tedbirleri

İstanbul’un iâşesi ve taşra vilayetlerinin bayındırlığı büyük ölçüde reayadan toplanan vergilere dayanıyordu. Bu sebeple devlet, reyanın yurdunu bırakmasını önlemek için yüzyıl boyunca pek çok emir çıkarmıştır. Şehre gelenlerden ya giriş yerlerinde ya da zaman zaman yapılan sayım ve yoklamalarda bir kefil göstermeleri isteniyor, kefil bulamayanlar memleketlerine gönderiliyordu. Bilhassa şehre gelen bekâr erkekler mahalle düzenini bozabilecek kimseler olarak görülüyordu (Kırlı, 2015, s. 72).

22 Eylül 1721 tarihli hükümde, başta Karadeniz olmak üzere Anadolu yakasındaki has, vakıf, zeamet ve tımar köy ve kasabalarında mülk ve arazi tasarruf eden Müslüman ve zimmî ahalinin göç etmesinin engellenmesi, göç edenlerin yakalanıp yurtlarına döndürülmesi emredilmiş, ancak şehirdeki yakınlarının teşvikiyle yola çıkan köylüleri geri göndermeye yönelik bu çabalar pek sonuç vermemiştir (BOA,

A.DVNS.MHM.d., nr. 130, hk. 519; Ankara Ş.S., nr. 115, hk. 77; Çankırı Ş.S., nr. 9, hk. 30; Trabzon Ş.S., nr. 1898, hk. 42).

Göçün şehirde doğurduğu sıkıntılar 1730'daki Patrona isyanında açıkça görülmüştür. Anadolu ve Rumeli'den gelip İstanbul'da hoşnutsuzluk içinde bekleyen kalabalık isyanın zeminini hazırlamış, isyancılar arasında hamam tellakları, manavlar, kaldırım satıcıları ve tavukçular gibi geçimini sokakta arayan kimseler yer almıştır. Kapalıçarşı esnafı da isyana çekilmiş ve dükkânlar kapanmıştır. İsyân bastırıldıktan sonra cezalandırılanların çoğu Arnavut asıllıydı (Özcan, 2007, s. 189-192).

Haziran 1737 tarihli bir hükümde Kocaeli mutasarrıfı, İznikmid kadısı ve diğer görevlilere taşradan İstanbul'a ev halkıyla birlikte göç edilmesinin önlenmesi emredilmiş, yalnızca iş sahipleri ile tüccarların bundan istisna tutulacağı bildirilmiştir. Hükümde, daha önce de aynı maksatla emirler çıkarıldığı, fakat bunlara gereği gibi uyulmadığı belirtilmiştir. Aynı hükmün suretleri Üsküdar, Karesi, Trabzon, Çekmeceler, Edirne ve Kırkkilise'ye gönderilerek Marmara ve Karadeniz kıyılarındaki Gebze, Karamürsel, Gemlik, Mudanya, Bandırma, Balıkesir, Biga, Samsun, Sinop, Silivri, Tekfurdağı ve Gelibolu gibi pek çok kazaya ulaştırılmıştır (BOA, A.DVNS.MHM.d., nr. 165, hk. 176).

Göçün yoğunluğu dönemden döneme değişiyordu. 1744 yılında İstanbul başta olmak üzere Anadolu'ya yönelen göç artınca, özellikle Rumeli'den gelen Arnavutlara karşı tedbirler sıklaştırıldı. Bahar aylarıyla birlikte göçün daha da artacağı düşünülerek İstanbul'un giriş kapıları olan Tekfurdağı ve Silivri gibi yerlerdeki görevlilere emirler gönderilmiştir. Bu emirlerde tek başına gelenlerin yanı sıra iş bulmak için topluluklar hâlinde İstanbul'a gelmek isteyen Arnavutlar bulunabileceği bildirilmiş, görevlilerin daha dikkatli olması istenmiştir (BOA, A.DVNS.MHM.d., nr. 150, hk. 212). Kaçak yollardan Anadolu'ya geçmeye çalışan Arnavutların özellikle hamamlarda ve bostanlarda iş bulmak için geldikleri anlaşıncı, bunların karadan ve denizden İstanbul'a girişleri kesin olarak yasaklanmıştır. Edirne'deki görevlilere de bölgelerinde yakaladıkları kimseleri vilayetlerine gönderilmek üzere Tekfurdağı'na ulaştırmaları emredilmiştir (BOA, A.DVNS.MHM.d., nr. 151, hk. 125).

Haziran 1747'de Bursa'ya gönderilen fermenda kasaba ve köy halkının hiçbir sebeple İstanbul'a gelmesine izin verilmemesi istenmiştir (Bursa Ş.S., nr. 125, hk. 16-17). 1748 yılında ise Anadolu'dan olduğu gibi Rumeli'den gelen Arnavutların sayısında da artış görülmüştür. Bu göçün başlıca sebebi seferler yüzünden artan vergilerdi. İstanbul'a gelenlerin şehirde çeşitli asayiş olaylarına karışması üzerine, Edirne ve diğer Rumeli kazalarındaki görevlilere tüccarlar ile işi olan en fazla iki kişi dışında Arnavutların İstanbul'a girişinin engellenmesi emredilmiştir (BOA, A.DVNS.MHM.d., nr. 153, hk. 282). 1752'de tutulan hamam defterine göre

şehirdeki 177 hamamda çalışan yaklaşık 2.400 kişinin yüzde doksanı taşradan gelmişti. Bunların yaklaşık yüzde yetmişi Rumeli'den, başta Avlonya ve İstarova olmak üzere Görice, Berat ve Elbasan gibi yerlerdendi. Defter, hamamlarda çalışan Arnavutları tespit edip İstanbul'dan uzaklaştırmak maksadıyla tutulmuştu (Kırlı, 2015, s. 73).

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

XVIII. yüzyılda Anadolu ve Rumeli'den İstanbul'a yönelen göçün temelinde ağır vergi yükü, yerel idarecilerin baskısı ve eşkıya korkusu yatıyordu. Payitahtın sunduğu kazanç imkânları, bazı vergilerden muafiyet ve vakıfların barınma ile yiyecek imkânları ise taşralıyı şehre çeken başlıca etkenlerdi.

İş umuduyla şehre gelen taşralı, burada kendi kural ve nizamlarıyla korunan esnaf teşkilatıyla karşılaştı. Ecnebi ve hamdest sayılanların esnafa katılmasını zorlaştıran bu düzen, devletin yeni dükkân açılmasını yasaklamasıyla daha da sıkılaştı. Kethüda ve yiğitbaşının gözetiminde yürüyen çıraklık-kalfalık-ustalık düzeni ve gedik usulü, taşralının bir zanaata girmesini büyük ölçüde zorlaştırıyordu. Esnaf arasına giremeyenlerin önemli bir kısmı koltukçuluk ve seyyar satıcılıkla geçimini sağlamaya çalıştı, bu da esnaf ile seyyar satıcılar arasında yeni bir çekişme doğurdu. Diğerleri ise hemşehrilik bağları sayesinde hamam, bostan, fırın ve iskele gibi işlerde tutundu.

Devlet, hem vergi gelirini hem de Dersaadet'in düzenini korumak için kefil şartı koydu, göç edenleri yurtlarına döndürmeye, şehre girişleri sınırlamaya ve bilhassa Patrona isyanından sonra Arnavutların gelişini engellemeye çalıştı. Ancak emirlerin tekrar tekrar yenilenmesi, bu tedbirlerin göçü durdurmaya yetmediğini açıkça ortaya koyar. Taşralıların esnaf teşkilatı karşısındaki durumunun daha geniş bir zaman dilimi ve farklı şehirler için şer'iyye sicilleri ve esnafa dair hükümler üzerinden ayrıca incelenmesi, meselenin bütün yönleriyle aydınlatılmasına katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

Arşiv Kaynakları

Cumhurbaşkanlığı Devlet Arşivleri Başkanlığı Osmanlı Arşivi (BOA)

A.DVNS.MHM.d., nr. 130, hk. 519; nr. 140, hk. 6, 128, 211; nr. 147, hk. 107; nr. 150, hk. 212, 272; nr. 151, hk. 125; nr. 153, hk. 282; nr. 165, hk. 176.

AE.SABH.I., nr. 166, Göm. 11101, 11102; nr. 308, Göm. 20675-20681.

AE.SOSM.III., nr. 13, Göm. 873, 874.

C.DH., nr. 345, Göm. 17226.

C.ZB., nr. 42, Göm. 2093; nr. 53, Göm. 2637.

Şer'iyeye Sicilleri

Ankara Ş.S., nr. 115, hk. 77.

Bursa Ş.S., nr. 125, hk. 16-17.

Çankırı Ş.S., nr. 9, hk. 30.

Trabzon Ş.S., nr. 1898, hk. 42.

Araştırmalar

Akbulut, M. (2003). *Üsküdar Yeni Camii ve külliyesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Akdağ, M. (2018). *Türkiye'nin iktisadi ve içtimai tarihi*. Yapı Kredi Yayınları.

Akgündüz, A. (1996). Gedik. *Türkiye Diyanet Vakfı İslâm ansiklopedisi* (C. 13, ss. 541–543). TDV Yayınları.

Aktepe, M. (1958). İstanbul'un nüfus meselesine dair bazı vesikalar. *İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Tarih Dergisi*, 9(13), 1–30.

Genç, M. (2007). Osmanlılar: İktisadî ve ticarî yapı. *Türkiye Diyanet Vakfı İslâm ansiklopedisi* (C. 33, ss. 521–525). TDV Yayınları.

İnalcık, H. (2019). *Devlet-i Aliyye: Osmanlı İmparatorluğu üzerine araştırmalar IV*. Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.

İpşirli, M. (2003). Medrese. *Türkiye Diyanet Vakfı İslâm ansiklopedisi* (C. 28, ss. 327–333). TDV Yayınları.

Kal'a, A. (1995). Esnaf. *Türkiye Diyanet Vakfı İslâm ansiklopedisi* (C. 11, ss. 423–430). TDV Yayınları.

- Kırlı, C. (2015). İstanbul’da hemşehrilik tabanlı tabakalar/yoğunlaşmalar. C. Yılmaz (Ed.), *Antik çağdan XXI. yüzyıla büyük İstanbul tarihi* (C. 4, ss. 72–79). İstanbul Büyükşehir Belediyesi.
- Koyuncu, N. (2018). Osmanlı Devleti’nde esnaf gediklerinin hukuki esasları, gelişimi ve ilgası. *Selçuk Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*, 26(2), 47-76.
- Lila, N. (2024). 18. yüzyıl İstanbul’unda gediklerin istihdama etkisi: Fırıncı esnafı üzerine bir inceleme. *Uludağ İlahiyat Dergisi*, 33(1), 35–56. <https://doi.org/10.51447/uluid.1424289>
- Öz, M. (1997). XVI. yüzyıl Anadolu’sunda köylülerin vergi yükü ve geçim durumu hakkında bir araştırma. *Osmanlı Araştırmaları*, 17, 77–97.
- Özcan, A. (2007). Patrona İsyanı. *Türkiye Diyanet Vakfı İslâm ansiklopedisi* (C. 34, ss. 189–192). TDV Yayınları.
- Sivrikaya, İ. (1968). XVIII. yüzyılda işportacılıkla ilk mücadele. *Belgelerle Türk Tarihi Dergisi*, (13), 69–70.
- Tabakoğlu, A. (2012). *Türkiye iktisat tarihi*. Dergâh Yayınları.
- Ülgener, S. (2006). Tarihte darlık buhranları ve iktisadî muvazenesizlik meselesi. Derin Yayınları.
- Yağcı, Z. G. (2015). Osmanlı toplumunda mahallenin dışındakiler: Bekâr odaları ve bekârlar. *Türk İslam Medeniyeti Akademik Araştırmalar Dergisi*, (20), 65–85.
- Yıldırım, O. (1999). Osmanlı esnafında uyum ve dönüşüm: 1650–1826. *Toplum ve Bilim*, (83), 146–177.

TÜRKİYE'DE SAĞLIK ENFLASYONU İLE GENEL ENFLASYON ARASINDAKİ İLİŞKİ: FOURIER TODA-YAMAMOTO NEDENSELLİK ANALİZİ

Dr. Öğr. Üyesi, Hasan Furkan KAPLAN¹

¹Muş Alparslan Üniversitesi, Malazgirt Meslek Yüksekokulu, Finans, Bankacılık ve Sigortacılık Bölümü,
İktisat, hf.kaplan@alparslan.edu.tr, ORCID: 0000-0001-6585-139X

Özet

Türkiye'de ilaç ve sağlık hizmeti fiyatlarının büyük kısmı piyasada değil, idari kararlarla belirlenir. Bu yapı, sağlık fiyatlarının genel fiyat düzeyinden ayrı bir seyir izleyip izlemediği sorusunu akla getirmektedir. Çalışmada sağlık enflasyonu ile genel enflasyon arasındaki nedensellik ilişkisi 2005:01–2025:12 dönemine ait aylık verilerle incelenmiştir. Tüketici fiyat endeksi ve sağlık alt endeksi TCMB Elektronik Veri Dağıtım Sistemi'nden alınmış, X-13 yöntemiyle mevsimsellikten arındırılmış ve logaritmik biçime dönüştürülmüştür. ADF ve Fourier ADF testlerine göre iki seri de düzeyde ve birinci farkta birim kök içermekte, ikinci farkı alındığında durağan hâle gelmektedir. Nedensellik ilişkisi Toda-Yamamoto testinin yanında tek frekanslı ve kümülatif frekanslı Fourier Toda-Yamamoto testleriyle sınanmıştır. Fourier yaklaşımı, dönem içinde yaşanan 2018 kur şoku ve 2021–2023 yüksek enflasyon süreci gibi kırılmaları, tarih ve sayılarını önceden belirlemeye gerek kalmadan modele katabildiği için tercih edilmiştir. Üç testte de genel enflasyondan sağlık enflasyonuna doğru anlamlı bir nedensellik bulunmuştur. Ters yönde ise yalnızca standart Toda-Yamamoto testinde zayıf bir ilişki görülmüş, kırılmalar Fourier terimleriyle hesaba katıldığında bu ilişki ortadan kalkmıştır. Bu sonuç, sağlık fiyatlarının enflasyonu kendiliğinden başlatan bir kalem olmadığını, genel fiyat artışlarını belli bir gecikmeyle takip ettiğini düşündürmektedir. Buna göre sağlıktaki fiyat baskısını hafifletmenin yolu, sektöre özgü düzenlemelerden çok genel dezenflasyon sürecinin başarısından geçmektedir.

Anahtar kelimeler: Sağlık enflasyonu, Genel enflasyon, Fourier Toda-Yamamoto, Türkiye

THE RELATIONSHIP BETWEEN HEALTH INFLATION AND GENERAL INFLATION IN TÜRKİYE: A FOURIER TODA-YAMAMOTO CAUSALITY ANALYSIS

Abstract

In Türkiye, most drug and health service prices are set by administrative decisions rather than by the market. This raises the question of whether health prices follow a path of their own or simply move with the general price level. This study examines the causal relationship between health inflation and general inflation using monthly data for 2005:01–2025:12. The consumer price index and its health sub-index were taken from the Electronic Data Delivery System of the Central Bank of the Republic of Türkiye, seasonally adjusted with the X-13 method and converted into logarithms. ADF and Fourier ADF tests show that both series contain a unit root in levels and first differences and become stationary after second differencing. Causality was tested with the Toda-Yamamoto test as well as single-frequency and cumulative-frequency Fourier Toda-Yamamoto tests. The Fourier approach was chosen because it can account for breaks such as the 2018 currency shock and the 2021–2023 high-inflation period without fixing their dates or number in advance. All three tests find significant causality running from general inflation to health inflation. In the opposite direction, a weak relationship appears only in the standard Toda-Yamamoto test and disappears once structural breaks are captured by the Fourier terms. This suggests that health prices are not an independent trigger of inflation but follow general price increases with a lag. Easing price pressure in health therefore depends less on sector-specific regulation than on the success of overall disinflation.

Keywords: Health inflation, General inflation, Fourier Toda-Yamamoto, Türkiye

1. GİRİŞ

Sağlık harcamalarındaki artışın kaynakları arasında hizmet kullanımındaki genişlemenin yanı sıra ilaç ve sağlık hizmeti fiyatlarındaki değişim de yer almakta olup fiyat etkisinin büyüklüğü, özellikle yüksek enflasyon dönemlerinde kamu ve hane halkı bütçeleri üzerindeki yükü belirleyen başlıca unsurlardan biri hâline gelmektedir (Newhouse, 1992; Hartwig, 2008). Türkiye'de sağlık harcamalarının büyük kısmının Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) tarafından finanse edilmesi, sağlık fiyatlarındaki değişimin doğrudan kamu maliyesine yansımaya yol açmaktadır.

2003 yılında uygulamaya konulan Sağlıkta Dönüşüm Programı kapsamında hastane hizmet fiyatlarının Sağlık Uygulama Tebliği (SUT), ilaç fiyatlarının ise dönemsel olarak belirlenen avro değeri üzerinden tespit edilmesi, sağlık fiyatlarını genel fiyat düzeyinden farklı bir seyre sokmuştur. Mevsimsellikten arındırılmış TÜFE verileriyle yapılan hesaplamalara göre 2005–2017 döneminde sağlık alt endeksindeki ortalama aylık artış %0,37, genel endekste ki artış ise %0,68 olup 2018 sonrasında aradaki fark kapanmış, 2021–2023 döneminde aylık ortalama artış sağlıkta %3,58'e, genel endekste %3,64'e ulaşmıştır. 2023 yılında ise aralık ayları itibarıyla sağlık fiyatlarındaki yıllık artış yaklaşık %79 ile genel endekste ki %65'lik artışın üzerinde gerçekleşmiştir.

Bu gelişmeler, sağlık fiyatlarının genel enflasyonu besleyen bağımsız bir kalem mi yoksa genel fiyat artışlarını gecikmeyle izleyen bir alt endeks mi olduğu sorusunu gündeme getirmekte olup sorunun cevabı, sağlık fiyatlarına yönelik düzenlemelerin dezenflasyon politikası içindeki yerini de belirlemektedir. Çalışmada söz konusu ilişki 2005:01–2025:12 dönemine ait 252 aylık gözlemle, 2018 kur şoku ile 2021–2023 yüksek enflasyon döneminin yol açtığı yapısal kırılmaları hesaba katan Fourier Toda-Yamamoto testleri (Nazlıoğlu vd., 2016) kullanılarak incelenmektedir. Türkiye'de konuya ilişkin çalışmalar (Ankara ve Zeybek, 2021; Fidan Türkön vd., 2024) iki fiyat endeksi arasındaki ilişkiyi yapısal kırılmaları dikkate alarak doğrudan sınımadığından çalışmanın literatüre bu yönde katkı sağlaması beklenmektedir.

1.1. Kuramsal Çerçeve

Sağlık fiyatlarının uzun dönemde genel fiyatlardan daha hızlı artmasına ilişkin temel açıklama, emek yoğun hizmet sektörlerinde verimlilik artışının imalat sanayisinin gerisinde kalmasına karşın ücretlerin ekonomi geneliyle birlikte yükselmesi sonucunda birim maliyetlerin ve göreceli fiyatların arttığını ileri süren Baumol'un (1967) dengesiz büyüme modeline dayanmakta olup Hartwig (2008) OECD ülkeleri için bu mekanizmayı destekleyen bulgular elde etmiştir. Söz konusu yaklaşım, sağlık fiyatlarının ekonomi genelindeki ücret ve fiyat artışlarını izlediğini, dolayısıyla nedenselliğin genel fiyat düzeyinden sağlık fiyatlarına doğru işlediğini öngörmektedir. Türkiye'de SUT fiyatları ile ilaç fiyatlarında kullanılan avro değerinin yılda bir veya iki kez

güncellenmesi, kur, ücret ve enerji maliyetlerindeki artışların sağlık fiyatlarına ancak bir sonraki güncelleme döneminde yansımaya neden olduğundan idari fiyatlama yapısı da genel enflasyondan sağlık enflasyonuna doğru gecikmeli bir etkiyi destekler niteliktedir.

Ters yönlü etki ise sağlık alt endeksinin TÜFE sepetindeki ağırlığı ölçüsünde doğrudan, sağlık maliyetlerinin ücret talepleri ve kamu bütçesi üzerindeki etkisi aracılığıyla dolaylı olarak ortaya çıkabilmekle birlikte sağlığın sepetteki payının görece düşük olması bu kanalın sınırlı kalacağını düşündürmektedir. Öte yandan Newhouse (1992), sağlık harcamalarındaki uzun dönemli artışın önemli bir bölümünü tıbbi teknolojideki gelişmelere bağlamakta olup bu durum sağlık fiyatlarının genel ekonomiden bağımsız dinamiklere de sahip olabileceğine işaret etmektedir.

1.2. Literatür

Uluslararası literatürde sağlık enflasyonu ile genel enflasyon arasındaki ilişkiyi doğrudan inceleyen sınırlı sayıdaki çalışmadan Bayati vd. (2014), İran'ın 1985–2013 dönemine ait verilerini kullanarak sağlık enflasyonunu oluşturan alt bileşenleri ve sağlık enflasyonunun genel enflasyonla ilişkisini incelemiş, sağlık enflasyonundaki %1'lik bir artışın uzun dönemde genel enflasyonu yaklaşık %0,31 oranında yükselttiği sonucuna ulaşmıştır. Lin vd. (2024) Çin'in 2000–2021 dönemi verileriyle yaptıkları analizde tüketici fiyat endeksinden tıbbi hizmet fiyat endeksine doğru Granger nedenselliği tespit etmiş, buna karşılık tıbbi hizmet fiyatlarından tüketici fiyatlarına doğru bir nedensellik ilişkisi bulamamıştır.

Türkiye üzerine yapılan çalışmalardan Ankara ve Zeybek (2021), Sağlıkta Dönüşüm Programı sonrasında sağlık harcamaları ile sağlık enflasyonunun gelişimini zaman serisi analizleriyle incelemiş ve sağlık enflasyonunun genel enflasyon üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin bulunduğunu, ancak bu etkinin uzun dönemde genel enflasyonu sınırlı ölçüde düşürücü yönde olduğunu belirlemiştir. Fidan Türkön vd. (2024), 2006:01–2024:10 dönemine ait aylık verilerle uyguladıkları Toda-Yamamoto testi sonucunda döviz kurundan sağlık fiyat endeksine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit etmiş olup bu bulgu sağlık fiyatlarının dışsal maliyet şoklarını izlediği görüşüyle örtüşmektedir. Taşkaya ve Demirkıran (2016) ise 1975–2013 dönemine ait yıllık verilerle enflasyon, gelir ve sağlık harcaması arasındaki ilişkiyi Granger nedensellik testiyle incelemiş ve enflasyonun yalnızca gelir üzerinde etkili olduğunu göstermiştir.

Çalışmada kullanılan Fourier Toda-Yamamoto testi, Nazlıoğlu vd. (2016) tarafından petrol fiyatları ile gayrimenkul yatırım ortaklıkları arasındaki ilişkinin incelenmesi amacıyla geliştirilmiş olup son yıllarda Türkiye verileriyle yapılan çalışmalarda da sıklıkla tercih edilmektedir. Bu çalışmalardan biri olan Köse ve Akdağ (2026), söz konusu testi kullanarak Türkiye'de eğitim harcamaları ile enflasyon arasında çift yönlü

nedensellik bulunduğunu tespit etmiştir. Literatür bir bütün olarak ele alındığında, Türkiye'de sağlık enflasyonu ile genel enflasyon arasındaki ilişkiyi yüksek enflasyon dönemini de içine alan aylık verilerle ve yapısal kırılmaları dikkate alarak inceleyen bir çalışmanın henüz yapılmadığı anlaşılmaktadır.

2. YÖNTEM

2.1. Veri Seti

Çalışmada 2005:01–2025:12 dönemini kapsayan 252 aylık gözlemden yararlanılmıştır. Genel enflasyonun göstergesi olarak TÜİK tarafından yayımlanan tüketici fiyat endeksi (2025=100), sağlık enflasyonunun göstergesi olarak ise aynı endeksin sağlık alt grubu kullanılmıştır. Her iki seri de TCMB Elektronik Veri Dağıtım Sistemi'nden (EVDS) elde edilmiştir (TCMB, 2026). Aylık fiyat verilerinde mevsimsel dalgalanmaların belirgin olması nedeniyle seriler X-13 yöntemiyle (U.S. Census Bureau, 2017) mevsimsellikten arındırılmış ve analizde doğal logaritmaları kullanılmıştır. Çalışmada yer alan değişkenlere ilişkin bilgiler Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Değişkenler ve veri kaynağı

Değişken	Tanım	Kaynak
lnSAG	TÜFE sağlık alt endeksi (2025=100), mevsimsellikten arındırılmış, logaritmik	TÜİK, TCMB EVDS
lnGEN	TÜFE genel endeksi (2025=100), mevsimsellikten arındırılmış, logaritmik	TÜİK, TCMB EVDS

İnceleme dönemi boyunca genel endeks yaklaşık 31 kat, sağlık endeksi ise yaklaşık 20 kat artış göstermiştir. Aylık ortalama değişim sağlık endeksinde %1,19, genel endekste %1,37 olarak hesaplanmış, iki serinin aylık değişimleri arasındaki korelasyon katsayısı ise 0,64 bulunmuştur. Analizlerde GAUSS programı ve bu programa ait TSPDLIB kütüphanesi kullanılmıştır.

2.2. Birim Kök Testleri

Serilerin durağanlık özellikleri ilk olarak Dickey ve Fuller (1979) tarafından geliştirilen genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) testi ile araştırılmıştır. Sabit terim ve trend içeren test denklemi aşağıda gösterilmektedir:

$$\Delta y_t = \alpha + \beta t + \rho y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \gamma_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (1)$$

Denklemden sıfır hipotezi ($\rho=0$) serinin birim kök içerdiğini ifade etmektedir. Uygun gecikme sayısı (p), en fazla 12 gecikme dikkate alınarak t-istatistiğine dayalı genelden özele yöntemiyle belirlenmiştir. ADF testinin yapısal kırılmaları hesaba katmaması, kırılmaların bulunduğu durumlarda birim kök hipotezinin olması gerekenden daha sık kabul edilmesine neden olabilmektedir. Bu sorunu gidermek amacıyla Enders ve Lee (2012) tarafından önerilen Fourier ADF testi de uygulanmıştır. Gallant'ın (1981) esnek Fourier formuna dayanan bu testte, ADF denkleminde trigonometrik terimler eklenmektedir:

$$\Delta y_t = \alpha + \beta t + \lambda_1 \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \lambda_2 \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \rho y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \gamma_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (2)$$

Denklemde k frekansı ve T gözlem sayısını ifade eden trigonometrik terimler, Enders ve Lee'nin (2012) belirttiği üzere kırılmaların tarihi, sayısı ve biçimi önceden bilinmeksizin seride yer alan kademeli yapısal değişimlerin yakalanmasına imkân vermektedir. Frekans değeri 1 ile 5 arasındaki değerler içinden kalıntı kareleri toplamını en küçük yapan değer olarak belirlenmiş, kritik değerler ise Enders ve Lee (2012) çalışmasından alınmıştır.

2.3. Toda-Yamamoto ve Fourier Toda-Yamamoto Nedensellik Testleri

Değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisi Toda ve Yamamoto (1995) yaklaşımı ile incelenmiştir. Söz konusu yaklaşım, serilerin bütünleşme derecelerinden ve seriler arasında eşbütünleşme ilişkisi bulunup bulunmamasından bağımsız olarak düzey değerler üzerinden uygulanabilmesi nedeniyle tercih edilmiştir. Bu yöntemde ilk olarak düzey verilerle kurulan VAR modeli için uygun gecikme uzunluğu (p) Schwarz (1978) bilgi kriteri yardımıyla belirlenmekte, ardından model serilerin en yüksek bütünleşme derecesi ($d_{\max}$) kadar ek gecikme ilave edilerek tahmin edilmektedir:

$$\ln SAG_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{p+d_{\max}} \alpha_{1i} \ln SAG_{t-i} + \sum_{i=1}^{p+d_{\max}} \alpha_{2i} \ln GEN_{t-i} + u_{1t} \quad (3)$$

$$\ln GEN_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^{p+d_{\max}} \beta_{1i} \ln GEN_{t-i} + \sum_{i=1}^{p+d_{\max}} \beta_{2i} \ln SAG_{t-i} + u_{2t} \quad (4)$$

Genel enflasyonun sağlık enflasyonunun Granger nedeni olmadığını ifade eden sıfır hipotezi, (3) numaralı denklemde yalnızca ilk p gecikmeye ait katsayılar kısıt konularak sınanmaktadır:

$$H_0: \alpha_{21} = \alpha_{22} = \dots = \alpha_{2p} = 0 \quad (5)$$

Modele eklenen ek gecikmeler tahminde yer almakla birlikte teste dâhil edilmemekte, bu sayede Wald istatistiği asimptotik olarak p serbestlik dereceli ki-kare dağılımına uymaktadır. Ancak küçük örneklemelerde ya da hata terimlerinin normal dağılmadığı durumlarda bu dağılımdan sapmalar görülebileceğinden olasılık değerleri ayrıca 1.000 tekrarlı bootstrap yöntemiyle hesaplanmıştır (Hacker ve Hatemi-J, 2006).

Standart Toda-Yamamoto testinde yapısal kırılmalar dikkate alınmamaktadır. Nazlıoğlu vd. (2016), bu eksikliği gidermek amacıyla (3) ve (4) numaralı denklemlerde yer alan sabit terimi zamana bağlı bir fonksiyon şeklinde tanımlamıştır. Tek frekanslı Fourier Toda-Yamamoto testinde sabit terim aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

$$\alpha_0(t) = \alpha_0 + \gamma_1 \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \gamma_2 \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) \quad (6)$$

Kümülatif frekanslı testte ise Enders ve Jones (2016) tarafından önerilen yaklaşım izlenerek 1'den n'ye kadar tüm frekanslar modele birlikte dâhil edilmektedir:

$$\alpha_0(t) = \alpha_0 + \sum_{k=1}^n \gamma_{1k} \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \sum_{k=1}^n \gamma_{2k} \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) \quad (7)$$

Kümülatif frekans yapısı, tek bir kademeli değişimin yanı sıra birden fazla ve farklı biçimlerde ortaya çıkan kırılmaların da modele yansıtılmasına imkân vermektedir. Fourier testlerinde de hipotezler Wald istatistiği ve bootstrap olasılık değerleri esas alınarak değerlendirilmiştir.

3. BULGULAR

3.1. Birim Kök Testi Sonuçları

Birim kök testlerine ait sonuçlar Tablo 2'de yer almaktadır. ADF testi sonuçlarına göre her iki seri de düzeyde birim kök içermekte olup birinci farklar alındığında da sıfır hipotezi reddedilememektedir. Fourier ADF testinden elde edilen sonuçlar da aynı yöndedir. Düzeyde ve birinci farkta uygun frekansın 1 olarak belirlenmesi, iki seride de tek ve kademeli bir kırılmanın bulunduğu işaret etmektedir; bu kırılmanın 2021 yılından sonra aylık enflasyonun seviye değiştirmesiyle ilişkili olduğu düşünülmektedir. Serilerin ikinci farkları alındığında ise her iki testte de birim kök hipotezi %1 anlamlılık düzeyinde reddedilmektedir. Bu sonuçlara göre lnSAG ve lnGEN serilerinin ikinci dereceden bütünleşik, yani I(2) olduğu söylenebilir.

Tablo 2. Birim kök testi sonuçları

Değişken	Test	Düzye (sabit ve trend)	Birinci fark (sabit)	İkinci fark (sabit)
lnSAG	ADF	-1,952 [12]	-1,259 [12]	-6,373*** [11]
	Fourier ADF	-3,701 [12; k=1]	-2,392 [12; k=1]	-6,773*** [11; k=5]
lnGEN	ADF	0,416 [7]	-1,854 [12]	-7,271*** [11]
	Fourier ADF	-2,511 [7; k=1]	-3,095 [12; k=1]	-7,448*** [11; k=4]

Not: *** %1 düzeyinde anlamlılığı gösterir. Köşeli parantez içinde gecikme sayısı ve Fourier frekansı (k) verilmiştir. Fourier ADF testinde düzey için %1, %5 ve %10 kritik değerleri -4,87, -4,31 ve -4,02; birinci fark için -4,37, -3,78 ve -3,47'dir.

3.2. Nedensellik Testi Sonuçları

Schwarz bilgi kriterine göre uygun gecikme uzunluğu 2 olarak belirlenmiştir. Temel tahminlerde TSPDLIB kütüphanesinin varsayılan ayarı olan $d_{\max}=1$ kullanılmış, serilerin I(2) olması nedeniyle sonuçların $d_{\max}=2$ ile de sınanması yoluna gidilmiştir. Nedensellik testlerine ilişkin sonuçlar Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3. Toda-Yamamoto ve Fourier Toda-Yamamoto nedensellik testi sonuçları

Sıfır hipotezi	Toda-Yamamoto	Tek frekanslı Fourier TY	Kümülatif frekanslı Fourier TY
lnGEN, lnSAG'ın nedeni değildir	13,932 (0,022)**	11,511 (0,027)**	12,905 (0,020)**
lnSAG, lnGEN'in nedeni değildir	4,042 (0,097)*	0,278 (0,826)	0,063 (0,954)
Gecikme (p) / Frekans (k)	2 / -	2 / 1	2 / 3

Not: Tabloda Wald istatistikleri, parantez içinde 1.000 tekrarlı bootstrap olasılık değerleri verilmiştir. ** ve * sırasıyla %5 ve %10 düzeyinde anlamlılığı gösterir. Gecikme uzunluğu Schwarz bilgi kriteriyle en fazla 12 gecikme arasından seçilmiştir.

Tablo 3'teki sonuçlara göre genel enflasyonun sağlık enflasyonunun nedeni olmadığını ileri süren hipotez üç testte de %5 düzeyinde reddedilmekte, bu da genel fiyat düzeyindeki değişmelerin sağlık fiyatlarındaki değişmeleri açıkladığını göstermektedir. Ters yönde ise standart Toda-Yamamoto testinde %10 düzeyinde zayıf bir ilişki gözlenmekle birlikte, Fourier terimlerinin modele eklenmesiyle bu ilişki ortadan kalkmakta ve olasılık değerleri 0,83 ile 0,95'e yükselmektedir. Buradan hareketle sağlık fiyatlarından genel fiyatlara doğru görülen zayıf ilişkinin gerçek bir nedensellikten çok yapısal kırılmaların modelde yer almamasından kaynaklandığı söylenebilir. Tek frekanslı testte frekansın 1 olarak belirlenmesi de Fourier ADF testi sonuçlarıyla tutarlılık göstermektedir.

Serilerin ikinci dereceden bütünleşik olması, Toda-Yamamoto yaklaşımında $d_{\max}=2$ kullanılmasını daha uygun hâle getirebilir. Bu ihtimal göz önünde bulundurularak üç test $d_{\max}=2$ ile yeniden tahmin edilmiş ve elde edilen sonuçlar Tablo 4'te gösterilmiştir. Uygun gecikme uzunluğunun değişmemesi nedeniyle model VAR(4) olarak kurulmuş ve Wald testi yine ilk iki gecikmeye uygulanmıştır.

Tablo 4. Sağlamlık kontrolü: $d_{\max}=2$ ile nedensellik testi sonuçları

Sıfır hipotezi	Toda-Yamamoto	Tek frekanslı Fourier TY	Kümülatif frekanslı Fourier TY
$\ln\text{GEN}, \ln\text{SAG}'\text{ın nedeni değildir}$	12,654 (0,002)***	11,117 (0,004)***	13,155 (0,001)***
$\ln\text{SAG}, \ln\text{GEN}'\text{in nedeni değildir}$	2,991 (0,224)	0,302 (0,860)	0,148 (0,929)

Not: Tabloda Wald istatistikleri, parantez içinde asimptotik olasılık değerleri verilmiştir. *** %1 düzeyinde anlamlılığı gösterir.

$d_{\max}=2$ ile yapılan tahminlerden elde edilen sonuçlar temel bulgularla uyumludur. Genel enflasyondan sağlık enflasyonuna doğru nedensellik üç testte de %1 düzeyinde anlamlı bulunurken ters yönde hiçbir testte anlamlı bir ilişkiye rastlanmamıştır. Bu durum, bulguların serilerin bütünleşme derecesine ilişkin varsayımdan etkilenmediğini göstermektedir.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Türkiye'de sağlık enflasyonu ile genel enflasyon arasındaki nedensellik ilişkisi 2005:01–2025:12 dönemine ait aylık veriler kullanılarak incelenmiştir. Birim kök testleri her iki serinin de ikinci dereceden bütünleşik olduğunu göstermiştir. Toda-Yamamoto testi ile tek frekanslı ve kümülatif frekanslı Fourier Toda-Yamamoto testlerinin sonuçları, nedenselliğin genel enflasyondan sağlık enflasyonuna doğru işlediğini ortaya koymuştur. Ters yönde standart Toda-Yamamoto testinde %10 düzeyinde ($p=0,097$) görülen

ilişki, tek ve kümülatif frekanslı Fourier testlerinde sırasıyla 0,826 ve 0,954 olasılık değerleriyle anlamsızlaşmış, $d_{\max}=2$ ile yapılan tahminlerde de sonuçlar değişmemiştir.

Bulgular, Baumol (1967) ve Hartwig (2008) tarafından ileri sürülen maliyet kaynaklı açıklamayla ve Türkiye'deki idari fiyatlandırma yapısıyla uyumlu olup sağlık fiyatlarının ekonomi genelindeki ücret ve maliyet artışlarını SUT ve ilaç fiyatı güncellemeleri aracılığıyla gecikmeli olarak yansıttığına işaret etmektedir. 2005–2017 döneminde sağlık endeksinin aylık ortalama %0,37 ile genel endekste %0,68'lik artışın gerisinde kalması ve 2023 yılında yıllık artışın yaklaşık %79 ile genel enflasyonun (%65) üzerine çıkması, uzun süre baskılanan fiyatların maliyet baskısının birikmesiyle toplu biçimde güncellendiğini göstermektedir.

Elde edilen sonuçlar, Çin için 2000–2021 döneminde tüketici fiyat endeksinden tıbbi hizmet fiyat endeksine doğru tek yönlü nedensellik bulan Lin vd. (2024) ile Türkiye'de döviz kurundan sağlık fiyat endeksine doğru nedensellik tespit eden Fidan Türkön vd. (2024) çalışmalarıyla örtüşmekte, buna karşılık sağlık enflasyonundan genel enflasyona doğru etki bulan Ankara ve Zeybek (2021) ile Bayati vd. (2014) çalışmalarından ayrılmaktadır. Bu farklılığın önemli bir kısmının yöntemden kaynaklandığı düşünülmekte olup nitekim bu çalışmada da sağlıktan genel enflasyona doğru zayıf ilişki yalnızca yapısal kırılmaların dikkate alınmadığı standart Toda-Yamamoto testinde ortaya çıkmıştır.

Politika açısından çıkan mesaj, sağlıktaki fiyat artışlarını kalıcı biçimde frenlemenin yolunun genel enflasyonu düşürmekten geçtiğidir. Genel enflasyon yüksekken ilaç ve hizmet fiyatlarını uzun süre sabit tutmak sorunu yalnızca ileriye taşır; son yıllarda zaman zaman yaşanan ilaç bulunamama sorunu ve ardından gelen yüksek oranlı güncellemeler bunun örnekleridir. İdari fiyatların genel enflasyona bağlanıp daha sık ve önceden bilinen takvimle güncellenmesi, hem ani sıçramaları yumuşatabilir hem de SGK'nın bütçesini öngörülebilir kılabilir. Sağlık fiyatlarının genel enflasyonu beslemediği bulgusu ise dezenflasyon programında sağlık fiyatlarının birincil araç olarak görülmemesi gerektiğini gösteriyor.

Çalışmanın bazı sınırlılıkları da bulunmaktadır. Analizde sağlık alt endeksinin tamamı kullanılmış olup ilaç, ayakta tedavi ve hastane hizmetleri gibi alt kalemlerin genel enflasyona verdiği tepkinin farklılaşması mümkündür. Bunun yanında çalışmada iki değişkenli bir model tercih edilmiştir. İleride yapılacak çalışmalarda sağlık alt kalemlerinin ayrı ayrı incelenmesi, döviz kuru ve ücretler gibi değişkenlerin modele eklenmesi ve nedensellik ilişkisinin zaman içindeki değişiminin zamanla değişen nedensellik testleriyle araştırılması literatüre katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Ankara, H. G., & Zeybek, D. Ö. (2021). Sağlıkta dönüşüm sonrası sağlık harcamaları ve sağlık enflasyonu: Zaman serisi analizleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 12(32), 1078–1093. <https://doi.org/10.21076/vizyoner.808283>
- Baumol, W. J. (1967). Macroeconomics of unbalanced growth: The anatomy of urban crisis. *The American Economic Review*, 57(3), 415–426.
- Bayati, M., Sarikhani, Y., Homaie Rad, E., Heydari, S. T., & Lankarani, K. B. (2014). An analytical study on healthcare inflation rate and its most important components in Iran. *Shiraz E-Medical Journal*, 15(4), e23627. <https://doi.org/10.17795/semj23627>
- Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1979). Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American Statistical Association*, 74(366), 427–431.
- Enders, W., & Jones, P. (2016). Grain prices, oil prices, and multiple smooth breaks in a VAR. *Studies in Nonlinear Dynamics & Econometrics*, 20(4), 399–419.
- Enders, W., & Lee, J. (2012). The flexible Fourier form and Dickey–Fuller type unit root tests. *Economics Letters*, 117(1), 196–199.
- Fidan Türkön, B., Mete, A. H., & Boz, C. (2024). Döviz kuru ile sağlık fiyat endeksi arasındaki nedensellik: Ekonometrik bir analiz. *SDÜ Sağlık Yönetimi Dergisi*, 6(2), 220–230.
- Gallant, A. R. (1981). On the bias in flexible functional forms and an essentially unbiased form: The Fourier flexible form. *Journal of Econometrics*, 15(2), 211–245.
- Hacker, R. S., & Hatemi-J, A. (2006). Tests for causality between integrated variables using asymptotic and bootstrap distributions: Theory and application. *Applied Economics*, 38(13), 1489–1500.
- Hartwig, J. (2008). What drives health care expenditure?—Baumol's model of 'unbalanced growth' revisited. *Journal of Health Economics*, 27(3), 603–623.
- Köse, T., & Akdağ, N. (2026). Türkiye'de eğitim harcamaları, enflasyon ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik: Fourier Toda-Yamamoto yaklaşımı. *BILTURK Journal of Economics and Related Studies*, 8, 277–294.
- Lin, Y., Li, L., & Liu, B. (2024). Assessing the price levels of medical service and influential factors: Evidence from China. *BMC Public Health*, 24, 119. <https://doi.org/10.1186/s12889-024-17639-2>
- Nazlıoğlu, Ş., Gormus, N. A., & Soytas, U. (2016). Oil prices and real estate investment trusts (REITs): Gradual-shift causality and volatility transmission analysis. *Energy Economics*, 60, 168–175.
- Newhouse, J. P. (1992). Medical care costs: How much welfare loss? *Journal of Economic Perspectives*, 6(3), 3–21.
- Schwarz, G. (1978). Estimating the dimension of a model. *The Annals of Statistics*, 6(2), 461–464.
- Taşkaya, S., & Demirkıran, M. (2016). Enflasyon, gelir ve sağlık harcaması arasındaki nedensellik ilişkisi. *TAF Preventive Medicine Bulletin*, 15(2), 127–131.
- Toda, H. Y., & Yamamoto, T. (1995). Statistical inference in vector autoregressions with possibly integrated processes. *Journal of Econometrics*, 66(1–2), 225–250.
- Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası [TCMB]. (2026). Elektronik veri dağıtım sistemi (EVDS). <https://evds2.tcmb.gov.tr>
- U.S. Census Bureau. (2017). X-13ARIMA-SEATS reference manual (Version 1.1). U.S. Census Bureau.

GEBELİK VE DOĞUM SONRASI DÖNEMDE BEBEKLERİN BAĞIRSAK MİKROBİYOTASI ÜZERİNE MATERNAL BESLENMENİN ETKİSİ

Doçent Doktor, Fatma KAYIKCI HEKİM¹

¹Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü,

fcolakoglu@kmu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-0410-5523

Özet

Beslenme anne ve bebek sağlığıyla yakından ilişkilidir. Sağlıklı bir yaşamın sürdürülebilmesi için gastrointestinal sistemin sağlıklı olması gerekir. Gebelikte ve sonrasında yeterli ve dengeli beslenme hem maternal hem de yenidoğan mikrobiyotasının dengeli bir şekilde sürdürülmesi açısından oldukça önemlidir. Gebelik sırasında anne ile bebek arasında bir ara yüz oluşturan plasenta yenidoğan mikrobiyotasının oluşumunda etkiliyken, doğum sonrasında ise bebeğin gelecekteki sağlıklı yaşamının sürdürülmesi açısından anne sütünün önemli bir role sahip olduğu görülmektedir. Emzirilen bebeklerin anne sütü aracılığıyla bağırsak mikrobiyotasının gelişimini devam ettirdiği yapılan çalışmalarda belirtilmektedir. Fetal büyüme ve gelişme için önemli olan maternal beslenme annenin mikrobiyotasını etkileyerek gebelikte ve doğum sonrasında bebeğin mikrobiyota bileşimini ve aktivitesini değiştirmektedir. Bağırsak mikrobiyotasının zenginliği ve çeşitliliği yaşamın erken dönemlerinde şekillenmeye başlar. Uterusta başlayan erken mikrobiyota ileriki yaşamda bebeğin sağlığını etkilediğinden, annede gebelik boyunca dengeli mikrobiyotanın sürdürülmesi önemlidir. Bununla birlikte, doğum sonrasında emzirme yoluyla annenin bağırsak mikrobiyotasının bebeğin bağırsığına aktarılmaya devam ettiği de bildirilmektedir. Yenidoğan döneminden yetişkinlik dönemine kadarki süreçte intestinal mikrobiyotada bireye özgü değişimler meydana gelmektedir. Her bireyde kendine özgü olan intestinal mikrobiyota etnik köken, genetik, doğum yöntemi, yaş, yaşam tarzı, beslenme şekli ve alışkanlıkları, antibiyotik kullanımı, beden kütle indeksi, egzersiz, kültürel alışkanlıklar, duygusal stres ve geçirilen hastalıklar gibi içsel ve çevresel faktörlere göre değişiklik göstermektedir. Bu faktörlerden özellikle beslenme alışkanlıkları bağırsak mikrobiyotasında oldukça etkilidir. Bu çalışmanın amacı mevcut literatür bilgileri ışığında gebelikte ve doğum sonrasında bebeklerin bağırsak mikrobiyotası üzerine maternal beslenmenin etkisini ve önemini ortaya koymaktır.

Anahtar kelimeler: Bağırsak mikrobiyotası, gebelik, maternal beslenme

THE EFFECT OF MATERNAL NUTRITION ON THE GUT MICROBIOTA OF INFANTS DURING PREGNANCY AND POSTPARTUM PERIOD

Assoc. Prof. Fatma KAYIKCI HEKİM¹

**Karamanoglu Mehmetbey University, Faculty of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics,
fcolakoglu@kmu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-0410-5523**

Abstract

Nutrition is closely linked to maternal and infant health. Maintaining a healthy gastrointestinal system is essential for a healthy life. Adequate and balanced nutrition during and after pregnancy is crucial for maintaining a balanced microbiota in both the mother and the newborn. While the placenta—acting as an interface between mother and baby during pregnancy—influences the formation of the newborn's microbiota, breast milk plays a vital role in the infant's future health after birth. Studies indicate that breastfed infants continue the development of their gut microbiota through breast milk. Maternal nutrition, which is critical for fetal growth and development, influences the mother's microbiota and thereby alters the composition and activity of the infant's microbiota during pregnancy and the postpartum period. The richness and diversity of the gut microbiota begin to take shape early in life. Since the early microbiota established in utero affects the infant's health later in life, it is important for the mother to maintain a balanced microbiota throughout pregnancy. Furthermore, it has been reported that the mother's gut microbiota continues to be transferred to the infant's gut through breastfeeding after birth. Individual-specific changes occur in the intestinal microbiota from the neonatal period through to adulthood. This unique intestinal microbiota varies depending on internal and environmental factors such as ethnic origin, genetics, mode of delivery, age, lifestyle, dietary patterns and habits, antibiotic use, body mass index, exercise, cultural practices, emotional stress, and past illnesses. Among these factors, dietary habits, in particular, have a significant impact on the gut microbiota. The aim of this study is to elucidate the effect and importance of maternal nutrition on the gut microbiota of infants during pregnancy and the postpartum period, in light of existing literature.

Keywords: Gut microbiota, pregnancy, maternal nutrition

1. INTRODUCTION

The human microbiota consists of a community of commensal, symbiotic, and pathogenic microorganisms colonizing various parts of the body—such as the skin, oral cavity, genitourinary tract, and respiratory system—with the highest concentration found in the gastrointestinal tract (Uygun, 2019; Weinstock, 2012; Ikee et al., 2020). In humans, the development of the digestive system microbiota continues after the fetus exits the uterus (Avan, 2020). A healthy gastrointestinal system is crucial for maintaining a healthy life (Mhm et al., 2024).

Maternal nutrition, which is vital for fetal growth and development, influences the mother's microbiota and thereby alters the composition and activity of the infant's microbiota during pregnancy and the postpartum period (Kurtbeyoğlu and Caferoğlu Akin, 2023). Since the early microbiota established in utero affects the infant's health later in life, it is important for the mother to maintain a balanced microbiota throughout pregnancy (Collado et al., 2016). Furthermore, it has been reported that the transfer of the mother's gut microbiota to the infant's gut continues after birth through breastfeeding (Chu et al., 2016).

The aim of this study is to elucidate the impact and importance of maternal nutrition on the gut microbiota of infants during pregnancy and the postpartum period, in light of current literature.

2. MATERNAL NUTRITION

Maternal nutrition is one of the most critical factors in fetal growth and development (Danley & Laban, 2025). Adequate and balanced nutrition—tailored to the individual—involves distributing the required daily energy intake proportionately among carbohydrate, protein, and fat groups (Espinosa-Salas & Gonzalez-Arias, 2023). During pregnancy, the mother must maintain an adequate and healthy diet to meet both her own physiological needs and the requirements for the baby's physical and mental health (Köksal & Gökmen, 2000; Williamson, 2006). Inadequate nutrition may lead to a failure to meet the fetus's increasing needs during pregnancy and may result in adverse pregnancy outcomes (Ayomide et al., 2026). Healthy weight gain by the mother during pregnancy is crucial for the baby's weight and health. Factors contributing to weight gain during pregnancy include amniotic fluid, the placenta, the fetus, the uterus, mammary glands, blood volume, and maternal fat stores (Dalfra et al., 2022).

During pregnancy, the mother undergoes various metabolic changes, creating a need for additional energy to support the development of the fetus and placenta, tissue synthesis, and an increased metabolic rate (Gülezer, 2024). Since carbohydrates are the primary energy source for maternal and fetal brain metabolism, they should account for 50–60% of this required energy intake (Uzdil & Özenoğlu, 2015). Foods with a low glycemic index and high fiber content—such as legumes, fruits, and vegetables—should be preferred over simple carbohydrates

like sugar and honey (Özalper, 2014). Even when protein and energy intake are adequate, restricting carbohydrates during pregnancy may have adverse effects on glycogen levels, fetal brain development, and neurotransmitter synthesis (Bhutta et al., 2003).

Fat should provide 25–30% of the mother's daily energy intake (Özalper, 2014). During pregnancy, there is a 3.8 kg increase in the fat stores of both the mother and the fetus, with this accumulation occurring primarily during mid-pregnancy (Pipe et al., 1979). In the later stages of pregnancy, fatty acids and their derivatives are essential for cognitive functions—particularly those involving the nervous system—as well as for normal growth, healthy eye development, and cardiovascular health (Muñoz Carvajal et al., 2026). If the mother's intake of omega-3 fatty acids—the best source of which is fish—is inadequate, brain and cardiac dysfunctions may occur in the infant (Spiller et al., 2025). Maternal fish consumption increases prostaglandin synthesis, birth weight, and gestational duration, while reducing the risks of low birth weight and preterm birth (Cetin et al., 2024). A daily intake of 600 mg of omega-3 supplements during the second half of pregnancy is associated with a more comfortable pregnancy and specific neonatal measurements (Carlson et al., 2013). If the mother consumes a diet rich in animal fats during pregnancy, the infant faces an increased risk of high blood pressure, arterial endothelial dysfunction, insulin resistance, and obesity in adulthood (Armitage et al., 2005).

Vitamin A plays a role in visual functions and retinoid metabolism, lung maturation, cellular differentiation associated with embryogenic development, and immune system development (Özalper, 2014). It is particularly important during pregnancy, a period characterized by rapid growth and tissue development (Köksal & Gökmen, 2000). Vitamin A is essential for healthy skin and mucous membranes, the health of maternal and fetal red blood cells, supporting the body's ability to fight disease, and healthy bone development. The requirement for Vitamin A increases during the third trimester of pregnancy due to rapid fetal growth. Therefore, maternal Vitamin A stores must be maintained at adequate levels throughout pregnancy (Williamson, 2006). Vitamin A deficiency may lead to risks such as premature birth, visual impairments, night blindness, and low birth weight (Ishaq et al., 2024). During pregnancy, Vitamin D is important for tooth enamel formation, fetal development, and neonatal calcium homeostasis (Atasü et al., 2000). Vitamin E deficiency during pregnancy manifests as muscular and nervous system disorders, reproductive difficulties, muscle fatigue, and hemolytic anemia (Özalper, 2014).

Maternal folic acid intake starting from the early weeks of pregnancy is crucial for the development of the fetus's central nervous system. Folic acid deficiency during pregnancy may lead to congenital malformations such as orofacial clefts and cardiac anomalies, as well as neural tube defects, preeclampsia, and anemia

(Kayıkcı, 2024). Calcium is an essential mineral for tooth and bone development. As pregnancy progresses, the fetus's calcium requirements increase (Stenhouse et al., 2022). If the mother does not consume sufficient calcium during pregnancy, the body meets this need by drawing calcium from the bones. Physical inactivity, frequent pregnancies, and inadequate exposure to sunlight may lead to tooth decay and bone softening. Adequate Vitamin D intake during this period facilitates calcium absorption (Uzdil and Özenoğlu, 2015; Stenhouse et al., 2022). Iron deficiency is the most common mineral deficiency affecting pregnant and lactating women as well as children, and it results in anemia. Maternal iron requirements increase during the second and third trimesters due to the expansion of blood volume and the needs of the fetus. Therefore, depending on the mother's iron stores, it is recommended to take iron supplements starting from the second half of pregnancy (Gülezer, 2024). Iron deficiency occurring during the first two trimesters of pregnancy may lead to low birth weight, preterm birth, or an increased risk of infant mortality (Means, 2020). Iodine is essential for growth and normal brain development. When a mother does not receive adequate iodine during pregnancy, iodine deficiency may lead to congenital anomalies such as stillbirths, miscarriages, developmental disorders, perinatal deaths, hypothyroidism, dwarfism, congenital deafness, and intellectual disability (Kayıkcı Hekim, 2025).

Breast milk, which solely meets an infant's psychosocial and physiological needs during the first six months of life, plays a crucial role in establishing the bond between mother and baby. It is an easily accessible source of nutrition that contains the proteins, carbohydrates, fats, minerals, vitamins, and water essential for the infant's growth and development (Purkiewicz et al., 2025). Furthermore, breast milk contains bioactive elements that may reduce infants' susceptibility to various diseases in both the short and long term (Ateşagaoglu et al., 2013; Purkiewicz et al., 2025). It is reported to strengthen the immune system and reduce the incidence of conditions such as obesity, diabetes mellitus, necrotizing enterocolitis, Crohn's disease, allergic disorders (including eczema and asthma), and certain cancers like childhood lymphoma (Savino and Lupica, 2006).

3. GASTROINTESTINAL MICROBIOTA

The gastrointestinal system is the largest interface in the body that is in contact with the external environment, performs the function of food processing, and ensures the survival of commensal symbiotic microorganisms while eliminating pathogens (Takiishi, 2017).

Microbiota is defined as the community of commensal, symbiotic, and pathogenic microorganisms found in a specific ecological niche or environment. The term "microbiome," on the other hand, refers to the genomes and genomic products of these microorganisms. The aggregate of genomes within a defined habitat is termed the metagenome (Weinstock, 2012; Turnbaugh et al., 2007). The richness and diversity of the gut microbiota begin

to take shape early in life. The healthy composition of the gut microbiota varies from individual to individual (Feng et al., 2020).

The microbiome makes significant contributions to energy homeostasis, metabolism, intestinal epithelial health, immunological activity, and neurodevelopment. The microbiome is dynamic; it undergoes significant changes throughout the host's life. It varies depending on various factors such as diet, environment, medical interventions, ethnicity, genetics, mode of delivery, age, lifestyle, body mass index, exercise frequency, cultural habits, and disease status (Barko et al., 2018). The human microbiota colonizes various parts of the body—including the skin, oral cavity, genitourinary system, and respiratory system—with the highest concentration found in the gastrointestinal tract. The surface area of the gastrointestinal tract spans approximately 200 m² and is rich in the nutrients required to sustain microorganisms; consequently, the colon alone harbors more than 70% of the microorganisms in the human body (Uygun, 2019). A close relationship has been established between the microbiota and host physiology, as well as the pathological conditions that develop within the host (Kılıç and Altındış, 2017).

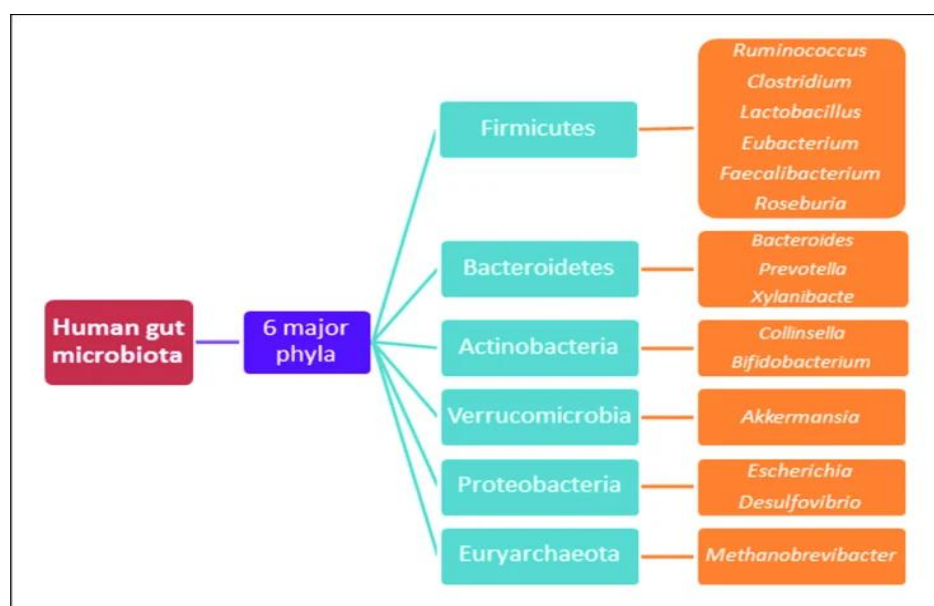
The complex and dynamic ecosystem formed by the vast and diverse community of microorganisms colonizing the gastrointestinal tract is referred to as the gut microbiota (Thursby & Juge, 2017). The intestinal microbiota is considered a hidden "virtual organ" because it plays a role in the host's metabolism, physiological development, and defense mechanisms (Kalip and Atak, 2018). It is reported that the gastrointestinal tract harbors approximately 10¹⁴ microorganisms—a number ten times greater than that of the human body's own cells—with more than seventy percent of these residing in the colon and over 35,000 bacterial species inhabiting the gastrointestinal system (He et al., 2026).

3.1. Intestinal Microbiota Composition

Since the intestinal tract is the primary site of interaction between the host immune system and microorganisms, the microbiota plays a crucial role in both local and systemic immune functions, thereby influencing immunity and health (Yoo et al., 2020). Although the composition of the intestinal microbiota varies among individuals due to intrinsic and extrinsic factors, the microbiota of a healthy individual predominantly consists of Firmicutes (51%) and Bacteroidetes (48%), followed by smaller amounts of Actinobacteria, Proteobacteria, Fusobacteria, Verrucomicrobia, Cyanobacteria, and Spirochaetes, as well as various other microorganisms such as Archaea, fungi, protozoa, and viruses (Tekeoğlu, 2017; Kılıç & Altındış, 2017; Sędzikowska & Szablewski, 2021). More than 90% of the intestinal microbiota consists of Bacteroidetes and Firmicutes phyla. Obligate anaerobes belonging to the genera Bacteroides, Eubacterium, Clostridium, Ruminococcus, Peptococcus,

Peptostreptococcus, Bifidobacterium, and Fusobacterium, as well as facultative anaerobes belonging to the genera Escherichia, Enterobacter, Enterococcus, Klebsiella, Lactobacillus, and Proteus, are also important bacteria for the intestinal microbiota (Eckburg et al., 2005; Tekin et al., 2018; Lawal et al., 2023). Bacterial species found in healthy individuals are shown in Table 1.

Table 1. Bacterial species found in the human gut microbiota of healthy individuals (Bliss & Whiteside, 2018).



3.2. Formation and Development of the Intestinal Microbiota

In humans, the digestive system microbiota begins to take shape as the fetus emerges from the womb. The 1,000-day period spanning from the germinal stage to the infant's first two years of life affects numerous systems, and it has been determined that the majority of this process is maternally derived (Avan, 2020). The intestinal system is traditionally considered to be sterile during the fetal period; however, recent research has detected the presence of bacteria in the placenta, amniotic fluid, and fetal membranes during intrauterine life. It is hypothesized that these microbial communities may originate from meconium. The maternal-fetal interface within the placenta serves as a potential mechanism for microbial transmission. This indicates that the infant's microbiota begins to form prior to birth (Dominguez-Bello et al., 2010; Matamoros et al., 2013; Chu et al., 2016).

It is reported that maternal nutrition not only leads to changes in the breast milk microbiota but also influences the formation of the gut microbiota in breastfed infants (Ünal & Yılmaz, 2024). Approximately 25–30% of an infant's gut microbiota is derived from breast milk. Breast milk supports the development of the neonatal microbiota through the transfer of both prebiotics and pioneer bacterial species (Selma-Royo et al., 2021). The

bacteria found in breast milk originate from the mother's areolar skin, the infant's mouth, and the mother's gut microbiota. According to the hypothesis known as the entero-mammary pathway, maternal gut bacteria are transported to the mammary gland via the circulatory and lymphoid systems and are subsequently transferred to the newborn through breast milk (Ratsika et al., 2021).

Individual-specific changes occur in the intestinal microbiota from the neonatal period through adulthood. There are differences between the adult microbiome and the childhood microbiome. It has been observed that, compared to adults, the gastrointestinal tract microbiome of children exhibits increased levels of Firmicutes, Proteobacteria, and Actinobacteria, and decreased levels of Bacteroidetes. Furthermore, *Ruminococcus* spp., *Roseburia* spp., *Alistipes* spp., *Faecalibacterium* spp., *Bacteroides xylanisolvens*, and *Bacteroides vulgatus* have been found to be more abundant in the microbiota of children than in that of adults (Greenhalgh et al., 2016; Kumar et al., 2016). Figure 1 illustrates the development of the gastrointestinal tract microbiota and the fluctuations in bacterial diversity from pregnancy through old age (Kumar et al., 2016).

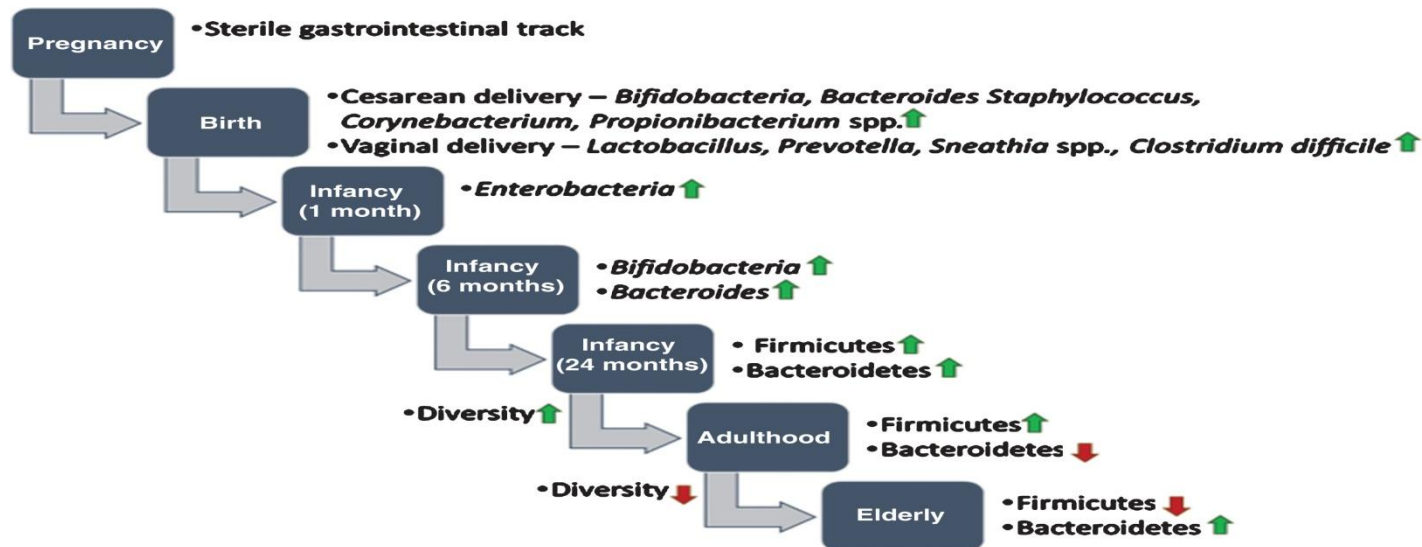


Figure 1. Development of the microbiota (Kumar et al., 2016).

3.3. Factors Affecting Intestinal Microbiota

The intestinal microbiota, which is unique in each individual, varies according to internal and environmental factors such as ethnicity, genetics, birth method, age, lifestyle, nutrition and habits, antibiotic use, body mass

index, exercise, cultural habits, emotional stress and previous diseases (Feng et al., 2020; Karatay, 2019). Among these factors, nutritional habits are particularly effective on the intestinal microbiota (Ikee et al., 2020).

3.3.1. Mode of Delivery

The neonatal gut microbiome closely resembles that of the mother during the first trimester (Barko et al., 2018). Since infants born via vaginal delivery are exposed to microorganisms in the birth canal, their gut microbiota is derived from the microorganisms of the maternal genitourinary system. However, it has been determined that the gut microbiota of infants born via Cesarean section resembles skin microorganisms (Yetkin et al., 2018; Uygun, 2019). While the mode of delivery influences early microbiota formation, the newborn's interaction with extrinsic factors continues to affect microbiota development (Kalip and Atak, 2018). Following vaginal delivery, Bifidobacterium and Lactobacillus group bacteria begin to proliferate in the newborn (Erbay et al., 2019).

In their study demonstrating the effects of the mode of delivery on the microbiota, Dominguez Bello et al. (2010) reported that the microbiota of vaginally delivered infants was dominated by Lactobacillus, Atopobium, Sneathia, and Prevotella bacteria—genera found in the maternal genitourinary tract flora. In contrast, they stated that the microbiota of infants delivered via Cesarean section was dominated by Staphylococcus species, while Lactobacillus was less abundant.

3.3.2. Breast Milk and Formula Feeding

Breast milk, which provides all the conditions necessary for a newborn to make a healthy start in life, is a highly bioavailable and easily digestible food (Davis et al., 2017). It is reported to contain nutrients, immune factors, and oligosaccharides, as well as a microbiota. Breast milk serves as the source of the bacteria that constitute the gut microbiota of breastfed infants (Ünal & Yılmaz, 2024). Carbohydrates in the form of galacto-oligosaccharides found in breast milk promote the growth of beneficial bacteria—such as Bifidobacterium and Lactobacillus—while inhibiting the growth of harmful bacteria like E. coli (Davis et al., 2017).

The nutrition of the newborn baby affects the intestinal microbiota. It has been reported that the intestinal microbiota resembles the yellowish colostrum secreted in the first 4-5 days after birth, and resembles amniotic fluid and placenta in the prenatal period. This suggests that microbiome development begins in the prenatal period (Liu, 2016).

Infants fed with breast milk exhibit a different microbiome diversity compared to those fed with formula (Stewart et al., 2005). Unlike formula, breast milk contains human milk oligosaccharides—defined as

prebiotics—that regulate bacterial abundance, as well as probiotics such as *Bifidobacterium* and *Lactobacillus*. Furthermore, it also contains antibodies (Triantis et al., 2018).

The increase in *Bifidobacterium* in the intestinal microbiota of breastfed infants is particularly notable. However, it has also been determined that *Lactococcus* levels are lower in exclusively breastfed infants compared to those fed with formula. While the intestinal microbiota of breastfed infants contains high levels of *Bifidobacterium* species, *Enterococcus*, *Enterobacteriaceae*, *Bacteroides*, *Clostridia*, and *Streptococcus* are more dominant in the microbiota of formula-fed infants (Stewart et al., 2005). It is reported that the microbiota of infants fed both breast milk and formula resembles that of infants fed exclusively with formula (Madan et al., 2016).

3.3.3. Antibiotics

Antibiotic use is one of the significant factors affecting gut microbiota. Not all antibiotics exert the same effect on the microbiota, as the impact depends on factors such as the type of antibiotic, the dosage, and the duration of use. Antibiotics—particularly broad-spectrum ones—lead to a reduction in microbiome diversity (Dethlefsen and Relman, 2011). These alterations in the microbiome promote the proliferation of bacteria that contribute to the development of metabolic disorders (Cox and Blaser, 2015).

3.3.4. Genetics

The diversity and abundance of microorganisms within the intestinal microbiota are influenced by numerous endogenous and exogenous factors. While the intestinal microbiota is unique to each individual, it has been reported that the microbiota of related individuals share more similarities than that of unrelated individuals (Tims et al., 2013). It is noted that exogenous factors primarily shape the *Bacteroidetes* community—with most of these factors being non-heritable—whereas the *Christensenellaceae* family exhibits the highest degree of heritability (Goodrich et al., 2014).

3.3.5. Probiotics and Prebiotics

Probiotics, which support the maintenance and restoration of the natural bacterial balance, increase beneficial gut bacteria such as *Bifidobacteria* while reducing pathogenic bacteria like *Bacteroides* (Viramontes Hörner et al., 2017; De Cossio et al., 2017).

Prebiotics are indigestible food compounds that support gut flora by nourishing the beneficial bacteria present in the gut and aiding their proliferation (Viramontes Hörner et al., 2017). They facilitate the transition of inactive bacteria into their active forms and assist in their development. They are known to have positive effects on the immune system (Patel and Goyal, 2012).

3.3.6. Maternal Nutrition

Diet is the most significant exogenous factor influencing the intestinal microbiota (Sommer and Bäckhed, 2016). With the introduction of complementary foods, the infant microbiome evolves to closely resemble that of an adult (Mohammadkhah et al., 2018). Dietary changes are thought to induce alterations in the intestinal microbiota within a period of approximately 21 days (Ochoa-Repáraz and Kasper, 2016).

The Western diet—characterized by high caloric intake and a predominance of fast food rich in animal protein and fat, yet lacking in fiber and fermented foods—significantly impacts the intestinal microbiota (Martinez et al., 2017). High-fat diets, which increase oxidative stress, trigger inflammation and can lead to diabetes. Therefore, the moderate inclusion of omega-3 and omega-6 fatty acids—known for their anti-inflammatory properties—in the daily diet is important (Mozaffarian et al., 2011).

The growth of pathogenic microorganisms present in the human body increases due to dietary fat and sugar intake. The proliferation of certain bacteria—such as streptococci and lactobacilli—is driven by fatty acids obtained through the diet. Excessive consumption of sugar and fat leads to chronic inflammatory diseases, a weakening of the mucus layer, and the proliferation of *H. pylori* and *Entamoeba histolytica* within the intestinal system (Soedamah-Muthu et al., 2013). It is also known that high-fat diets increase the abundance of anaerobic bacteria and Bacteroidetes, whereas low-fat diets increase the count of *Bifidobacterium* (Fava et al., 2013).

Regarding maternal and infant health, the timing of the diet is just as important as its composition (Henry et al., 2020). Dietary habits directly influence both circadian rhythms and the gut microbiota (Lotti et al., 2023). Disruption of circadian rhythms—known to be a biological stressor—has been reported to lead to alterations in the gut microbiota, specifically resulting in increases in the abundance of bacteria such as Firmicutes, Bacteroidetes, and Prevotellaceae (Voigt et al., 2014; Mortaş et al., 2020; Smolensky et al., 2016).

4. CONCLUSION

Nutrition is closely linked to maternal and infant health. A healthy gastrointestinal system is essential for maintaining a healthy life. Adequate and balanced nutrition during and after pregnancy is crucial for maintaining a balanced microbiota in both the mother and the newborn. While the placenta—acting as an interface between mother and infant during pregnancy—influences the formation of the newborn's microbiota, breast milk plays a vital role in the infant's future health. Studies indicate that breastfed infants continue the development of their gut microbiota through breast milk. There is a need for comprehensive studies to elucidate the effects of maternal nutrition on the newborn's gut microbiota.

REFERENCES

- Armitage, J. A., Lakasing, L., Taylor, P. D., Balachandran, A. A., Jensen, R. I., Dekou, V., Ashton N, Nyengaard Jr, & Poston, L. (2005). Developmental programming of aortic and renal structure in offspring of rats fed fat-rich diets in pregnancy. *The Journal of physiology*, 565(1), 171-184. doi: 10.1113/jphysiol.2005.084947
- Atasü, T., Gezer, A., & Erel, C. T. (2000). Gebelik ve Çevresel Etkiler. *İçinde: Atasü T, Öçer F, editör. Gebelikte Fetusa ve Yeni Doğana Zararlı Etkiler*, Nobel Tıp Kitapevleri, 2, 477-520.
- Ateşgaoğlu, P., Mete, M., Gökçay, G., Tamay, Z., & Yetim, A. (2013). Anne Sütü ile Beslenmenin Çocuk Ruh Sağlığına Etkileri. *Journal of Child/Çocuk Dergisi*, 13(3), 101-108. doi: 10.5222/j.child.2013.101
- Avan, T. (2010). İnflamatuvar Bağırsak Hastalığı ve Mikrobiyota İlişkisi. Tıpta Uzmanlık Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, 26-67.
- Ayomide, I. B., Emokpae, L. A., & Emokpae, M. A. (2026). Poor Nutrition among Pregnant Women and Implications for Developmental Programming and Pregnancy Outcomes: A Comprehensive Review with Novel Perspectives. *Fertility & Reproduction*, 8(01), 4-11. doi: 10.1142/S2661318226300011
- Barko, P. C., McMichael, M. A., Swanson, K. S., & Williams, D. A. (2018). The gastrointestinal microbiome: a review. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 32(1), 9-25. doi: 10.1111/jvim.14875
- Bhutta, Z. A., Jackson, A., & Lumbiganon, P. (2003). Nutrition as a preventive strategy against adverse pregnancy outcomes: proceedings of a consultative meeting, July 18-19, 2002, Oxford, UK.
- Bliss, E. S., & Whiteside, E. (2018). The gut-brain axis, the human gut microbiota and their integration in the development of obesity. *Frontiers in Physiology*, 9, 900. doi: 10.3389/fphys.2018.00900
- Carlson, S. E., Colombo, J., Gajewski, B. J., Gustafson, K. M., Mundy, D., Yeast, J., Georgieff M. K., Markley L. A., Kerling E. H., & Shaddy, D. J. (2013). DHA supplementation and pregnancy outcomes. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 97(4), 808-815. doi: 10.3945/ajcn.112.050021
- Cetin, I., Carlson, S. E., Burden, C., da Fonseca, E. B., di Renzo, G. C., Hadjipanayis, A., ... & Koletzko, B. (2024). Omega-3 fatty acid supply in pregnancy for risk reduction of preterm and early preterm birth. *American Journal of Obstetrics & Gynecology MFM*, 6(2), 101251. doi: 10.1016/j.ajogmf.2023.101251
- Chu, D. M., Meyer, K. M., Prince, A. L., & Aagaard, K. M. (2016). Impact of maternal nutrition in pregnancy and lactation on offspring gut microbial composition and function. *Gut Microbes*, 7(6), 459-470. doi: 10.1080/19490976.2016.1241357

- Collado, M. C., Rautava, S., Aakko, J., Isolauri, E., & Salminen, S. (2016). Human gut colonisation may be initiated in utero by distinct microbial communities in the placenta and amniotic fluid. *Scientific Reports*, 6(1), 23129. doi: 10.1038/srep23129
- Coşkun, A., & Özdemir, Ö. (2009). Gebelikte vitamin-mineral kullanımı ve beslenmenin irdelenmesi. *Turkish Journal of Obstetrics and Gynecology*, 6 (3), 155-170.
- Cox, L. M., & Blaser, M. J. (2015). Antibiotics in early life and obesity. *Nature Reviews Endocrinology*, 11(3), 182-190. doi: 10.1038/nrendo.2014.210
- Dalfra, M. G., Burlina, S., & Lapolla, A. (2022). Weight gain during pregnancy: A narrative review on the recent evidences. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 188, 109913. doi: 10.1016/j.diabres.2022.109913
- Danley, S., & Laban, D. (2025). The influence of maternal nutrition on fetal development and birth outcomes. *World Sciences News*, 200, 63-102.
- Davis, E. C., Wang, M., & Donovan, S. M. (2017). The role of early life nutrition in the establishment of gastrointestinal microbial composition and function. *Gut Microbes*, 8(2), 143-171. doi: 10.1080/19490976.2016.1287104
- De Cossio, L. F., Fourier, C., Sauvant, J., Everard, A., Capuron, L., Cani, P. D., Laye S., & Castanon, N. (2017). Impact of prebiotics on metabolic and behavioral alterations in a mouse model of metabolic syndrome. *Brain, Behavior, and Immunity*, 64, 33-49. doi: 10.1016/j.bbi.2016.12.022
- Dethlefsen, L., & Relman, D. A. (2011). Incomplete recovery and individualized responses of the human distal gut microbiota to repeated antibiotic perturbation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(supplement_1), 4554-4561. doi: 10.1073/pnas.1000087107
- Dominguez-Bello, M. G., Costello, E. K., Contreras, M., Magris, M., Hidalgo, G., Fierer, N., & Knight, R. (2010). Delivery mode shapes the acquisition and structure of the initial microbiota across multiple body habitats in newborns. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(26), 11971-11975. doi: 10.1073/pnas.1002601107
- Eckburg, P. B., Bik, E. M., Bernstein, C. N., Purdom, E., Dethlefsen, L., Sargent, M., Gill S. R., Nelson K. E., & Relman, D. A. (2005). Diversity of the human intestinal microbial flora. *Science*, 308(5728), 1635-1638. doi: 10.1126/science.1110591
- Erbay, E., Topal, S., & Altınkaynak, S. (2019). Yaşama sağlıklı başlamanın basamakları. *Journal of Anatolia Nursing and Health Sciences*, 22(1), 64-70.

- Espinosa-Salas, S., & Gonzalez-Arias, M. (2023). Nutrition: Macronutrient Intake. *Imbalances, and Interventions*, 82(971), 59-67.
- Fava, F. R. G. R., Gitau, R., Griffin, B. A., Gibson, G. R., Tuohy, K. M., & Lovegrove, J. A. (2013). The type and quantity of dietary fat and carbohydrate alter faecal microbiome and short-chain fatty acid excretion in a metabolic syndrome 'at-risk' population. *International Journal of Obesity*, 37(2), 216-223. doi: 10.1038/ijo.2012.33
- Feng, W., Liu, J., Ao, H., Yue, S., & Peng, C. (2020). Targeting gut microbiota for precision medicine: Focusing on the efficacy and toxicity of drugs. *Theranostics*, 10(24), 11278-11301. doi: 10.7150/thno.47289
- Goodrich, J. K., Waters, J. L., Poole, A. C., Sutter, J. L., Koren, O., Blekhman, R., Beaumont M, Treuren WV, Knight R, Bell JT, Spector TD, Clark AG, & Ley, R. E. (2014). Human genetics shape the gut microbiome. *Cell*, 159(4), 789-799. doi: 10.1016/j.cell.2014.09.053
- Greenhalgh, K., Meyer, K. M., Aagaard, K. M., & Wilmes, P. (2016). The human gut microbiome in health: establishment and resilience of microbiota over a lifetime. *Environmental Microbiology*, 18(7), 2103-2116. doi: 10.1111/1462-2920.13318
- Güleser, A. D. A. (2024). Gebelikte beslenme. *Sağlık & Bilim 2024: Ebelik-IV*, Efe Akademik Yayıncılık, 81-100.
- He, Q., Kong, Y., Yang, C., Chen, K., He, B., Yan, X., ... & Cheng, P. (2026). Bioactive Compounds from Microalgae: Mechanistic Insights into the Regulatory and Therapeutic Potential of the Gut Microbiota. *Food Science and Human Wellness*. doi: 10.26599/FSHW.2026.9250919
- Henry, C. J., Kaur, B., & Quek, R. Y. C. (2020). Chrononutrition in the management of diabetes. *Nutrition & Diabetes*, 10(1), 6. doi: 10.1038/s41387-020-0109-6
- Ikee, R., Sasaki, N., Yasuda, T., & Fukazawa, S. (2020). Chronic kidney disease, gut dysbiosis, and constipation: a burdensome triplet. *Microorganisms*, 8(12), 1862. doi: 10.3390/microorganisms8121862
- Ishaq, M. U., Kunwar, D., Qadeer, A., Komel, A., Safi, A., Malik, A., ... & Akbar, A. (2024). Effect of vitamin A on maternal, fetal, and neonatal outcomes: An overview of deficiency, excessive intake, and intake recommendations. *Nutrition in Clinical Practice*, 39(2), 373-384. doi: 10.1002/ncp.11096
- Kalip, K., & Atak, N. (2018). Bağırsak mikrobiyotası ve sağlık. *Turkish Journal of Public Health*, 16(1), 58-73.
- Karatay, E. (2019). Mikrobiyota, prebiyotik ve probiyotikler. *Anadolu Güncel Tıp Dergisi*, 1(3), 68-71.
- Kayıkçı, F. An Overview of The Effects of Folic Acid on Maternal and Fetal Health. *Recent Researches In Health Sciences*, 55-68.

Kayıkcı Hekim, F. (2025). The Impotance of Iodine In Pregnancy. Innovative Approaches in Medicine and Health Sciences III, Chapter XIV, 253-264.

Kılıç, Ü., & Altındış, M. (2017). Antibiotic use and microbiota. *Journal of Biotechnology and Strategic Health Research, 1*, 39-43. <https://izlik.org/JA74AF25US>

Köksal, G., & Gökmen, H. (2000). Anne sütü ve emzirme. *Köksal G,(editör). Çocuk Hastalıklarında Beslenme Tedavisi, 1*, 31-66.

Kumar, M., Babaei, P., Ji, B., & Nielsen, J. (2016). Human gut microbiota and healthy aging: Recent developments and future prospective. *Nutrition and Healthy aging, 4*(1), 3-16. doi: 10.3233/NHA-150002

Kurtbeyoglu, E., & Caferoğlu Akın, Z. (2023). Maternal Beslenme, Mikrobiyota ve Krononütrisyon. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 12*(4), 2059-2067. doi: 10.37989/gumussagbil.1368334

Lawal, S. A., Voisin, A., Olof, H., Bording-Jorgensen, M., & Armstrong, H. (2023). Diversity of the microbiota communities found in the various regions of the intestinal tract in healthy individuals and inflammatory bowel diseases. *Frontiers in Immunology, 14*, 1242242. doi: 10.3389/fimmu.2023.1242242

Liu, S. (2016). The development of our organ of other kinds—the gut microbiota. *Frontiers in Microbiology, 7*, 2107. doi: 10.3389/fmicb.2016.02107

Lotti, S., Dinu, M., Colombini, B., Amedei, A., & Sofi, F. (2023). Circadian rhythms, gut microbiota, and diet: Possible implications for health. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases, 33*(8), 1490-1500. doi: 10.1016/j.numecd.2023.05.009

Madan, J. C., Hoen, A. G., Lundgren, S. N., Farzan, S. F., Cottingham, K. L., Morrison, H. G., Sogin M. L., Li H., Moore J. H., & Karagas, M. R. (2016). Association of cesarean delivery and formula supplementation with the intestinal microbiome of 6-week-old infants. *JAMA Pediatrics, 170*(3), 212-219. doi: 10.1001/jamapediatrics.2015.3732

Martinez, K. B., Mackert, J. D., & McIntosh, M. K. (2017). Polyphenols and intestinal health. In *Nutrition and functional foods for healthy aging* (pp. 191-210). Academic Press. doi: 10.1016/B978-0-12-805376-8.00018-6

Matamoros, S., Gras-Leguen, C., Le Vacon, F., Potel, G., & de La Cochetiere, M. F. (2013). Development of intestinal microbiota in infants and its impact on health. *Trends in Microbiology, 21*(4), 167-173.

Means, R. T. (2020). Iron deficiency and iron deficiency anemia: implications and impact in pregnancy, fetal development, and early childhood parameters. *Nutrients, 12*(2), 447. doi: 10.3390/nu12020447

MHM, N., MKK, F., Kabir, M. S., Shirin, L., Kabir, A., Gupalo, S., ... & Ahmed, A. (2024). Wellness Starts in the Gut: Exploring Gastrointestinal Wellness. *South African Gastroenterology Review, 22*(3), 37-44.

- Mohammadkhah, A. I., Simpson, E. B., Patterson, S. G., & Ferguson, J. F. (2018). Development of the gut microbiome in children, and lifetime implications for obesity and cardiometabolic disease. *Children*, 5(12), 160. doi: 10.3390/children5120160
- Mortaş, H., Bilici, S., & Karakan, T. (2020). The circadian disruption of night work alters gut microbiota consistent with elevated risk for future metabolic and gastrointestinal pathology. *Chronobiology international*, 37(7), 1067-1081. doi: 10.1080/07420528.2020.1778717
- Mozaffarian, D., Hao, T., Rimm, E. B., Willett, W. C., & Hu, F. B. (2011). Changes in diet and lifestyle and long-term weight gain in women and men. *New England Journal of Medicine*, 364(25), 2392-2404. doi: 10.1056/NEJMoa1014296
- Muñoz Carvajal, Y., Palacios-Avendaño, N., Álvarez, D., Ortiz, M., Montiel, J. F., Valenzuela, R., & Maliqueo, M. (2026). Maternal n-3 Polyunsaturated Fatty Acid During Pregnancy and Lactation: Linking Brain Lipid Biology to Cognitive Outcomes. *Nutrients*, 18(19), 3142. doi: 10.3390/nu18193142
- Ochoa-Repáraz, J., & Kasper, L. H. (2016). The second brain: is the gut microbiota a link between obesity and central nervous system disorders?. *Current Obesity Reports*, 5(1), 51-64. doi: 10.1007/s13679-016-0191-1
- Özalper, B. (2014). Gebelikte beslenme. *Mus Alparslan University Journal of Science*, 2(2), 270-278. <https://izlik.org/JA34CN32CD>
- Patel, S., & Goyal, A. (2012). The current trends and future perspectives of prebiotics research: a review. 3 *Biotech*, 2(2), 115-125. doi: 10.1007/s13205-012-0044-x
- Pipe, N. G. J., Smith, T., Halliday, D., Edmonds, C. J., Williams, C., & Coltart, T. M. (1979). Changes in fat, fat-free mass and body water in human normal pregnancy. *BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology*, 86(12), 929-940. doi: 10.1111/j.1471-0528.1979.tb11240.x
- Purkiewicz, A., Regin, K. J., Mumtaz, W., & Pietrzak-Fiećko, R. (2025). Breastfeeding: the multifaceted impact on child development and maternal well-being. *Nutrients*, 17(8), 1326. doi: 10.3390/nu17081326
- Ratsika, A., Codagnone, M. C., O'mahony, S., Stanton, C., & Cryan, J. F. (2021). Priming for life: early life nutrition and the microbiota-gut-brain axis. *Nutrients*, 13(2), 423. doi: 10.3390/nu13020423
- Savino, F., & Lupica, M. M. (2006). Breast milk: biological constituents for health and well-being in infancy. *Recenti Progressi in Medicina*, 97(10), 519-527.
- Sędzikowska, A., & Szablewski, L. (2021). Human gut microbiota in health and selected cancers. *International journal of Molecular Sciences*, 22(24), 13440. 10.3390/ijms222413440

- Selma-Royo, M., Lerma, J. C., Cortes-Macias, E., & Collado, M. C. (2021, October). Human milk microbiome: from actual knowledge to future perspective. In *Seminars in Perinatology*, 45(6), 151450. WB Saunders. doi: 10.1016/j.semperi.2021.151450
- Soedamah-Muthu, S. S., Masset, G., Verberne, L., Geleijnse, J. M., & Brunner, E. J. (2013). Consumption of dairy products and associations with incident diabetes, CHD and mortality in the Whitehall II study. *British Journal of Nutrition*, 109(4), 718-726. doi: 10.1017/S0007114512001845
- Sommer, F., & Bäckhed, F. (2016). Know your neighbor: Microbiota and host epithelial cells interact locally to control intestinal function and physiology. *BioEssays*, 38(5), 455-464. doi: 10.1002/bies.201500151
- Smolensky, M. H., Hermida, R. C., Reinberg, A., Sackett-Lundeen, L., & Portaluppi, F. (2016). Circadian disruption: New clinical perspective of disease pathology and basis for chronotherapeutic intervention. *Chronobiology International*, 33(8), 1101-1119. doi: 10.1080/07420528.2016.1184678
- Spiller, P., Brenna, J. T., Carlson, S. E., Golding, J., Crawford, M. A., Hibbeln, J. R., & Myers, G. J. (2025). Fish consumption advice is depriving children of neurolipids and other nutrients essential to brain and eye development. *NeuroToxicology*, 109, 27-31. doi: 10.1016/j.neuro.2025.05.007
- Stenhouse, C., Suva, L. J., Gaddy, D., Wu, G., & Bazer, F. W. (2021). Phosphate, calcium, and vitamin D: key regulators of fetal and placental development in mammals. *Recent Advances in Animal Nutrition and Metabolism*, 77-107. doi: 10.1007/978-3-030-85686-1_5
- Stewart, J. A., Chadwick, V. S., & Murray, A. (2005). Investigations into the influence of host genetics on the predominant eubacteria in the faecal microflora of children. *Journal of Medical Microbiology*, 54(12), 1239-1242. doi: 10.1099/jmm.0.46189-0
- Takiishi, T., Fenero, C. I. M., & Câmara, N. O. S. (2017). Intestinal barrier and gut microbiota: Shaping our immune responses throughout life. *Tissue Barriers*, 5(4), e1373208. doi: 10.1080/21688370.2017.1373208
- Tekeoğlu, İ. (2017). İnflamatuvar Romatizmal Hastalıklar ve Mikrobiyota. *Journal of Biotechnology and Strategic Health Research*, 1, 109-114.
- Tekin, T., Çiçek, B., & Konyalıgil, N. (2018). İntestinal mikrobiyota ve obezite ilişkisi. *Sağlık Bilimleri Dergisi*, 27(1), 95-99. <https://izlik.org/JA86KR78DG>
- Thursby, E., & Juge, N. (2017). Introduction to the human gut microbiota. *Biochemical Journal*, 474(11), 1823-1836. doi: 10.1042/BCJ20160510

- Tims, S., Derom, C., Jonkers, D. M., Vlietinck, R., Saris, W. H., Kleerebezem, M., de Vos W. M., & Zoetendal, E. G. (2013). Microbiota conservation and BMI signatures in adult monozygotic twins. *The ISME Journal*, 7(4), 707-717. doi: 10.1038/ismej.2012.146
- Turnbaugh, P. J., Ley, R. E., Hamady, M., Fraser-Liggett, C. M., Knight, R., & Gordon, J. I. (2007). The human microbiome project. *Nature*, 449(7164), 804-810. doi: 10.1038/nature06244
- Uygun, A. (2019). Fekal mikrobiyota transplantasyonu. *Turkiye Klinikleri Gastroenterohepatology-Special Topics*, 12(3), 22-30.
- Uzdil, Z., & Özenoğlu, A. (2015). Gebelikte çeşitli besin öğeleri tüketiminin bebek sağlığı üzerine etkileri. *Balıkesir Sağlık Bilimleri Dergisi*, 4(2), 117-121.
- Ünal, E. M., & Yılmaz, S. E. (2024). Maternal diyetin anne sütü aracılığıyla bebeğin mikrobiyota gelişimine etkisi. *Sağlık Akademisyenleri Dergisi*, 11(4), 608-614
- Viramontes Hörner, D., Avery, A., & Stow, R. (2017). The effects of probiotics and symbiotics on risk factors for hepatic encephalopathy. *Journal of Clinical Gastroenterology*, 51(4), 312-323. doi: 10.1097/MCG.0000000000000789
- Voigt, R. M., Forsyth, C. B., Green, S. J., Mutlu, E., Engen, P., Vitaterna, M. H., & Keshavarzian, A. (2014). Circadian disorganization alters intestinal microbiota. *PloS One*, 9(5), e97500. doi: 10.1371/journal.pone.0097500
- Weinstock, G. M. (2012). Genomic approaches to studying the human microbiota. *Nature*, 489(7415), 250-256. doi: 10.1038/nature11553
- Williamson, C. S. (2006). Nutrition in pregnancy. *Nutrition Bulletin*, 31(1), 28-59. doi: 10.1111/j.1467-3010.2006.00541.x
- Yetkin, İ., Yetiş, H., & Kayahan Satış, N. (2018). Bağırsak Mikrobiyotasının İnsülin Direnci, Diabetes Mellitus ve Obezite ile İlişkisi. *Turkish Journal of Diabetes and Obesity*, 2(1), 1-8. <https://izlik.org/JA32CE58EH>
- Yoo, J. Y., Groer, M., Dutra, S. V. O., Sarkar, A., & McSkimming, D. I. (2020). Gut microbiota and immune system interactions. *Microorganisms*, 8(10), 1587. doi: 10.3390/microorganisms8101587

VÜCUT GELİŞTİRME SPORCULARI İÇİN YAPAY ZEKA UYGULAMALARIYLA PLANLANAN DİYETLERİN ETKİNLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Öğr. Gör. Yakup Enes ÇAM¹, Dr. Öğr. Üyesi Seda OĞUR², Dyt. Beyza GÜLECEN³, Dyt. İlayda Karatut⁴,

¹Bitlis Eren Üniv. Sosyal Bilimler M.Y.O. Otel, Lokanta ve İkram Hizmetleri Böl., yecam@beu.edu.tr,
ORCID: 0000-0001-8787-5560

²Bitlis Eren Üniv. Sağlık Bil. Fak. Beslenme ve Diyetetik Böl., sdogur@beu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-
2041-0790

³Bitlis Eren Üniv. Sağlık Bil. Fak. Beslenme ve Diyetetik Böl., dytbeyzagulecen@gmail.com, ORCID:
0009-0002-5104-8090

⁴Bitlis Eren Üniv. Sağlık Bil. Fak. Beslenme ve Diyetetik Böl., ilaydakaratut828@gmail.com, ORCID:
0009-0007-2477-1466

Özet

Vücut geliştirme sporcularının beslenme stratejileri performanslarını, kas kütlesini artırma hedeflerini ve genel sağlıklarını etkileyen kritik bir faktördür. Son yıllarda yapay zeka (YZ) teknolojilerindeki gelişmeler, sporcular için bireyselleştirilmiş diyet planlarının oluşturulmasında yeni bir yaklaşım sunmaktadır. Bu araştırma projesinde, vücut geliştirme sporcuları için diyet planlarının oluşturulmasında erişilebilir YZ uygulamalarının etkinliğinin incelenmesi amaçlanmıştır. Ekim 2025–Ocak 2026 döneminde, farklı vücut kompozisyonlarına ve antrenman programlarına sahip 15 temsili vücut geliştirme sporcusu vakası oluşturulmuştur. Belirlenen ortak prompt ChatGPT (OpenAI), Gemini (Google; Gemini 2.5 Pro) ve Microsoft Copilot YZ uygulamalarına girilerek toplam 45 diyet planı geliştirilmiştir. Sporcu diyetisyeni tarafından aynı vakalar için oluşturulan diyet planları ile YZ uygulamalarının geliştirdiği diyet planları karşılaştırılmıştır. Menülerin besin öğelerinin yeterliliğini değerlendirmek için belirlenen tüketim miktarları diyetle referans alım düzeyi (DRI) değerleri ile karşılaştırılarak %DRI hesaplanmıştır. Elde edilen verilerin istatistiksel analizi IBM SPSS 25.0 programı kullanılarak değişken türüne, normallik ve homojenlik dağılımlarına uygun analiz yöntemleriyle gerçekleştirilmiştir. Kadın sporcularda sporcu diyetisyeni tarafından planlanan enerji ortalaması 2518,91±175,08 kcal iken, Gemini uygulaması 2697,79±488,78 kcal ile en yakın sonucu vermiştir. ChatGPT ve Copilot daha düşük enerji değerleri önermiştir. Enerji planlamasında sporcu diyetisyeni ile ChatGPT (r=0,764; p=0,001) ve Gemini (r=0,625; p=0,013) arasında anlamlı bir korelasyon bulunmuştur. Gemini uygulaması, toplam enerji ve protein yönetiminde sporcu diyetisyenine en yakın performansı gösterirken, yağ miktarını anlamlı derecede düşük hesaplamıştır. Copilot uygulaması enerji, protein ve yağ parametrelerinde sporcu

diyetisyeniyle en zayıf uyumu göstermiştir. Ortalama Mutlak Yüzde Hata (MAPE) analizinde ChatGPT en kararlı hata dağılımını sergilerken Copilot'ta %91 düzeyinde aşırı uç hata saptanmıştır. Post-hoc Bonferroni çoklu karşılaştırma analizlerine göre, Gemini modelinin sporcu diyetisyeninin diyet planına kıyasla demir, çinko, tiamin ve pridoksin parametrelerinde istatistiksel olarak benzer bir örüntü oluşturduğu görülmüştür. Sonuç olarak, YZ modellerinin beslenme planlamasındaki güvenilirliğinin modele ve besin ögesine göre değişkenlik gösterdiği saptanmıştır. Sporculara yönelik diyet planlarının geliştirilmesinde YZ uygulamaları yardımcı araç olarak kullanılabilir; ancak oluşturulan diyet planı taslağının son şeklini sporcu diyetisyeninin vermesi gerekmektedir.

Finansal Destek ve Teşekkür: Bu araştırmayı (Proje No: 1919B012416686) Tübitak 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı kapsamında destekleyen Tübitak-BİDEB'e teşekkür ederiz.

Anahtar kelimeler: Vücut geliştirme sporcuları, yapay zeka, beslenme, spor, diyet planı.

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF DIETS PLANNED USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLICATIONS FOR BODYBUILDING ATHLETES

Abstract

Nutritional strategies for bodybuilding athletes are a critical factor that influences their performance, their goals for increasing muscle mass, and their overall health. In recent years, advancements in artificial intelligence (AI) technology have introduced a new approach to creating individualized diet plans for athletes. This research project aimed to examine the effectiveness of accessible AI applications in developing diet plans for bodybuilding athletes. Between October 2025 and January 2026, 15 representative cases of bodybuilding athletes with varying body compositions and training programs were established. A standardized prompt was entered into three AI applications—ChatGPT (OpenAI), Gemini (Google; Gemini 2.5 Pro), and Microsoft Copilot—resulting in the development of 45 distinct diet plans. These AI-generated plans were then compared with diet plans created for the same cases by a sports dietitian. To evaluate the nutritional adequacy of the menus, the specified consumption amounts were compared against Dietary Reference Intake (DRI) values, and %DRI was calculated. Statistical analysis of the data was performed using IBM SPSS 25.0, employing methods appropriate for the variable types and their respective distributions (normality and homogeneity). For female athletes, the mean energy intake planned by the sports dietitian was 2518.91 ± 175.08 kcal; among the AI tools, Gemini provided the closest result, with a mean of 2697.79 ± 488.78 kcal. ChatGPT and Copilot suggested lower energy values. In energy planning, a significant correlation was found between the sports dietitian's assessments and those of both ChatGPT ($r=0.764$; $p=0.001$) and Gemini ($r=0.625$; $p=0.013$). While the Gemini application performed most similarly to the sports dietitian regarding total energy and protein management, it calculated significantly lower fat content. The Copilot application showed the weakest agreement with the sports dietitian across energy, protein, and fat parameters. In the Mean Absolute Percentage Error (MAPE) analysis, ChatGPT exhibited the most stable error distribution, whereas Copilot showed extreme outlier errors reaching 91%. According to post-hoc Bonferroni multiple comparison analyses, the Gemini model produced a pattern statistically similar to that of the sports dietitian's diet plans regarding iron, zinc, thiamine, and pyridoxine levels. In conclusion, it has been determined that the reliability of AI models in diet planning varies depending on the specific model and the nutrient in question. AI applications can serve as supplementary tools in developing diet plans for athletes; however, the final version of any such diet plan must be determined by a sports dietitian.

Financial Support and Acknowledgments: We thank TÜBİTAK-BİDEB for supporting this research (Project No: 1919B012416686) within the scope of the TÜBİTAK 2209-A Support Program for University Students' Research Projects.

Keywords: Bodybuilding athletes, artificial intelligence, nutrition, sport, diet plan.

ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNDE BESİN NEOFOBİSİ İLE ANTROPOMETRİK ÖLÇÜMLER VE BESLENME ALIŞKANLIKLARI İLİŞKİSİ

Dr. Öğr. Üyesi Meryem Elif ÖZTÜRK

Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, merlif-42@windowslive.com, <https://orcid.org/0000-0002-2176-374X>

Besin neofobisi, yeni veya alışılmadık yiyecekleri tüketmeye karşı isteksizlik ya da yeni yiyeceklerden kaçınma veya onları reddetme durumu olarak tanımlanır. Oluşum mekanizması tam olarak bilinmemekle birlikte bireylerin —özellikle de küçük çocukların— kendilerini zararlı ve tehlikeli yiyeceklerden korumak için geliştirdikleri bir savunma mekanizması olduğu varsayılmaktadır. Diğer yandan, bireylerin sağlıklı beslenmeleri için çok çeşitli gıdalara ihtiyaçları vardır. Bu nedenle sağlıklı beslenmede sorunlu bir davranış türü olarak ele alınmaktadır. Bu çalışmanın amacı üniversite öğrencilerinde besin neofobisi ile antropometrik ölçümleri ve beslenme alışkanlıkları arasındaki ilişkiyi araştırmaktır. Çalışmaya 132 kız üniversite öğrencisi dâhil edilmiştir. Öğrencilerin boy uzunluğu, vücut ağırlığı, bel çevresi ölçümleri alınmış, beden kütle indeksi (BKİ) değerleri hesaplanmış ve öğrencilere besin neofobisi ölçeği uygulanmıştır. Öğrencilerin yaş ortalamaları 20.9 ± 1.6 olup ortalama neofobi puanı 43 ± 9.1 'dir. Öğrencilerin neofobi puanları ile yaş, BKİ ve bel çevresi değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmamıştır ($p > 0.05$). Neofobi puanları ile günlük ana öğün sayısı, öğün atlama, düzenli kahvaltı yapma ve uyumadan önce yemek yeme durumları arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişkiye rastlanmamıştır ($p > 0.05$). Ayrıca öğrencilerin günde beş porsiyon sebze meyve tüketimi, günde iki su bardağı süt ve yoğurt tüketimi, yemeğin tadına bakmadan tuz ekleme ve düzenli fiziksel aktivite yapma durumları ile neofobi puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmamıştır ($p > 0.05$). Çalışmada yer alan kız üniversite öğrencilerinde besin neofobisi puanlarının genel nüfustan bir miktar daha yüksek olduğu görülmüştür. Besin neofobisi ile antropometrik ölçümler ve beslenme alışkanlıkları arasında herhangi bir ilişki saptanmamıştır. Besin neofobisinin erken çocuklukta yüksek olduğu adolesan ve yetişkinlikle birlikte yaşla azaldığı bilinmektedir. Bu nedenle özellikle daha küçük yaş gruplarını kapsayan, geniş örneklemli ve yaş açısından daha çeşitli popülasyonlarda yürütülecek çalışmalara ihtiyaç vardır.

Anahtar kelimeler: antropometrik ölçümler, besin neofobisi, üniversite öğrencileri

THE RELATIONSHIP BETWEEN FOOD NEOPHOBIA, ANTHROPOMETRIC MEASUREMENTS, AND DIETARY HABITS AMONG UNIVERSITY STUDENTS

Food neophobia is defined as reluctance to consume new or unfamiliar foods, or the avoidance or rejection of new foods. Although its underlying mechanism is not fully understood, it is assumed to be a defense mechanism developed by individuals—particularly young children—to protect themselves from harmful and dangerous foods. On the other hand, individuals need a wide variety of foods to maintain a healthy diet. Therefore, it is considered a problematic behavior in healthy eating. This study aims to investigate the relationship between food neophobia and anthropometric measurements and dietary habits among university students. A total of 132 female university students were included in the study. The students' height, body weight, and waist circumference were measured, their body mass index (BMI) values were calculated, and the Food Neophobia Scale was administered to them. The students' mean age was 20.9 ± 1.6 , and their mean neophobia score was 43 ± 9.1 . No statistically significant relationship was found between neophobia scores with age, BMI, and waist circumference ($p > 0.05$). No statistically significant relationship was found between the neophobia scores and the number of main meals consumed daily, skipping meals, eating breakfast regularly, and eating before going to sleep ($p > 0.05$). In addition, no statistically significant relationship was detected between the students' neophobia scores and consumption of five portions of vegetables and fruit per day, consumption of two glasses of milk and yogurt per day, adding salt before tasting food, and engaging in regular physical activity ($p > 0.05$). The food neophobia scores of the female university students were found to be slightly higher than the general population. No relationship was identified between food neophobia and anthropometric measurements or dietary habits. Food neophobia is known to be high in early childhood and to decrease with age during adolescence and adulthood. Therefore, further studies involving larger and more age-diverse samples, particularly younger populations, are warranted.

Keywords: Anthropometric measurements, food neophobia, university students

SPORCU BESLENMESİNDE PROTEİN ESASLI İÇECEKLER: FORMÜLASYON, ÜRÜN KALİTESİ VE GIDA GÜVENLİĞİ AÇISINDAN TÜRKİYE VE DÜNYADAN ÖRNEKLER

Meltem Aşık^{1*} (ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-4727-2781>) / Muhammed Yüceer² (ORCID:

<https://orcid.org/0000-0001-6709-1347>)

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Enstitüsü, Gıda Güvenliği ve Kalitesi Anabilim Dalı, Çanakkale, Türkiye

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu, Gıda İşleme Gıda Kalite Kontrolü ve Analizi, Çanakkale, Türkiye

Özet

Protein esaslı içecekler (PEİ), sporcu beslenmesinden genel tüketiciye uzanan geniş bir kullanım alanıyla hızla yaygınlaşan fonksiyonel gıda gruplarından biridir. Bu derlemenin amacı, 2015–2025 döneminde yayımlanan ulusal ve uluslararası literatürü gıda güvenliği ve kalitesi perspektifiyle değerlendirerek Protein esaslı içeceklerin formülasyon bileşenlerini, kanıta dayalı kullanım ilkelerini, kalite ve güvenlik risklerini, mevzuat çerçevesini ve Türkiye ile dünyadan örnekleri ortaya koymaktır. Anlatı derleme yöntemiyle yürütülen çalışmada hakemli makaleler, sistematik derlemeler, uzlaşılı bildirileri ve resmî mevzuat metinleri incelenmiştir. Bulgular, günlük toplam protein alımı, protein kalitesi ve dağılımının ürün tipinden ya da zamanlamadan daha belirleyici olduğunu; bitkisel proteinlerin uygun karışımlarla hayvansal kaynaklara yakın anabolik yanıt sağlayabildiğini göstermektedir. Öte yandan farklı ülkelerde yürütülen ürün analizleri; etiket–bileşim uyumsuzluklarına, olası protein taşımasına, ağır metal, mikotoksin ve pestisit kalıntılarına ve yasaklı madde bulaşmasına işaret etmektedir. Türkiye’de piyasadan temin edilen 18 protein tozu numunesinde ölçülen proteinin etiket beyanına oranı ürün tipine göre %83,5 ile %112,7 arasında değişmiştir. Türkiye’de protein içeren spor gıdaları Türk Gıda Kodeksi Sporcu Gıdaları Tebliği (2003/42) kapsamında değerlendirilmekte olup piyasa örneklemesine dayalı yerli veri sınırlıdır. Ürün güvenliği, etiket doğruluğu ve üçüncü taraf doğrulaması, PEİ’lerin ticarileşmesinde temel önkoşullar olarak öne çıkmaktadır.

Anahtar sözcükler: protein esaslı içecekler; sporcu gıdaları; gıda güvenliği; etiket uygunluğu; ağır metal; mevzuat

PROTEIN-BASED BEVERAGES IN SPORTS NUTRITION: EXAMPLES FROM TÜRKİYE AND THE WORLD IN TERMS OF FORMULATION, PRODUCT QUALITY AND FOOD SAFETY

Meltem Aşık^{1*} (ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-4727-2781>) / Muhammed Yüceer² (ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6709-1347>)

¹Çanakkale Onsekiz Mart University, Graduate School, Department of Food Safety and Quality, Çanakkale, Türkiye

²Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale Technical Sciences Vocational School, Food Processing – Food Quality Control and Analysis, Çanakkale, Türkiye

Abstract

Protein-based beverages (PBBs) have become one of the fastest-growing functional food categories, extending from sports nutrition to the general consumer. This narrative review evaluates the national and international literature published between 2015 and 2025 (with a few early-2026 studies) from a food safety and quality perspective, addressing formulation components, evidence-based use, quality and safety risks, the regulatory framework, and examples from Türkiye and worldwide. The evidence indicates that total daily protein intake, protein quality and distribution are more decisive than product type or timing, and that appropriately designed plant-protein blends can elicit anabolic responses comparable to those of animal proteins. However, product surveys from several countries point to label–composition discrepancies, possible protein spiking, heavy-metal, mycotoxin and pesticide residues, and contamination with prohibited substances. In a Turkish study of 18 commercial protein powders, the ratio of measured to labelled protein ranged from 83.5% to 112.7% depending on protein type. In Türkiye, protein-containing sports foods fall under the Turkish Food Codex Sports Foods Communiqué (No. 2003/42), yet market-based analytical data from domestic products remain limited. Product safety, label accuracy and third-party verification emerge as prerequisites for the commercialization of PBBs.

Keywords: protein-based beverages; sports foods; food safety; label compliance; heavy metals; regulation

1. GİRİŞ

Protein, kas ve bağ dokusunun korunması, onarımı ve egzersize uyumun sağlanması açısından sporcu beslenmesinin temel makrobesinlerinden biridir. İçime hazır (ready-to-drink, RTD) ya da toz formunda sunulan; hayvansal veya bitkisel kaynaklı protein izolatu, konsantresi ya da hidrolizatu içeren protein esaslı içecekler (PEİ), ölçülebilir protein dozunu pratik biçimde sağlamaları nedeniyle spor beslenmesinin en görünür ürün gruplarından biri hâline gelmiştir. Euromonitor'ün Türkiye spor beslenmesi kategori analizi, 2025 yılında fitness kültürünün yaygınlaşmasının kategori büyümesini sürüklediğini ve e-ticaretin dağıtım kanalları içinde payını artırdığını bildirmektedir (Euromonitor International, 2025). Sektör temsilcilerine dayanan güncel basın haberleri ise talebin yalnızca sporcularla sınırlı kalmadığını, yerli markaların ve yurt içi hammadde yatırımlarının öne çıktığını aktarmaktadır (Para Dergi, 2026).

Kullanım sıklığı literatürde yüksek düzeydedir. Knapik ve ark. (2016), 159 çalışmayı kapsayan sistematik derlemelerinde elit sporcuların elit olmayan sporculara kıyasla besin destek ürünlerini belirgin biçimde daha fazla kullandığını ve erkeklerde protein kullanımının kadınlara göre daha yaygın olduğunu bildirmiştir. 2018–2022 dönemini kapsayan bir kapsam derlemesinde sporcular arasındaki kullanım oranlarının %11 ile %100 arasında değiştiği, protein ve vitamin-mineral takviyelerinin en sık kullanılan ürünler olduğu ve bilgi kaynaklarının çoğunlukla antrenörler, internet ve arkadaşlar olduğu saptanmıştır (Daher ve ark., 2022). Türkiye'de, Ankara'daki iki özel spor merkezinde 18–25 yaş aralığındaki 350 katılımcıyla yürütülen bir çalışmada besin destek ürünü kullanım yaygınlığı %44, en sık kullanılan ikinci ürün grubu protein tozu, en sık bilgi kaynağı ise antrenörler (%38,3) olarak bulunmuş; diyetisyene danışma oranı ise %9,1 düzeyinde kalmıştır (Helvacı ve Açkurt, 2018).

Kullanımın bu denli yaygın olması, ürün kalitesi ve güvenliğini halk sağlığı ve sporcu sağlığı açısından ayrı bir başlık hâline getirmektedir. Örneğin ABD'de besin destek ürünlerinin piyasaya arzından önce güvenlik ve etkinlik kanıtı sunulması zorunlu değildir (Daher ve ark., 2022); İspanya'da piyasadaki 52 protein takviyesinin etiketlerini inceleyen bir çalışma, tüketici korumasını güvence altına alacak özel bir düzenlemenin bulunmadığını belirtmiştir (Rodriguez-Lopez ve ark., 2022). Bu derlemenin amacı, PEİ'leri (i) formülasyon ve işleme, (ii) kanıta dayalı kullanım, (iii) kalite ve gıda güvenliği, (iv) mevzuat ve (v) Türkiye ile dünyadan örnekler boyutlarında, 2015–2025 literatürü ışığında bütüncül biçimde ele almaktır. Çalışma, fizyolojik etkinlik kanıtını ürün güvenliği, etiket uygunluğu ve Türk Gıda Kodeksi hükümleriyle birlikte tartışmakta; Türkiye'de piyasadan temin edilen ürünlere ilişkin sınırlı yerli veriyi görünür kılmaktadır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma anlatı (narrative) derleme tasarımıdır. Literatür taraması 2015–2025 yıllarında yayımlanan çalışmalara odaklanmış; konunun güncelliği nedeniyle 2026 yılı başında yayımlanan az sayıda çalışma istisnai olarak dâhil edilmiştir. Güncel uzlaşi bildirilerinin dayandığı temel deneysel çalışmalardan (2009–2013) yalnızca kavramsal çerçeveyi kurmak amacıyla yararlanılmış ve bunlar metinde ayrıca belirtilmiştir. Taramada PubMed, Google Scholar, ScienceDirect, ulusal dizinler (DergiPark, TR Dizin) ile Resmî Gazete ve mevzuat kaynakları kullanılmıştır. Türkçe ve İngilizce arama terimleri şunlardır: "protein tozu", "protein esaslı içecek", "sporcu gıdası", "besin destek ürünü", "ağır metal", "etiket uygunluğu", "protein supplement", "protein powder", "sports nutrition", "heavy metals", "label compliance", "protein spiking", "doping contamination" ve "shelf-stable protein beverage".

Dâhil etme ölçütleri; (1) hakemli dergilerde yayımlanmış özgün araştırma, sistematik/kapsam derlemesi veya uzlaşi bildirisi olması, (2) protein esaslı ürünlerin etkinliği, formülasyonu, kalitesi, güvenliği, mevzuatı veya tüketim örüntülerini ele alması ve (3) Türkçe ya da İngilizce yazılmış olmasıdır. Ticari pazar raporları ve basın haberleri yalnızca pazar bağlamını göstermek amacıyla ve bu niteliği belirtilerek kullanılmıştır. Çalışmaların nicel bulguları yayımlandıkları biçimiyle aktarılmış, meta-analitik birleştirme yapılmamıştır.

3. PROTEİN ESASLI İÇECEKLERİN TANIMI, SINIFLANDIRILMASI VE FORMÜLASYONU

3.1. Tanım ve sınıflandırma

PEİ'ler protein kaynağına, işleme yöntemine ve nihai pH/su aktivitesine göre sınıflandırılabilir. Kaynak bakımından başlıca gruplar süt esaslı (peynir altı suyu, kazein, süt proteini), yumurta esaslı, bitkisel (soya, bezelye, pirinç, buğday, mısır vb.) ve karma formülasyonlardır; kollajen/jelatin peptitleri ile serbest amino asit karışımları ise yardımcı bileşen ya da ayrı ürün olarak yer almaktadır. Raf ömrü uzun süt proteini esaslı RTD içecekler spor beslenmesi ve "daha sağlıklı seçenek" (better-for-you) kategorilerinde yoğunlaşmakta ve genellikle yüksek protein beyanı taşımaktadır (Singh ve ark., 2022). Türk Gıda Kodeksi Sporcu Gıdaları Tebliği ise protein ve protein bileşenleri içeren ürünleri ayrı bir kategori olarak tanımlamakta; bu kapsama amino asitler, amino asit karışımları, protein konsantreleri ve proteince zenginleştirilmiş ürünler girmektedir (Türk Gıda Kodeksi Sporcu Gıdaları Tebliği, 2003).

3.2. Protein kaynakları ve bileşenlerin kanıt düzeyi

Protein kaynaklarının anabolik potansiyelini esansiyel amino asit (EAA) içeriği, lösin oranı, sindirilebilirlik ve anti-besinsel faktörlerin varlığı belirlemektedir. Gorissen ve ark. (2018), ticari izolatların amino asit bileşimini UPLC-MS/MS ile karşılaştırmış; peynir altı suyu (%43), süt (%39), kazein (%34) ve yumurta (%32)

proteinlerinin EAA oranlarının yulaf (%21), lüpen (%21) ve buğday (%22) izolatlarından belirgin biçimde yüksek olduğunu, bitkisel izolatlarda lösün oranının kenevirde %5,1 ile mısırdaki %13,5 arasında değiştiğini bildirmiştir. Bu heterojenlik, "bitkisel protein" ifadesinin tek başına bir kalite göstergesi olmadığını ve karışım tasarımının önemini ortaya koymaktadır. Başlıca protein kaynaklarının karşılaştırması Tablo 1'de özetlenmiştir. Pinckaers ve ark. (2021), soya ve buğday gibi bitkisel proteinlerin hayvansal proteinlere kıyasla daha düşük postprandiyal kas protein sentezi (KPS) yanıtı oluşturduğunu, ancak bu farkın daha yüksek doz, uygun protein karışımları veya eksik amino asitlerle zenginleştirme yoluyla telafi edilebileceğini vurgulamıştır. Nitekim 24 genç erkeklerle yürütülen randomize, çift-kör bir çalışmada 30 g buğday-mısır-bezelye karışımı ile 30 g süt proteininin KPS yanıtı arasında fark bulunmamıştır (Pinckaers ve ark., 2022). Direnç antrenmanı yapan vegan ve omnivor bireylerin protein alımı eşitlendiğinde kazanımların benzer olduğunu bildiren çalışma da bu yaklaşımı desteklemektedir (Hevia-Larraín ve ark., 2021). Kavramsal çerçeveyi oluşturan klasik deneysel çalışmalarda ise pirinç ve whey proteininin sekiz haftalık direnç antrenmanında benzer vücut kompozisyonu ve performans sonuçları verdiği (Joy ve ark., 2013), whey hidrolizatının dinlenme ve egzersiz sonrasında soya ve kazeine kıyasla KPS'yi daha fazla uyardığı (Tang ve ark., 2009) ve uyku öncesi 40 g kazeinin gece boyunca KPS'yi artırdığı (Res ve ark., 2012) gösterilmiştir.

Tablo 1. Başlıca protein kaynakları

Kaynak	Öne çıkan özellikler	Formülasyon	Kanıt ve kalite notu
Peynir altı suyu (whey)	Hızlı sindirilen süt proteini; EAA oranı yüksek (%43; Gorissen ve ark., 2018)	Asitlendirilmiş RTD içeceklerde tercih edilen bileşen (Singh ve ark., 2022)	Hidrolizatı soya ve kazeine kıyasla KPS'yi daha fazla uyarmıştır (Tang ve ark., 2009); AIS A grubu (AIS, t.y.)
Kazein / süt proteini	Yavaş sindirilen; EAA oranı kazeinde %34, sütte %39 (Gorissen ve ark., 2018)	Düşük asitli RTD içeceklerde süt proteini ve kazein ağırlıklı bileşenler (Singh ve ark., 2022)	Uyku öncesi 40 g kazein gece KPS'sini artırmıştır (Res ve ark., 2012)
Yumurta (akı)	EAA oranı %32 (Gorissen ve ark., 2018)	Isıl işlem, kuru ısıtma veya püskürtmeli kurutma uygulanır (Türkoğlu ve ark., 2026)	Türkiye'de test edilen numunelerde etiketle uyum %101,1; in vitro sindirilebilirlik en düşük değer (%36,9) (Türkoğlu ve ark., 2026)
Soya	Bitkisel; ticari izolatlarda EAA, lösin, lizin ve metiyonin profili kaynağa göre değişir (Gorissen ve ark., 2018)	Genellikle karışımlarda kullanılır	Soya ve buğday proteini KPS yanıtı hayvansal proteinlerden düşüktür (Pinckaers ve ark., 2021); Türkiye'de test edilen soya tozlarında etiketle uyum en düşük (%83,5) (Türkoğlu ve ark., 2026)
Bezelye, pirinç ve bitkisel karışımlar	Lösin, lizin veya metiyonin eksikliği karışımla telafi edilebilir (Pinckaers ve ark., 2021)	Karışım tasarımı; gerekirse eksik amino asitle zenginleştirme	Buğday-mısır-bezelye karışımı 30 g'da süt proteiniyle benzer KPS (Pinckaers ve ark., 2022); pirinç-whey benzer sonuç (Joy ve ark., 2013); bitkisel ürünlerde metal yükü daha yüksek eğilimde (Bandara ve ark., 2020)
Kollajen / jelatin	Yardımcı bileşen	C vitamini ile birlikte çalışılmıştır (Shaw ve ark., 2017)	Kollajen sentezi belirteçleri artmıştır (Shaw ve ark., 2017); AIS B grubu (gelişmekte olan kanıt)
BCAA / lösin	Serbest amino asit	PEİ etiketlerinde sıklıkla öne çıkarılır	AIS C grubu: yarar gösterilmemiş veya araştırma yetersiz (AIS, t.y.)

Avustralya Spor Enstitüsü (AIS) Sporcu Takviye Çerçevesi'nde izole protein takviyeleri (whey, kazein, yumurta, soya ve diğer bitkisel proteinler) spor gıdaları içinde A grubunda; BCAA/lösin C grubunda (yararı yok ya da araştırma yetersiz); kollajen desteği ise B grubunda (gelişmekte olan kanıt) yer almaktadır (AIS, t.y.). Bu sınıflama, PEİ etiketlerinde sıkça öne çıkarılan BCAA ve kollajen bileşenlerinin beyan edilen faydasının kanıt düzeyiyle karşılaştırılması gerektiğini göstermektedir. Kollajen konusunda, C vitamini ile zenginleştirilmiş

jelatinin aralıklı aktivite öncesinde alınmasının kollajen sentezi belirteçlerini artırdığı gösterilmiş olsa da (Shaw ve ark., 2017) bu tek çalışma, kollajen içeren içeceklerin performans veya yaralanma önleme etkisini kanıtlamak için yeterli değildir.

3.3. Üretim ve işleme

Yüksek proteinli RTD içecekler; ısıl kararlılık, viskozite ve duyu özellikler bakımından formülasyon güçlükleri taşır. Singh ve ark. (2022), raf ömrü uzun süt proteini içeceklerinin ABD düzenlemelerinde su aktivitesi ve pH'a göre asidik/asitlendirilmiş ve düşük asitli gıdalar olarak sınıflandırıldığını; asitlendirilmiş içeceklerde tercih edilen bileşenin whey proteini, düşük asitli içeceklerde ise süt proteini ve kazein ağırlıklı bileşenler olduğunu; düşük asitli ürünlerde retort veya UHT işlemi ile hermetik dolumun temel seçenekleri oluşturduğunu bildirmektedir. Toz formülasyonlarda ise püskürtmeli kurutma yaygındır; ancak ürünün protein içeriği, sindirilebilirliği ve etiket beyanı arasındaki ilişki üretim yöntemine bağlı olarak değişebilmektedir (Türkoğlu ve ark., 2026). Türkiye'deki mevcut süt işleme altyapısının RTD protein içeceği üretimine uyarlanabileceği yönündeki yaklaşım yaygın olarak dile getirilmekle birlikte, kapasite ve maliyet verileriyle desteklenmesi gereken bir çıkarım olarak değerlendirilmelidir.

4. ETKİNLİK KANITI VE GÜNCEL TARTIŞMALAR

Direnç antrenmanı sürecinde protein takviyesinin kas kütlesi ve kuvvet üzerindeki etkisi en kapsamlı biçimde Morton ve ark. (2018) tarafından incelenmiştir. Sağlıklı yetişkinlerde 49 çalışmayı kapsayan meta-analizde takviye, yağsız kütle kazanımını ortalama 0,3 kg artırmış; kazanımların günlük yaklaşık 1,6 g/kg protein alımının üzerinde belirgin biçimde artmadığı bildirilmiştir. Uluslararası Spor Beslenmesi Derneği (ISSN), fiziksel olarak aktif bireyler için 1,4–2,0 g/kg/gün aralığının güvenli olduğunu ve antrenman uyumlarını destekleyebileceğini belirtmektedir (Jäger ve ark., 2017); Amerikan Beslenme ve Diyetetik Akademisi, Kanada Diyetisyenleri ve Amerikan Spor Hekimliği Koleji ortak bildirisi ise sporcular için 1,2–2,0 g/kg/gün aralığını önermektedir (Thomas ve ark., 2016). Bu bulgular, PEİ'lerin ürün tipinden bağımsız olarak günlük toplam protein alımı içindeki yerinin değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Protein zamanlaması konusunda "anabolik pencere" yaklaşımı yakın dönemde sorgulanmaktadır. Antrenman sonrası yaklaşık 20–25 g yüksek kaliteli proteinin KPS'yi en üst düzeye çıkardığı yönündeki bulgular (Moore ve ark., 2009; Kerksick ve ark., 2017) hızlı sindirilen ve tek başına verilen proteinler için geçerlidir; daha yavaş sindirilen ya da diğer makrobislerle birlikte alınan proteinlerde emilim gecikeceğinden aminoasit kullanımı daha uzun sürebilmektedir (Schoenfeld ve Aragon, 2018). Aynı derleme, kas gelişimini en üst düzeye çıkarmak için öğün başına yaklaşık 0,4 g/kg proteinin en az dört öğüne dağıtılmasını (günlük en az 1,6 g/kg)

önermektedir. Trommelen ve ark. (2023) ise yüksek dozlu tek seferlik protein alımına verilen anabolik yanıtın büyüklük ve süre bakımından belirgin bir üst sınır göstermediğini bildirmiştir. Dolayısıyla "20–40 g, 0–2 saat içinde" gibi sabit reçeteler yerine toplam günlük alım ve dağılım vurgulanmalıdır.

Ürün kullanımının "gıda önce" ilkesiyle birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir. IOC uzlaşı bildirisi ve Close ve ark. (2022) "önce gıda, ancak her zaman yalnızca gıda değil" yaklaşımını savunmakta; besin öğelerinin mümkün olduğunca bütün gıdalardan sağlanmasını, takviyelerin ise yarar–risk dengesi gözetilerek ve gerektiğinde kullanılmasını önermektedir (Maughan ve ark., 2018; Close ve ark., 2022). Türkiye'den bir örnek bu ilkeyi somutlaştırmaktadır: Ankara'da profesyonel bir takımın 26 genç erkek futbolcusunda üç günlük besin tüketim kayıtları, protein alımının enerjinin %16,2'sini ve $1,9 \pm 0,5$ g/kg/gün düzeyini oluşturduğunu; buna karşılık D vitamini alımının sporcuların %92,3'ünde yetersiz olduğunu göstermiştir (Ersoy ve ark., 2019). Bu bulgu, sporcuların önceliğinin çoğu zaman protein takviyesi değil, beslenme örüntüsünün bütününe iyileştirilmesi olduğuna işaret etmektedir. Öte yandan Türk elit sporcularda yürütülen bir karşılaştırmalı çalışmada ($n = 84$) kuvvet sporcularında LDL-kolesterol, ApoB ve aterojenik indeksin dayanıklılık sporcularından yüksek olduğu, dayanıklılık sporcularının enerjinin daha düşük bölümünü protein ve yağdan sağladığı bildirilmiştir (Tamer ve ark., 2026). Kesitsel ve küçük örneklemlili bu çalışma nedensellik kurmamakla birlikte, protein ağırlıklı beslenme örüntülerinin bütüncül sağlık göstergeleriyle birlikte izlenmesi gerektiğini düşündürmektedir.

5. ÜRÜN KALİTESİ VE GIDA GÜVENLİĞİ

5.1. Ağır metaller ve diğer kimyasal/biyolojik tehlikeler

Protein tozlarındaki ağır metal düzeyleri son yıllarda en çok araştırılan güvenlik başlıklarından biridir. Bandara ve ark. (2020), Consumer Reports'un 2010'da 15 ürün ve Clean Label Project'in 2018'de 133 ürün üzerinde bildirdiği arsenik, kadmiyum, cıva ve kurşun düzeylerini kullanarak sağlık risk değerlendirmesi yapmış; bitkisel ürünlerde metal yükünün hayvansal ürünlere göre daha yüksek olma eğiliminde olduğunu, ancak günde bir veya üç porsiyon tüketim varsayımlarında kanserojen olmayan riskte artış saptanmadığını bildirmiştir. Macaristan piyasasından temin edilen 22 protein tozunda (whey, vegan ve sığır esaslı) LIBS ve ICP-MS ile 16 element incelenmiş; yazarlar sonuçları "güven verici bir anlık görüntü" olarak nitelemekle birlikte bunun kalite güvencesi anlamına gelmediğini vurgulamıştır (Horváth ve ark., 2025). İspanya'da 47 whey protein takviyesinde ICP-OES ile yapılan analizde, günde 30 g kullanımın krom ve molibden için referans değerlerin yaklaşık beşte birini karşıladığı; günde 100 g gibi yüksek tüketim senaryosunda ve en yüksek konsantrasyonlar

dikkate alındığında Cr, Zn, Fe, Mo ve Mg alımlarının önerilen düzeyleri aşabileceği hesaplanmıştır (Bethencourt-Barbuzano ve ark., 2023).

Hindistan'da 36 popüler protein takviyesinin analiz edildiği çalışmada ise protein içeriğinin yanı sıra aflatoksin, pestisit kalıntısı, ağır metal ve steroid taraması yapılmış; birçok üründe kurşun ve arsenik, başlıca markalarda fungal toksin ve pestisit kalıntıları saptanmış, bazı formülasyonlarda karaciğer için toksik olabilen bitkisel ekstraktlar belirlenmiştir (Philips ve ark., 2024). Türk Gıda Kodeksi Sporcu Gıdaları Tebliği, bulaşanlar ve pestisit kalıntıları bakımından Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'ndeki limitlere atıfta bulunmaktadır (Türk Gıda Kodeksi Sporcu Gıdaları Tebliği, 2003); dolayısıyla hammadde tedarik zincirinde kimyasal tehlike izlemesi, PEİ üreticileri için doğrudan yasal bir yükümlülük niteliği taşımaktadır.

5.2. Yasaklı madde bulaşması ve üçüncü taraf doğrulaması

Elit sporcular açısından temel risk, etikette yer almayan yasaklı maddelerin bulaşmasıdır. Martínez-Sanz ve ark. (2017), 23 çalışmayı kapsayan derlemede WADA tarafından yasaklı maddelerin çoğu incelenen takviyede bulunduğunu, kontaminasyon oranlarının %12–58 arasında değiştiğini bildirmiştir. Outram ve Stewart (2015) takviye kullanımı yoluyla dopinge ilgili ampirik verileri derlemiştir; Mathews (2018) yasaklı kontaminantları ele alarak bulaşmanın yetersiz üretim uygulamalarından ya da kasıtlı katkılamadan kaynaklanabildiğini belirtmiş; Walpurgis ve ark. (2020) ise takviye ve gıda kontaminasyonlarının doping kontrolleri açısından sonuçlarını incelemiştir. Üçüncü taraf test programları bu riski azaltmaya yönelik bir uygulama olarak öne çıkmaktadır (Daher ve ark., 2022); ancak uygulamada tercih edilme oranı düşüktür: 138 ABD üniversite sporcusunda yürütülen bir çalışmada katılımcıların %90'ından fazlası üçüncü taraf testli olmanın önemli olduğunu belirtmesine rağmen yalnızca %57'sinin bu tür ürünleri satın aldığı bildirilmiştir (Vento ve Wardenaar, 2020; akt. Daher ve ark., 2022). Genç sporcular da risk altındadır: ABD'de lise futbolcularında %60 düzeyinde protein takviyesi kullanımı ve olası ürün kontaminasyonu bildirilmiştir (Shoshan ve Post, 2021). AIS çerçevesinde kolostrum gibi ürünler D grubunda (yasaklı veya yüksek kontaminasyon riskli) sınıflandırılmakta (AIS, t.y.), İspanya'daki 52 protein takviyesinin etiket incelemesinde bir üründe kolostrum saptanmıştır (Rodriguez-Lopez ve ark., 2022).

5.3. Etiket–bileşim uyumu, protein taşıması ve analitik yaklaşımlar

Etiket doğruluğu, tüketici güveninin ve ürün kalitesinin en doğrudan göstergesidir. Türkiye'de piyasadan temin edilen, altı farklı protein tipinden üçer numune (n = 18) üzerinde Dumas yöntemiyle yapılan bir çalışmada, ölçülen protein içeriğinin etiket beyanına oranı peynir altı suyu için %95,9, kazein için %97,5, yumurta akı için %101,1, soya için %83,5 ve et proteini için %112,7 olarak bulunmuştur; etiketle en uyumlu ürün yumurta akı,

en uyumsuz ürün soya tozu olmuştur (Türkoğlu ve ark., 2026). Aynı çalışmada in vitro sindirilebilirlik %36,9 (yumurta akı) ile %66,2 (et proteini) arasında değişmiş; yazarlar yumurta akı için düşük değeri ovomukoidin ısıya dayanıklılığına bağlamıştır. Statik in vitro model ve sınırlı sindirim süresi nedeniyle bu mutlak değerler, benzer çalışmalarla kıyaslanırken dikkatle yorumlanmalıdır. Türkoğlu ve ark. (2026) ayrıca Sporcu Gıdaları Tebliği'ndeki net protein kullanımı (NPU) ölçütüne dikkat çekmekte ve protein tozlarının sindirilebilirlik gibi ölçülebilir etiket bilgileriyle pazarlanmasını önermektedir.

Uluslararası örnekler benzer tabloyu göstermektedir. Hindistan'da incelenen ürünlerin çoğunluğu etiketteki protein içeriğini karşılamamış, bazı markalar ise beyanın üzerinde protein göstermiş ve bu durum olası "protein/amino asit taşıması" (spiking) kaygısını doğurmuştur (Philips ve ark., 2024). Azot temelli yöntemlerin (Kjeldahl, Dumas) protein olmayan azotu (serbest amino asitler, melamin gibi katkılar) ayırt edemediği bilindiğinden, taşımanın saptanmasında amino asit profili ve kütle spektrometrisi gibi tamamlayıcı yaklaşımlar önem kazanmaktadır; örneğin yüksek proteinli spor takviyelerinin kalite kontrolünde MALDI-TOF MS kullanılabileceği gösterilmiştir (De Ceglie ve ark., 2015). İspanya'da 52 ticari protein tozunun beyan edilen özelliklerle ilişkisi (Sánchez-Oliver ve ark., 2018) ve yüksek proteinli spor takviyelerinde protein kalitesi ile etiket uyumu (Schönfeldt ve ark., 2019) de aynı sorunu farklı örneklerde ele almıştır. Bu çalışmaların ortak mesajı, üretici beyanına dayalı etiketlemenin analitik doğrulamayla desteklenmesi gerektiğidir. Dumas veya Kjeldahl ile toplam azot belirlenirken kullanılan dönüşüm faktörünün de sonucu etkilediği unutulmamalıdır (örneğin süt ürünleri için 6,38; soya için 5,70; genel için 6,25; Türkoğlu ve ark., 2026).

6. MEVZUAT ÇERÇEVESİ

Türkiye'de protein esaslı ürünler için özel düzenleme, 6 Aralık 2003 tarihli ve 25308 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Türk Gıda Kodeksi Sporcu Gıdaları Tebliği'dir (Tebliğ No: 2003/42). Tebliğ; karbonhidrat oranı yüksek ürünleri, spor içeceklerini ve protein ile protein bileşenleri içeren ürünleri kapsar; bulaşanlar ve pestisit kalıntıları için genel kodeks limitlerine, üretim, ambalajlama, etiketleme, depolama ve numune alma/analiz için de ilgili kodeks bölümlerine atıf yapar (Türk Gıda Kodeksi Sporcu Gıdaları Tebliği, 2003). Vitamin, mineral, botanik ve diğer maddeler içeren takviye edici gıdalar ise 2002/46/EC sayılı Direktif ile uyumlu olarak hazırlanan Takviye Edici Gıdalar Tebliği (Tebliğ No: 2013/49) kapsamındadır (Takviye Edici Gıdalar Tebliği, 2013). Başlıca çerçeveler Tablo 2'de özetlenmiştir. Amino asit ve botanik bileşenlerin bir arada bulunduğu karma formüllerde ürünün hangi tebliğ kapsamına gireceği ürün bazında değerlendirme gerektirmektedir. Tebliğin yayım tarihinin 2003 olması nedeniyle güncel ürün çeşitliliği ve analitik olanaklar karşısında güncelleme ihtiyacı tartışılmalıdır; bu, yazarların değerlendirmesidir.

Tablo 2. Protein esaslı ürünlerle ilgili başlıca düzenleyici ve normatif çerçeveler

Çerçeve	Kapsam	Gıda güvenliği ve kalite açısından önemi
TGK Sporcu Gıdaları Tebliği (2003/42; RG 06.12.2003–25308)	Karbonhidrat oranı yüksek ürünler, spor içecekleri, protein ve protein bileşenleri içeren ürünler	Bulaşanlar (m.7) ve pestisit kalıntıları (m.8) için kodeks limitlerine; üretim, ambalajlama/etiketleme, depolama ve numune alma/analiz için ilgili kodeks bölümlerine atıf yapar; işletmeler tescil, ithalat ve denetimde tebliğe uymakla yükümlüdür (m.13). Protein için NPU ölçütü (Türkoğlu ve ark., 2026).
TGK Takviye Edici Gıdalar Tebliği (2013/49; RG 16.08.2013–28737)	Vitamin, mineral, botanik ve diğer maddeler içeren takviye edici gıdalar	2002/46/EC sayılı Direktif ile uyumludur; ürünler yalnızca hazır ambalajlı sunulur; besin öğeleri dışındaki maddeler için Bakanlık limitleri ve Bitki Listesi uygulanır.
Avrupa Birliği	Beslenme ve sağlık beyanları (1924/2006), özel gruplara yönelik gıdalar (609/2013), gıda takviyeleri (2002/46/EC)	Rodriguez-Lopez ve ark. (2022) spor takviyelerine özgü, tüketicuyu koruyan spesifik bir düzenleme bulunmadığını ve bazı ürünlerde AB mevzuatında izin verilmeyen beyanlar olduğunu bildirmiştir; Horváth ve ark. (2025) protein tozlarını 609/2013 sayılı Tüzük ve COM/2016/402 raporu bağlamında ele almaktadır.
ABD (FDA / DSHEA)	Besin destek ürünleri	Piyasaya arz öncesi güvenlik ve etkinlik kanıtı zorunlu değildir (Daher ve ark., 2022).
Hindistan (FSSAI)	Bitkisel ve besin destek ürünleri	Philips ve ark. (2024) raporuna göre FSSAI bu ürünleri onaylamaz; içerik güvenliği üreticinin sorumluluğundadır ve etiket denetimi üretici test sonuçlarına dayanır.
Anti-doping ve spor kuruluşları (WADA, IOC, AIS)	Yasaklı listeler, takviye sınıflamaları, uzaşı bildirileri	IOC uzaşı bildirisi (Maughan ve ark., 2018); AIS ABCD sınıflaması: D grubu yasaklı veya yüksek kontaminasyon riskli ürünlerdir (AIS, t.y.).

7. BULGULAR

7.1. TÜRKİYE VE DÜNYADAN ÖRNEKLER

Türkiye'de literatür üç ana ekseninde toplanmaktadır: tüketim örüntüleri, sporcuların beslenme durumu ve ürün analizi. Tüketim örüntüleri açısından Helvacı ve Açkurt (2018) yüksek kullanım oranı ile uzman rehberliğinin yetersizliğini birlikte göstermiştir. Beslenme durumu açısından Ersoy ve ark. (2019) genç profesyonel futbolcularda protein alımının besinlerle yaklaşık 1,9 g/kg/gün düzeyinde sağlandığını, Tamer ve ark. (2026) ise elit kuvvet sporcularında lipid profilinin beslenme örüntüsüyle birlikte izlenmesi gerektiğini ortaya koymuştur. Ürün analizi açısından Türkoğlu ve ark. (2026), piyasadaki protein tozlarında etiket uyumunun ürün tipine göre değiştiğini göstermiş; ağır metal, mikotoksin ve amino asit profili gibi başlıklarda ise yerli veri henüz sınırlıdır.

Gelecekteki protein kaynakları açısından, sporcu beslenmesinde sürdürülebilir alternatifleri ele alan güncel bir derleme de Türkiye kaynaklı literatüre eklenmiştir (Tuna ve Ersoy, 2026).

Dünya örnekleri, aynı sorunların farklı düzenleyici bağlamlarda nasıl ortaya çıktığını göstermektedir. Avrupa'da İspanya'daki analizler etiket ve mevzuat açısından tüketici korumasındaki boşluklara (Rodriguez-Lopez ve ark., 2022), Macaristan çalışması ise ağır metal profilinin nispeten güven verici olduğuna ancak güvence sağlamadığına (Horváth ve ark., 2025) işaret etmektedir. ABD verilerine dayanan risk değerlendirmesi bitkisel ürünlerdeki daha yüksek metal yüküne dikkat çekerken (Bandara ve ark., 2020), Hindistan'daki bağımsız analiz etiket uyumsuzluğu, mikotoksin ve pestisit kalıntıları ile hepatotoksik bitkisel ekstrakt bulgularını bir arada ortaya koymuştur (Philips ve ark., 2024). ABD ve Brezilya'dan ticari whey takviyelerinin in vitro sindirilebilirliği de karşılaştırılmıştır (Almeida ve ark., 2015). Avustralya'da AIS çerçevesi, sporcu ve antrenör bilgilendirmesini kanıt düzeyine göre sınıflandırılmış bir sistemle yapılandırmaktadır (AIS, t.y.). Küresel ölçekte ise kullanım oranlarının çok geniş bir aralıkta değiştiği (Daher ve ark., 2022) ve elit sporcuların kullanımının daha yüksek olduğu (Knapik ve ark., 2016) bildirilmektedir.

Tablo 3. Türkiye ve Dünya’da yapılan çalışmaların karşılaştırması (2015–2026)

Çalışma	Ülke / örneklem	Yöntem	Temel bulgu
Türkoğlu ve ark. (2026)	Türkiye; 18 numune (6 protein tipi × 3)	Dumas; in vitro sindirilebilirlik	Ölçülen/etiket protein oranı: whey %95,9; kazein %97,5; yumurta akı %101,1; soya %83,5; et %112,7. In vitro sindirilebilirlik %36,9 (yumurta akı) – %66,2 (et).
Helvacı ve Açkurt (2018)	Türkiye (Ankara); 350 spor merkezi kullanıcısı, 18–25 yaş	Anket	Kullanım %44; protein tozu ikinci sıklıkta; bilgi kaynağı: antrenör %38,3, diyetisyen %9,1.
Ersoy ve ark. (2019)	Türkiye (Ankara); 26 genç profesyonel futbolcu	3 günlük besin tüketim kaydı	Protein enerjinin %16,2’si ve $1,9 \pm 0,5$ g/kg/gün; D vitamini alımı %92,3’ünde yetersiz.
Tamer ve ark. (2026)	Türkiye; 84 katılımcı (45 kuvvet, 20 dayanıklılık, 19 sporcu olmayan)	Besin tüketim sıklığı anketi, vücut kompozisyonu, lipid profili	Kuvvet sporcularında LDL-K, ApoB ve aterosjenik indeks daha yüksek; dayanıklılık sporcuları enerjinin daha düşük yüzdesini protein ve yağdan sağlamıştır.
Rodriguez-Lopez ve ark. (2022)	İspanya; 52 protein takviyesinin etiketi	Etiket incelemesi (mevzuat, protein kalitesi, diğer bileşenler)	Tüketiciyi koruyan özel düzenleme yok; bazı ürünlerde AB’de izin verilmeyen beyanlar; yumurta ürünleri dışında çoğunda ek bileşen; bir üründe kolostrum.
Philips ve ark. (2024)	Hindistan; 36 ürün	Protein, aflatoksin, pestisit, ağır metal, steroid ve organik/inorganik profil	Ürünlerin çoğu etiketteki protein içeriğini karşılamamış; bazı markalar beyanın üzerinde protein göstermiş; fungal toksin ve pestisit kalıntıları; birçok üründe kurşun ve arsenik.
Horváth ve ark. (2025)	Macaristan; 22 ürün (whey, vegan, sığır)	LIBS ve ICP-MS; 16 element	Yazarlar sonucu "güven verici bir anlık görüntü" olarak nitelemiş, ancak bunun kalite güvencesi olmadığını vurgulamıştır.
Bethencourt-Barbuzano ve ark. (2023)	47 whey protein takviyesi	ICP-OES; üç tüketim senaryosu	30 g/gün: Cr ve Mo için referans değerini yaklaşık %20’si; 100 g/gün ve maksimum konsantrasyonda Cr, Zn, Fe, Mo ve Mg alımları önerilen düzeyleri aşabilir.
Bandara ve ark. (2020)	ABD; yayımlanmış veriler (15 ve 133 ürün)	Sağlık risk değerlendirmesi (HQ, HI, kan kurşun modeli)	Bitkisel ürünlerde metal yükü daha yüksek eğilimde; 1 veya 3 porsiyon/gün senaryosunda kanserojen olmayan risk artışı saptanmamıştır.
Martínez-Sanz ve ark. (2017)	Derleme; 23 çalışma	WADA yasaklı madde analizlerinin taranması	Kontaminasyon oranları %12–58 arasında değişmiştir.

8. PAZAR VE TİCARİLEŞME PERSPEKTİFİ

Pazar büyüklüğüne ilişkin sayısal veriler, ticari araştırma şirketlerinin özet sayfalarında birbirinden büyüklük mertebesinde farklı değerlerle sunulabilmektedir; bu nedenle birincil rapora (ör. Euromonitor veya benzeri kuruluşların tam metin raporları) ve resmî dış ticaret verilerine erişilmeden kesin pazar hacmi ve büyüme oranı beyan edilmemesi gerekir. Yayımlanmış kategori özetleri, Türkiye'de spor beslenmesindeki büyümenin fitness kültürüyle ilişkili olduğunu ve e-ticaretin payının arttığını göstermektedir (Euromonitor International, 2025). Bu sonuçlar, Türkiye'de ticarileşme fırsatının artık yalnızca ürün çeşitliliğine değil, doğrulanabilir kalite ve güvenliğe dayandığına işaret etmektedir: etiket doğruluğu, kontaminant izleme, üçüncü taraf test sertifikasyonu ve izlenebilir hammadde tedariki, yukarıda tartışılan risklerin ticari karşılığıdır.

9. SONUÇ VE ÖNERİLER

Protein esaslı içecekler, kanıta dayalı biçimde kullanıldığında günlük protein hedefine ulaşmayı kolaylaştıran pratik ürünlerdir; ancak etkinlik kanıtı ürün tipinden çok toplam günlük alım, protein kalitesi ve dağılımına dayanmaktadır. Bitkisel proteinler uygun karışımlarla hayvansal proteinlere yakın yanıt sağlayabilmekte, fakat metal yükü ve amino asit eksiklikleri bakımından ayrıca izlenmelidir. Kalite ve güvenlik literatürü; etiket-bileşim uyumsuzlukları, olası protein taşıyıcı, ağır metal ve mikotoksin kalıntıları ile yasaklı madde bulaşmasının farklı ülkelerde gözlendiğini göstermektedir. Türkiye'de Sporcu Gıdaları Tebliği (2003/42) çerçeve sunmakta, buna karşın piyasa örneklemesine dayalı yerli veri sınırlıdır.

Bu doğrultuda şu öneriler geliştirilmiştir: (1) Türkiye piyasasındaki Protein esaslı içecekler ve protein tozlarında ağır metal, mikotoksin, pestisit ve amino asit profilini kapsayan çok merkezli izleme çalışmaları yürütülmelidir; (2) protein içeriği doğrulamasında azot temelli yöntemler amino asit analizi veya kütle spektrometrisi ile tamamlanmalıdır; (3) sporcular, antrenörler ve tüketiciler için diyetisyen rehberliği ve üçüncü taraf test sertifikasyonu konusunda eğitim ve bilgilendirme artırılmalıdır; (4) mevzuatın güncel ürün ve analitik olanaklar doğrultusunda gözden geçirilmesi tartışılmalıdır; (5) ticarileşme çalışmaları, doğrulanmış pazar verilerine ve tüketici araştırmalarına dayandırılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Almeida, C. C., Monteiro, M. L. G., da Costa-Lima, B. R. C., Alvares, T. S., & Conte-Junior, C. A. (2015). In vitro digestibility of commercial whey protein supplements. *LWT – Food Science and Technology*, 61(1), 7–11. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.11.038>
- Australian Institute of Sport. (t.y.). *AIS Sports Supplement Framework: ABCD classification system*. Erişim tarihi: 22 Eylül 2026, https://www.ais.gov.au/__data/assets/pdf_file/0006/1082517/AIS-Supplement-Framework-ABCD-System_v5.pdf
- Bandara, S. B., Towle, K. M., & Monnot, A. D. (2020). A human health risk assessment of heavy metal ingestion among consumers of protein powder supplements. *Toxicology Reports*, 7, 1255–1262. <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2020.08.001>
- Bethencourt-Barbuzano, E., Gonzalez-Weller, D., Paz-Montelongo, S., Gutierrez-Fernandez, A. J., Hardisson, A., Carrascosa, C., Camara, M., & Rubio-Armendariz, C. (2023). Whey protein dietary supplements: Metal exposure assessment and risk characterization. *Nutrients*, 15(16), 3543. <https://doi.org/10.3390/nu15163543>
- Close, G. L., Kasper, A. M., Walsh, N. P., & Maughan, R. J. (2022). "Food first but not always food only": Recommendations for using dietary supplements in sport. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2021-0335>
- Daher, J., Mallick, M., & El Khoury, D. (2022). Prevalence of dietary supplement use among athletes worldwide: A scoping review. *Nutrients*, 14(19), 4109. <https://doi.org/10.3390/nu14194109>
- De Ceglie, C., Calvano, C. D., & Zambonin, C. G. (2015). MALDI-TOF MS for quality control of high protein content sport supplements. *Food Chemistry*, 176, 396–402.
- Ersoy, N., Kalkan, I., & Ersoy, G. (2019). Assessment of nutrition status of Turkish elite young male soccer players in the pre-competition period. *Progress in Nutrition*, 21(1), 12–18. <https://doi.org/10.23751/pn.v21i1.7127>
- Euromonitor International. (2025). *Sports nutrition in Türkiye* [Kategori raporu özeti]. <https://www.euromonitor.com/sports-nutrition-in-turkey/report>
- Gazi Üniversitesi. (t.y.). *Türkiye'de satılan protein tozlarında ağır metal kirliliğinin belirlenmesi ve sağlık risklerinin değerlendirilmesi: Sporcu sağlığı ve tüketici güvenliği için bir araştırma* [TÜBİTAK ARDEB 1001 proje tanıtım belgesi]. <https://webupload.gazi.edu.tr/upload/30/2025/2/17/2260abc3-6ef3-4e35-aeca-c4f3f63a8802-farmasotik-toksikoloji-anabilim-dali-1.pdf>

- Gorissen, S. H., Crombag, J. J., Senden, J. M., Waterval, W. H., Bierau, J., Verdijk, L. B., & van Loon, L. J. (2018). Protein content and amino acid composition of commercially available plant-based protein isolates. *Amino Acids*, 50(12), 1685–1695.
- Helvacı, G., & Açıktur, F. (2018). Özel spor merkezlerinde aktif olarak spor yapan bireylerin beslenme destek ürünlerini kullanma eğilimleri. *Türkiye Klinikleri Journal of Sports Sciences*, 10(1), 19–28. <https://doi.org/10.5336/sportsci.2018-59877>
- Hevia-Larraín, V., Gualano, B., Longobardi, I., Gil, S., Fernandes, A., Costa, L., vd. (2021). High-protein plant-based diet versus a protein-matched omnivorous diet to support resistance training adaptations: A comparison between habitual vegans and omnivores. *Sports Medicine*, 51(6), 1317–1330.
- Horváth, I. L., Kajner, G., Galbács, G., & Csupor, D. (2025). Analysis of heavy metal content in protein powders available on the Hungarian market: A reassuring snapshot, but not a reassuring quality guarantee. *Journal of Nutritional Science*, 14. <https://doi.org/10.1017/jns.2025.10024>
- Jäger, R., Kerksick, C. M., Campbell, B. I., Cribb, P. J., Wells, S. D., Skwiat, T. M., vd. (2017). International Society of Sports Nutrition position stand: Protein and exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14, 20. <https://doi.org/10.1186/s12970-017-0177-8>
- Joy, J. M., Lowery, R. P., Wilson, J. M., Purpura, M., De Souza, E. O., Wilson, S. M., vd. (2013). The effects of 8 weeks of whey or rice protein supplementation on body composition and exercise performance. *Nutrition Journal*, 12, 86. <https://doi.org/10.1186/1475-2891-12-86>
- Kerksick, C. M., Arent, S., Schoenfeld, B. J., Stout, J. R., Campbell, B., Wilborn, C. D., vd. (2017). International Society of Sports Nutrition position stand: Nutrient timing. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14, 33. <https://doi.org/10.1186/s12970-017-0189-4>
- Knapik, J. J., Steelman, R. A., Hoedebecke, S. S., Austin, K. G., Farina, E. K., & Lieberman, H. R. (2016). Prevalence of dietary supplement use by athletes: Systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 46(1), 103–123. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0387-7>
- Martínez-Sanz, J. M., Sospedra, I., Mañas Ortiz, C., Baladía, E., Gil-Izquierdo, A., & Ortiz-Moncada, R. (2017). Intended or unintended doping? A review of the presence of doping substances in dietary supplements used in sports. *Nutrients*, 9(10), 1093. <https://doi.org/10.3390/nu9101093>
- Mathews, N. M. (2018). Prohibited contaminants in dietary supplements. *Sports Health*, 10(1), 19–30. <https://doi.org/10.1177/1941738117727736>

- Maughan, R. J., Burke, L. M., Dvorak, J., Larson-Meyer, D. E., Peeling, P., Phillips, S. M., vd. (2018). IOC consensus statement: Dietary supplements and the high-performance athlete. *British Journal of Sports Medicine*, 52(7), 439–455. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099027>
- Moore, D. R., Robinson, M. J., Fry, J. L., Tang, J. E., Glover, E. I., Wilkinson, S. B., vd. (2009). Ingested protein dose response of muscle and albumin protein synthesis after resistance exercise in young men. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 89(1), 161–168. <https://doi.org/10.3945/ajcn.2008.26401>
- Morton, R. W., Murphy, K. T., McKellar, S. R., Schoenfeld, B. J., Henselmans, M., Helms, E., vd. (2018). A systematic review, meta-analysis and meta-regression of the effect of protein supplementation on resistance training-induced gains in muscle mass and strength in healthy adults. *British Journal of Sports Medicine*, 52(6), 376–384. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-097608>
- Outram, S., & Stewart, B. (2015). Doping through supplement use: A review of the available empirical data. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 25(1), 54–59. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2013-0174>
- Para Dergi. (2026, 1 Temmuz). Protein pazarında yerli atağı. <https://paradergi.com.tr/sektorler/2026/07/01/protein-pazarinda-yerli-atagi>
- Philips, C. A., Theruvath, A. H., Ravindran, R., & Chopra, P. (2024). Citizens protein project: A self-funded, transparent, and concerning report on analysis of popular protein supplements sold in the Indian market. *Medicine*, 103(14), e37724. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000037724>
- Pinckaers, P. J. M., Trommelen, J., Snijders, T., & van Loon, L. J. C. (2021). The anabolic response to plant-based protein ingestion. *Sports Medicine*, 51(Suppl. 1), 59–74. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01540-8>
- Pinckaers, P. J. M., Kouw, I. W. K., Gorissen, S. H. M., Houben, L. H. P., Senden, J. M., Wodzig, W. K. H. W., vd. (2022). The muscle protein synthetic response to the ingestion of a plant-derived protein blend does not differ from an equivalent amount of milk protein in healthy, young males. *The Journal of Nutrition*, 152(12).
- Res, P. T., Groen, B., Pennings, B., Beelen, M., Wallis, G. A., Gijzen, A. P., vd. (2012). Protein ingestion before sleep improves postexercise overnight recovery. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 44(8), 1560–1569. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31824cc363>
- Rodriguez-Lopez, P., Rueda-Robles, A., Sánchez-Rodríguez, L., Blanca-Herrera, R. M., Quirantes-Piné, R. M., Borrás-Linares, I., Segura-Carretero, A., & Lozano-Sánchez, J. (2022). Analysis and screening of

- commercialized protein supplements for sports practice. *Foods*, 11(21), 3500. <https://doi.org/10.3390/foods11213500>
- Sánchez-Oliver, A. J., Contreras-Calderón, J., Puya-Braza, J. M., & Guerra-Hernández, E. (2018). Quality analysis of commercial protein powder supplements and relation to characteristics declared by manufacturer. *LWT – Food Science and Technology*, 97, 100–108. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.06.047>
- Schoenfeld, B. J., & Aragon, A. A. (2018). How much protein can the body use in a single meal for muscle-building? Implications for daily protein distribution. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 15, 10. <https://doi.org/10.1186/s12970-018-0215-1>
- Schönfeldt, H. C., Hall, N., & Pretorius, B. (2019). 12th IFDC 2017 special issue – High protein sports supplements: Protein quality and label compliance. *Journal of Food Composition and Analysis*, 83, 103293.
- Shaw, G., Lee-Barthel, A., Ross, M. L., Wang, B., & Baar, K. (2017). Vitamin C-enriched gelatin supplementation before intermittent activity augments collagen synthesis. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 105(1), 136–143. <https://doi.org/10.3945/ajcn.116.138594>
- Shoshan, T., & Post, E. (2021). Prevalence of protein and pre-workout supplement use among high school football players and potential product contamination. *Global Pediatric Health*, 8. <https://doi.org/10.1177/2333794X211031202>
- Singh, R., Rathod, G., Meletharayil, G. H., Kapoor, R., Sankarlal, V. M., & Amamcharla, J. K. (2022). Invited review: Shelf-stable dairy protein beverages—Scientific and technological aspects. *Journal of Dairy Science*, 105(12), 9327–9346.
- Takviye Edici Gıdalar Tebliği (Tebliğ No: 2013/49). (2013, 16 Ağustos). *Resmî Gazete* (Sayı: 28737).
- Tamer, F., Kisioglu Halis, B., & Bilgic, P. (2026). Waist-to-height ratio, body fat, and macronutrient intake as predictors of lipid abnormalities in elite Turkish athletes: A comparative study. *PeerJ*, 14, e20743. <https://doi.org/10.7717/peerj.20743>
- Tang, J. E., Moore, D. R., Kujbida, G. W., Tarnopolsky, M. A., & Phillips, S. M. (2009). Ingestion of whey hydrolysate, casein, or soy protein isolate: Effects on mixed muscle protein synthesis at rest and following resistance exercise in young men. *Journal of Applied Physiology*, 107(3), 987–992. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00076.2009>

- Thomas, D. T., Erdman, K. A., & Burke, L. M. (2016). Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and athletic performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 48(3), 543–568. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000852>
- Trommelen, J., van Lieshout, G. A. A., Nyakayiru, J., Holwerda, A. M., Smeets, J. S. J., Hendriks, F. K., vd. (2023). The anabolic response to protein ingestion during recovery from exercise has no upper limit in magnitude and duration in vivo in humans. *Cell Reports Medicine*, 4(12), 101324. <https://doi.org/10.1016/j.xcrm.2023.101324>
- Tuna, T., & Ersoy, N. (2026). Future protein sources in sports nutrition: Sustainable solutions. *Current Nutrition Reports*, 15(1).
- Türk Gıda Kodeksi Sporcu Gıdaları Tebliği (Tebliğ No: 2003/42). (2003, 6 Aralık). *Resmî Gazete* (Sayı: 25308).
- Türkoğlu, Y., Dışhan, A., & Gönülalan, Z. (2026). Investigation of protein content and digestibility of various protein powders for athletes. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi*, 40(1), 66–71. https://veteriner.fusabil.org/pdf/pdf_FUSABIL_1923.pdf
- Vento, K. A., & Wardenaar, F. C. (2020). Third-party testing nutritional supplement knowledge, attitudes, and use among an NCAA I collegiate student-athlete population. *Frontiers in Sports and Active Living*, 2, 115. <https://doi.org/10.3389/fspor.2020.00115>
- Walpurgis, K., Thomas, A., Geyer, H., Mareck, U., & Thevis, M. (2020). Dietary supplement and food contaminations and their implications for doping controls. *Foods*, 9(8), 1012. <https://doi.org/10.3390/foods9081012>

ERKEN EVRE LARENKS KANSERİNDE TEDAVİ ÖNCESİ SİGARA BIRAKMANIN SAĞKALIM SONUÇLARI: RETROSPEKTİF KOHORT ÇALIŞMASI

Zeliha Kübra ÇAKAN, MD¹ / Haluk Çevik, MD²

¹Istanbul University-Cerrahpaşa, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Medikal Onkoloji Bilim Dalı,

drzkcakan@gmail.com, ORCID: 0000-0003-2271-0209

²Bayrampaşa Devlet Hastanesi, Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Kliniği, halukcevik80@gmail.com,

ORCID: 0000-0002-5033-3255

Özet

Amaç: Erken evre larenks kanserli hastalarda tedavi öncesi sigara bırakmanın sağkalım sonuçları ile ilişkisini değerlendirmektir. **Yöntem:** Bu retrospektif kohort çalışmasına 2005-2025 yılları arasında evre I-II larenks kanseri tanısı alan 126 hasta dahil edildi. Hastalar tedavi öncesinde sigarayı bırakanlar ve sigara içmeye devam edenler olarak sınıflandırıldı. Genel sağkalım (OS), kansere özgü sağkalım (CSS), lokorejyonel rekürrensiz aralık (LRFI) ve progresyonsuz sağkalım (PFS) en fazla 60 aylık izlem süresinde değerlendirildi. Sağkalım dağılımları Kaplan-Meier yöntemi ve log-rank testi ile karşılaştırıldı; Cox regresyon modelleri ile hazard oranları (HR) ve %95 güven aralıkları (GA) hesaplandı. Keşifsel çok değişkenli modeller yaş, T evresi ve paket-yıl cinsinden kümülatif tütün maruziyetine göre düzeltildi. **Bulgular:** Ortalama yaş $60,86 \pm 9,42$ yıl olup hastaların %94,4'ü erkekti. Elli sekiz hasta T1, 68 hasta T2 idi ve tüm hastalar nod negatifti. Yetmiş üç hasta (%57,9) tedavi öncesinde sigarayı bırakmış, 53 hasta (%42,1) sigara içmeye devam etmişti. Beş yıllık OS sigarayı bırakanlarda %97,3, devam edenlerde %50,9; CSS sırasıyla %97,3 ve %67,3; LRFI %90,4 ve %37,7; PFS ise %90,4 ve %30,2 idi (tüm log-rank $p < 0,001$). Düzeltilmiş analizlerde sigara içmeye devam etmek daha kötü OS (HR 6,15; %95 GA 1,30-29,11; $p = 0,022$), LRFI (HR 5,39; %95 GA 2,03-14,34; $p < 0,001$) ve PFS (HR 6,34; %95 GA 2,46-16,35; $p < 0,001$) ile ilişkiliydi. CSS için düzeltilmiş ilişki istatistiksel anlamlılığa ulaşmadı (HR 4,22; %95 GA 0,81-22,08; $p = 0,088$). **Sonuç:** Tedavi öncesi sigara bırakma, erken evre larenks kanserinde daha iyi genel sağkalım ve hastalık kontrolü ile ilişkili bulundu. Retrospektif tasarım, sınırlı olay sayısı, geniş güven aralıkları ve rezidüel karıştırıcılık olasılığı nedeniyle sonuçlar dikkatle yorumlanmalıdır.

Anahtar kelimeler: Larenks kanseri; sigara bırakma; sağkalım; erken evre.

PRETREATMENT SMOKING CESSATION AND SURVIVAL OUTCOMES IN EARLY-STAGE LARYNGEAL CANCER: A RETROSPECTIVE COHORT STUDY

Zeliha Kübra ÇAKAN, MD¹ / Haluk Çevik, MD²

**¹Istanbul University-Cerrahpaşa, Cerrahpaşa Faculty of Medicine, Division of Medical Oncology,
drzkcakan@gmail.com, ORCID: 0000-0003-2271-0209**

²Bayrampaşa State Hospital, Department of Otorhinolaryngology, halukcevik80@gmail.com, ORCID: 0000-0002-5033-3255

Abstract

Objective: To evaluate the association between pretreatment smoking cessation and survival outcomes in patients with early-stage laryngeal cancer. **Methods:** This retrospective cohort study included 126 patients with stage I-II laryngeal cancer from 2005 to 2025. Patients were classified according to whether they had stopped smoking before treatment or continued smoking. Overall survival (OS), cancer-specific survival (CSS), locoregional recurrence-free interval (LRFI), and progression-free survival (PFS) were evaluated over a maximum follow-up of 60 months. Survival distributions were compared using Kaplan-Meier analysis and log-rank tests. Cox proportional hazards models estimated hazard ratios (HRs) and 95% confidence intervals (CIs). Exploratory multivariable models were adjusted for age, T stage, and cumulative tobacco exposure in pack-years. **Results:** Mean age was 60.86 ± 9.42 years, and 94.4% of patients were male. The cohort comprised 58 patients with T1 and 68 with T2 disease; all were node-negative. Seventy-three patients (57.9%) stopped smoking before treatment, whereas 53 (42.1%) continued smoking. During follow-up, 28 deaths, including 17 cancer-related deaths, 37 locoregional events, and 44 PFS events were recorded. Five-year OS was 97.3% among patients who stopped smoking versus 50.9% among those who continued. Corresponding estimates were 97.3% versus 67.3% for CSS, 90.4% versus 37.7% for LRFI, and 90.4% versus 30.2% for PFS (all log-rank $p < 0.001$). After adjustment, continued smoking remained associated with poorer OS (HR, 6.15; 95% CI, 1.30-29.11; $p = 0.022$), LRFI (HR, 5.39; 95% CI, 2.03-14.34; $p < 0.001$), and PFS (HR, 6.34; 95% CI, 2.46-16.35; $p < 0.001$). The adjusted association with CSS did not reach statistical significance (HR, 4.22; 95% CI, 0.81-22.08; $p = 0.088$). **Conclusion:** Pretreatment smoking cessation was associated with favorable overall survival and disease-control outcomes in early-stage laryngeal cancer. The retrospective design, limited event counts, wide confidence intervals, and potential residual confounding warrant cautious interpretation. These findings support further investigation of pretreatment smoking cessation as a prognostic factor in this population.

Keywords: Laryngeal cancer; smoking cessation; survival outcomes; early-stage disease.

İSKEMİK BEYİN HASARINDA NÖRONAL HASAR VE BİYOBELİRTEÇ AĞLARI: MİKRO RNA'LAR VE İNFLAMATUVAR SİTOKİNLERİN PATOFİZYOLOJİK VE TANISAL ROLÜ

Rasim Moğulkoc¹, Abdulkerim Kasim Baltacı¹

1-Selcuk Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Fizyoloji A.D., Konya-TÜRKİYE

E-mail:rasimmogulkoc@yahoo.com

ÖZET

Serebral iskemi, arteriyel veya venöz kan akımının kısıtlanması veya tamamen kesilmesi sonucunda beyin dokusunda akut bir enerji yetersizliği, eksitotoksisite, serbest radikal üretimi ve neticesinde irreversible nöronal ölümle karakterize karmaşık bir patofizyolojik süreçtir. İskemik hasarın patogeneğinde hücrel ve anatomik duyarlılık homojen bir dağılım göstermemekte; hasarın erken ve geç evrelerinde farklı biyokimyasal, hücrel ve genetik mekanizmalar rol oynamaktadır. Son yıllarda, serebral iskeminin erken tanısında, klinik gidişatının izlenmesinde ve nörokoruyucu tedavi stratejilerinin geliştirilmesinde microRNA'lar (örneğin miR-124, miR-29b, miR-137, miR-21, miR-181) ile proinflatuvar sitokinler (TNF- α , IL-6, IL-1 β) kritik biyobelirteçler ve terapötik hedefler olarak öne çıkmaktadır. Bu tam metin bildiride; serebral iskemi-reperfüzyon hasarında dokusal/hücrel duyarlılık farkları, iskemi sürecinde moleküler profilinde değişim yaşanan microRNA ağları ve nöroinflatuvar yanıtı tetikleyen sitokin mekanizmaları detaylı ve genişletilmiş olarak literatür verileri ışığında ele alınmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Serebral İskemi, Nöronal Hasar Belirteçleri, miR-124, miR-29b, miR-181, Proinflatuvar Sitokinler, Nöroinflamasyon.

1. GİRİŞ VE PATOFİZYOLOJİK ARKA PLAN

Serebral iskemi; beyin dokusuna gelen arteriyel veya venöz kan akımındaki belirgin azalma sonucunda doku perfüzyonunun yetersiz kalması, hücre ATP deposunun ve enerji kaynaklarının hızla tükenmesi ile seyreden ağır bir klinik tablodur. Enerji krizini takiben hücre iyon pompalarının işlevsizleşmesi, hücre içi kalsiyum birikimi, eksitotoksik amino asitlerin (örneğin glutamat) salınımı ve reaktif oksijen türlerinin (ROS) aşırı üretimi gerçekleşir. Bu durum, hücre içi toksik metabolik faktörlerin birikmesine ve neticede nekrotik veya apoptotik hücre ölümlerine yol açar. İskemik dokunun tekrar kanlanması olarak tanımlanan reperfüzyon süreci ise inflamatuvar yanıtı ve oksidatif stresi artırarak iskemi-reperfüzyon (I/R) hasarını daha da derinleştirebilmektedir.

Fokal serebral iskemide, kan akımının kesildiği ve yetersiz perfüze olduğu alan topoğrafik olarak iki ana bölgeye ayrılarak incelenir:

1. **İskemik Çekirdek (Core):** Kan akımındaki düşüşün son derece şiddetli olduğu (<%15-20), hücre ATP'nin tamamen tükendiği ve dakikalar içerisinde irreversibl (geri dönüşümsüz) nekrozun meydana geldiği merkez alandır.
2. **İskemik Penumbra:** Çekirdeğin çevresini saran, kollateral damar ağı sayesinde hafif-orta düzeyde perfüzyonunu sürdürebilen iskemik alandır. Penumbra hücre bütünlük bir süreliğine korunsun da, zamanında ve etkili reperfüzyon sağlanamadığı takdirde metabolik çöküş derinleşir ve bu doku da kademeli olarak infarkt alanına dahil olur.

Serebral dokuyu oluşturan farklı nöron gruplarının ve glial hücrelerin iskemiye dayanıklılığı ve hücre hassasiyeti eşit değildir. İskemik uyarının süresine ve şiddetine bağlı olarak belirgin anatomik ve hücre duyarlılık farklılıkları gözlenmektedir:

- **Hipokampus CA1 Bölgesi Pyramidal Nöronları:** Depolarizan iskemiye ve enerji yoksunluğuna karşı en yüksek hassasiyet gösteren nöron grubudur; 3-5 dakikalık geçici global iskemi sonrasında bile Gecikmiş Nöronal Ölüm (Delayed Neuronal Death) sergilerler (Harukuni ve Bhardwaj, 2006).
- **Striatumun Orta Boy Nöronları:** Hipokampal CA1 nöronlarına kıyasla iskemik strese karşı daha dirençli olup, hasarın belirginleşmesi için 15-20 dakikalık iskemik periyoda ihtiyaç duyarlar (Harukuni ve Bhardwaj, 2006).

2. İSKEMİDE MİKRO RNA (miRNA) DEĞİŞİKLİKLERİ VE BİYOBELİRTEÇ POTANSİYELİ

MicroRNA'lar (miRNA), gen ekspresyonunu post-transkripsiyonel düzeyde hedef mRNA'ların yıkımını indükleyerek veya translasyonunu bastırarak düzenleyen, yaklaşık 21-23 nükleotid uzunluğunda kodlamayan

küçük RNA molekülleridir. Serebral iskemi ve reperfüzyon sürecinde doku ve dolaşımdaki miRNA profillerinde son derece dinamik ve kapsamlı dalgalanmalar yaşanmaktadır.

Nitekim, 4-damar oklüzyonu (4-VO) modeli kullanılarak oluşturulan rat transient global beyin iskemi-reperfüzyon çalışmasında (20 dakika iskemi - 30 dakika reperfüzyon), ekspresyon düzeylerinde anlamlı değişim izlenen microRNA'lar taranmış; 23 microRNA'nın ekspresyonunun arttığı, 32 microRNA'nın ise azaldığı tespit edilmiştir (Yuan vd., 2010). Bu geniş moleküler değişim, miRNA'ların patofizyolojideki merkezi rolünü ortaya koymaktadır.

2.1. miR-124: Erken Tanı ve Dokusal Özgünlük

miR-124, Merkezi Sinir Sistemi'nde (MSS) en bol bulunan ve beyine özgü ifade edilen temel microRNA'lardan biridir. Özellikle insan primer nöron kültür hücrelerinde ve RT-PCR yöntemleriyle yapılan analizlerde beyin dokusunda ve serebellumda yüksek yoğunlukta tespit edilmiştir (Weng vd., 2011).

- **Sistemik Biyobelirteç Değeri:** Ratlarda yapılan orta beyin arter oklüzyonu (MCAO) fokal iskemi modelinde, iskemi indüksiyonundan 6 saat sonra plazma miR-124 konsantrasyonunda istatistiksel olarak anlamlı bir artış kaydedilmiş ve bu yüksek düzeylerin 48. saate kadar korunduğu gösterilmiştir (Weng vd., 2011). Kan-beyin bariyerinin (KBB) bozulmasıyla dolaşıma katılan nöronal miR-124, serebral enfarktüsün ve nöronal hasarın erken tespiti için yüksek hassasiyete sahip bir plazma biyobelirteç adayıdır (Weng vd., 2011).
- **Nörojenik ve Koruyucu Etkiler:** Doku hasarı sonrası yapılan in vitro ve in vivo araştırmalarda, miR-124'ün nöronal farklılaşmayı (transdifferentiation) teşvik ettiği, mikroglia aktivasyonunu M2 fenotipine kaydırarak nöroinflamasyonu sınırladığı ve hipokampal nörojenezi desteklediği gösterilmektedir (Yang vd., 2019; Zou vd., 2014).

2.2. miR-29b, miR-137 ve Zamansal Kinetikler

Serebral iskemik süreçte miR-29b ve ilişkili miRNA aileleri, hücresel düzeyde zaman bağımlı spesifik yanıtlar vermektedir:

- **Klinik ve In Vivo İskemi Bulguları:** Klinik çalışmalarda akut iskemik inme hastalarında plazma miR-29b seviyelerinin düştüğü saptanmıştır (Y. Wang vd., 2015). İskemik fare MCAO modellerinde iskemi sonrası 1. ve 3. günlerde yapılan ölçümlerde hem beyin dokusunda hem de kanda miR-29b seviyelerinin anlamlı şekilde azaldığı doğrulanmıştır (Y. Wang vd., 2015).
- **KBB Bütünlüğü ve Serebral Ödem:** miR-29b'nin aşırı ifadesinin (overekspresyonunun) infarkt hacmini, serebral ödemi ve KBB yıkımını azalttığı belirlenmiştir (Y. Wang vd., 2015). Bu koruyucu etkinin,

astroitik uç ayaklarda yer alan ve beyin ödeminde anahtar rol oynayan Aquaporin-4 (AQP4) su kanalının ekspresyonunun bastırılması ile doğrudan ilişkili olduğu gösterilmiştir (Y. Wang vd., 2015).

- **Nöron ve Astrositlerde Hücrel Kinetik Diferansiyasyon:** In vitro Oksijen-Glikoz Yoksunluğu (OGD / 60 dakika) ve ardından uygulanan reperfüzyon (2-24 saat) modelinde hücrel düzeydeki değişimler incelenmiştir (Ziu vd., 2011):
 - **Nöronlarda:** miR-29b seviyeleri reperfüzyonun 2. saatinde yükselmeye başlayarak (1.6 kat) 24. saatte 4 katlık tepe noktasına ulaşmaktadır (Ziu vd., 2011). Benzer şekilde, nöronal miR-137 düzeyleri reperfüzyonun 4. saatinden itibaren artış eğilimine girip 6., 8. ve 12. saat boyunca yüksek seviyelerini korumaktadır (Ziu vd., 2011).
 - **Astrositlerde:** miR-29b yükselme eğilimine daha geç dönemde (6. saatte >1.7 kat) başlamakta ve en yüksek seviyesine 12. saatte (2 kat) ulaşmaktadır (Ziu vd., 2011).

2.3. Serebral İskemide Diğer Öne Çıkan MicroRNA Sinyal Yolları

Genişleyen literatür verileri, iskemik patogeneizde ve nöronal sağkalımda farklı miRNA ağlarının da kritik roller üstlendiğini doğrulamaktadır:

- **miR-21 ve miR-214 Sinyali:** miR-21-3p overekspresyonunun CAMKK2/AMPK/Nrf-2 eksenini baskılayarak iskemik hasarı ağırlaştırabildiği gösterilirken (Liu vd., 2023), dexmedetomidine gibi nörokoruyucu ajanların miR-214/ROCK1/NF-κB yolunu modüle ederek apoptozu engellediği saptanmıştır (Liu vd., 2021).
- **miR-181 Ailesi ve Nöroinflamasyon:** miR-181c'nin NF-κB kaskadını düzenleyerek nöroinflamasyonu sınırladığı (Fang vd., 2024), miR-181a ve miR-181b'nin ise dokusal hasar ve antioksidan yanıtta rol oynadığı saptanmıştır (Li vd., 2024; Moradi vd., 2021).
- **miR-34c ve miR-204:** Tepe stimülasyonu (iTBS) veya iskemik ön koşullama (RIPC) gibi yöntemlerin miR-34c-5p/p53/Bax ve miR-204-5p/BRD4 yolları üzerinden nöronal apoptozu belirgin şekilde baskıladığı rapor edilmiştir (Hu vd., 2023; Jiao vd., 2022).

3. NÖROİNFLAMASYON VE SİTOKİN ARACILI HASAR BELİRTEÇLERİ

Serebral iskemik hasarın akut ve subakut evrelerinde, dokusal reaktif oksijen türlerinin artışı ve eksitotoksisite mikrogliya ve astrosit aktivasyonunu tetikler. Aktive olan bu glial hücreler, güçlü proinflamatuvar sitokinler salgılayarak lokasyonel hasarı sistemik ve dokusal bir inflamatuvar kaskada dönüştürür (Khoshnam vd., 2017).

3.1. Proinflamatuvar Sitokin Kaskadı (TNF- α , IL-6, IL-1 β)

İskemik dokudan salınan Tümör Nekroz Faktör-alfa (TNF- α), İnterlökin-6 (IL-6) ve İnterlökin-1 beta (IL-1 β), kemokin üretimini ve adezyon moleküllerinin ekspresyonunu uyarır (Khoshnam vd., 2017). Salınan bu sitokinler nötrofil, monosit ve T lenfositlerin periferik dolaşımdan hasarlı beyin parankimine göç etmesine neden olarak nöroinflamasyonu ve sekonder doku yıkımını daha da şiddetlendirir (Khoshnam vd., 2017).

3.2. Zaman ve Bölgeye Özgü Sitokin Kinetikleri

Gerbillerde bilateral ana karotid arter oklüzyonu (BCCAO) modeli ile oluşturulan geçici global beyin iskemisi çalışmasında, bölgesel ve zamansal sitokin ekspresyon kalıpları detaylandırılmıştır (Saito vd., 1996):

1. İskemi Süresine ve Reperfüzyona Bağlı Yanıt:

- 10 dakikalık iskemi uygulamasını takip eden erken reperfüzyon döneminde (<6 saat) beyin dokusu IL-6, IL-1 β ve TNF- α seviyelerinde belirgin ve keskin yükselmeler saptanmıştır (Saito vd., 1996).
- İskemi süresi 5 dakikayla sınırlandırıldığında ise söz konusu proinflamatuvar sitokin artışlarının çok daha düşük düzeyde kaldığı gözlenmiştir (Saito vd., 1996).

2. Anatmik Bölge Diferansiyasyonu:

- **Striatum ve Hipokampus:** TNF- α seviyeleri reperfüzyon sonrası 1. saate kadar hızla artmış, ardından 12. saatte kontrol seviyelerine gerilemiş ve 24. saatte geçici ikinci bir yükselme sergilemiştir (Saito vd., 1996).
- **Serebral Korteks:** İskemi grubunda kortikal TNF- α düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlılığa ulaşmayan bir artış izlenirken; IL-6 ve IL-1 β düzeyleri iskemik kortekste kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur (Saito vd., 1996).
- **Serebellum:** İskemi ve reperfüzyon protokolüne rağmen serebellar sitokin seviyelerinde (TNF- α , IL-6, IL-1 β) anlamlı bir değişim kaydedilmemiştir (Saito vd., 1996).

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Serebral iskemi-reperfüzyon hasarı; hücrel duyarlılıkların bölgesel farklılıklar gösterdiği, nöroinflamasyonun ve Gen/miRNA düzenleme ağlarının eşzamanlı olarak dahil olduğu son derece dinamik bir süreçtir.

1. **Erken Tanı:** İskemi sonrası ilk saatlerden itibaren plazmaya salınan miR-124 ve bölgesel olarak artış gösteren IL-6, IL-1 β ile TNF- α gibi moleküller, akut iskeminin varlığı ve klinik şiddeti açısından hassas birer erken dönem biyobelirteç niteliğindedir (Weng vd., 2011; Saito vd., 1996).
2. **Terapötik Potansiyel:** miR-29b'nin AQP4 ekspresyonunu düşürerek kan-beyin bariyeri bozulmasını ve ödemi engellemesi (Y. Wang vd., 2015); miR-124'ün nöronal farklılaşmayı ve mikrogial M2

polarizasyonunu teşvik etmesi (Yang vd., 2019) gibi bulgular, bu moleküllerin sadece pasif birer tanı aracı olmadığını, aynı zamanda nörokoruma ve beyin tamiri için doğrudan sentetik mimikler/antagonistler aracılığıyla hedeflenebilecek güçlü terapötik araçlar olduğunu göstermektedir.

KAYNAKLAR

- Fang, Y., Shen, P., Xu, L., Shi, Y., Wang, L., & Yang, M. (2024). PDTC improves cognitive impairment in LPS-induced ARDS by regulating miR-181c/NF- κ B axis-mediated neuroinflammation. *Brain Injury*, 38(11), 918–927.
- Harukuni, I., & Bhardwaj, A. (2006). Mechanisms of brain injury after intracerebral hemorrhage and ischemia. *Neurocritical Care*, 5(1), 66–75.
- Hu, S., Wang, X., Yang, X., Ouyang, S., Pan, X., Fu, Y., & Wu, S. (2023). Long-term iTBS improves neural functional recovery by reducing the inflammatory response and inhibiting neuronal apoptosis via miR-34c-5p/p53/Bax signaling pathway in cerebral ischemic rats. *Neuroscience*, 527, 37–51. A
- Jiao, Y., Wang, J., Jia, Y., & Xue, M. (2022). Remote ischemic preconditioning protects against cerebral ischemia injury in rats by upregulating miR-204-5p and activating the PINK1/Parkin signaling pathway. *Metabolic Brain Disease*, 37(4), 945–959.
- Khoshnam, S. E., Winlow, W., Farzaneh, M., Pourmotabbed, R., & Zaeri, G. (2017). Pathophysiology of cerebral ischemia: The role of proinflammatory cytokines and microglia activation. *Inflammation Research*, 66(11), 939–951.
- Li, Q., & Zhu, J. J. (2024). Expression levels of miR-181 family members in oral biofluids as biomarkers for periodontitis severity. *The Tohoku Journal of Experimental Medicine*, 264(3), 121–130.
- Liu, N., Fan, Y., Li, Y., Zhang, Y., Li, J., Wang, Y., ... & Yang, X. (2023). OL-FS13 alleviates cerebral ischemia-reperfusion injury by inhibiting miR-21-3p expression. *Current Neuropharmacology*, 21(12), 2550–2562.
- Liu, W., Shao, C., Zang, C., Sun, J., Xu, M., & Wang, Y. (2021). Protective effects of dexmedetomidine on cerebral ischemia/reperfusion injury via the microRNA-214/ROCK1/NF- κ B axis. *BMC Anesthesiology*, 21(1), 203.
- Moradi, Z., Rabiei, Z., Anjomshoa, M., Amini-Farsani, Z., Massahzadeh, V., & Asgharzade, S. (2021). Neuroprotective effect of wild lowbush blueberry on global cerebral ischemia/reperfusion injury in rats: Downregulation of iNOS/TNF- α and upregulation of miR-146a/miR-21 expression. *Phytotherapy Research*, 35(11), 6428–6440.

- Saito, K., Suyama, K., Nishida, K., Sei, Y., & Nowak, T. S. (1996). Early increases in TNF-alpha, IL-6 and IL-1beta levels following transient global ischemia in gerbil brain. *Journal of Neurochemistry*, 67(4), 1549–1555.
- Wang, Y., Huang, J., Ma, Y., Tang, G., Liu, Y., Chen, X., ... & Yang, G. Y. (2015). MicroRNA-29b attenuates ischemia-reperfusion injury, blood-brain barrier dysfunction and edema formation by targeting Aquaporin-4. *Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism*, 35(12), 1977–1984.
- Weng, H., Shen, C. A., Li, Q., Bao, Q. Q., Lu, T. Y., & Chen, F. H. (2011). Plasma miR-124 as a potential biomarker for early diagnosis of cerebral infarction. *Journal of Clinical Neuroscience*, 18(10), 1359–1363.
- Yang, Y., Ye, Y., Kong, C., Su, X., Zhang, X., Bai, W., & He, X. (2019). MiR-124 enriched exosomes promoted the M2 polarization of microglia and enhanced hippocampus neurogenesis after traumatic brain injury by inhibiting TLR4 pathway. *Neurochemical Research*, 44(4), 811–828.
- Yuan, Y., Zhang, X., Zhang, Y., & Liu, C. (2010). MicroRNA expression profiling in rat hippocampus following transient global cerebral ischemia/reperfusion. *Brain Research*, 1353, 193–201.
- Ziu, M., Lamberti, R. J., & Cloft, H. J. (2011). Temporal expression and differential response of microRNAs in neurons and astrocytes during oxygen-glucose deprivation and reperfusion. *Neurochemistry International*, 59(6), 896–905.
- Zou, D., Chen, Y., Han, Y., Lv, C., & Tu, G. (2014). Overexpression of microRNA-124 promotes the neuronal differentiation of bone marrow-derived mesenchymal stem cells. *Neural Regeneration Research*, 9(12), 1241–1248.

YABAN KEÇİSİ TEKESİNDE (CAPRA AEGAGRUS AEGAGRUS) DIŞ REPRODÜKTİF ORGAN ÖLÇÜMLERİ

MEASUREMENTS OF EXTERNAL REPRODUCTIVE ORGANS IN THE MALE WILD GOAT (CAPRA AEGAGRUS AEGAGRUS)

Arş. Gör. Nedim AKSOY¹/ Doktora Öğrencisi Nurten Ezgi DEMİROĞLU²/ Dr. Öğr. Üyesi Elif Merve
ÇINAR³/ Doç. Dr. Mehmet Ferit ÖZMEN⁴

¹ Dicle Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır, Türkiye, aksoynedim@hotmail.com, 0009-0007-
6671-9404

² Dicle Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır, Türkiye, nurtenezgi09@gmail.com, 0009-0007-
4214-7042

³ Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Dölerme ve Suni Tohumlama Anabilim Dalı, Diyarbakır, Türkiye,
elifmervecinar@hotmail.com, 0000-0003-0684-7213

⁴ Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Dölerme ve Suni Tohumlama Anabilim Dalı, Diyarbakır, Türkiye,
ferit-ozmen@hotmail.com, 0000-0002-5531-220X

Sorumlu yazar: Nedim Aksoy,

ÖZET

Sunulan çalışmada, bir erkek yaban keçisinin (*Capra aegagrus aegagrus*) dış üreme organlarının morfometrik özelliklerinin belirlenmesi ve elde edilen verilerin literatüre kazandırılması amaçlanmıştır. Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Hastanesine getirilen yaban keçisi tekesinin yaklaşık 6 yaşında olduğu, boynuz halkaları arasındaki boşluklar esas alınarak tahmin edilmiştir. Dış genital organların muayenesinde skrotum, testis ve epididimiste ağrı, yangı veya yapışma bulgusu saptanmamıştır. Çiftleşme dönemine denk gelen Aralık ayında gerçekleştirilen muayene sırasında, tekelerde çiftleşmeye özgü karakteristik kokunun belirgin şekilde hissedildiği tespit edilmiştir. Morfometrik ölçümler dijital kumpas ve mezura kullanılarak yapılmıştır. Testis uzunluğu her iki tarafta 11 cm, testis genişliği ise sağda 9 cm ve solda 7 cm olarak belirlenmiştir. Epididimis gövdesinin genişliği sağ tarafta 1,6 cm ve sol tarfta 1,7 cm, skrotum çevresi ise 26 cm olarak ölçülmüştür. Her iki boynuzun uzunluğu 29 cm, genişliği ise 9 cm olarak kaydedilmiştir. Sunulan olgu, incelenen yaban keçisi tekesinin dış üreme organlarına ilişkin bireysel morfometrik veriler sunmaktadır. Bununla birlikte, tek bir hayvandan ve tek bir dönemde elde edilen bulgular, türün geneline ilişkin çıkarımlar yapmak veya yaşa ve mevsime bağlı değişimleri değerlendirmek için yeterli değildir. Dış üreme organlarının morfometrik özelliklerinin daha kapsamlı biçimde ortaya konulması ve olası değişimlerin belirlenmesi için farklı yaş gruplarını ve mevsimleri kapsayan, daha fazla hayvanın dahil edildiği çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Epididimis, scrotum, teke, testis, yaban keçisi.

ABSTRACT

This study aimed to determine the morphometric characteristics of the external reproductive organs of a male wild goat (*Capra aegagrus aegagrus*) and to contribute these data to literature. The buck brought to the Animal Hospital of the Faculty of Veterinary Medicine at Dicle University was estimated to be approximately 6 years old based on the gaps between the horn rings. External genital examination revealed no signs of pain, inflammation, or adhesions in the scrotum, testes, or epididymis. During the examination in December, which coincided with the mating season, the characteristic odor of bucks was distinctly noticeable. Morphometric measurements were performed using a digital caliper and a measuring tape. Testicular length was 11 cm on both sides, while testicular width was 9 cm on the right and 7 cm on the left. The width of the epididymal body was 1.6 cm on the right side and 1.7 cm on the left side, and scrotal circumference was 26 cm. Both epididymal horns measured 29 cm in length and 9 cm in width. This case contributes to the literature by providing individual morphometric data on the external reproductive organs of the examined wild goat buck. However, findings obtained from a single animal during a single period are insufficient to draw conclusions about the species as a whole or to assess age-related and seasonal changes. Studies involving more animals across different age groups and seasons are needed to characterize the morphometric features of the external reproductive organs more comprehensively and identify potential variations.

Keywords: Epididymis, ram, scrotum, testes, wild goat.

GİRİŞ

Yaban keçisi (*Capra aegagrus*) dünya genelinde beş alt türü sahiptir. Türkiye’de yaygın olan alt tür *Capra aegagrus ssp. aegagrus* olup, diğer alt türler *Capra aegagrus ssp. turcomenica*, *Capra aegagrus ssp. chialtanensis*, *Capra aegagrus ssp. blythi* ve *Capra aegagrus ssp. cretica* olarak sınıflandırılmaktadır (1). Günümüzde önemli ekonomik değerlere sahip olan evcil keçilerin (*Capra hircus*), yaban keçisinden (*Capra aegagrus*) köken aldığı kabul edilmektedir (2). Bu tür, dayanıklılığının yüksek oluşu ve çevresel koşullarına uyum sağlama yeteneği sayesinde geniş bir coğrafi alana yayılmışlardır. Türkiye’deki dağılımı incelendiğinde, batıda Datça Yarımadası’ndan başlayarak Akdeniz’e paralel uzanan dağlık alanlarda bulunduğu; ardından toros ve anti-toros dağ sistemlerini takip ederek doğu, kuzeydoğu ve güneydoğu bölgelerindeki sarp ve engebeli arazilere kadar yayıldığı bildirilmektedir (3, 4).

Ekolojik ve ekonomik açıdan değerlendirildiğinde, yaban keçisi Türkiye için önemli bir memeli türüdür. Genetik kaynakların korunması ve doğa turizmi açısından önemli katkılar sağlamaktadır (5). Halk arasında “dağ keçisi”, “kızıl keçi” ve “geyik” gibi farklı adlarla anılan bu türde, bireyler yaş ve cinsiyetlerine göre de farklı isimlendirilmektedir. Yetişkin erkekler “teke”, yetişkin dişiler “keçi”, bir yaşından küçük yavrular “oğlak” ve bir yaşındaki genç bireyler ise “çebiç” olarak adlandırılmaktadır (5). *Capra aegagrus*, hem dünyada hem de Türkiye’de korunması gereken türler arasında yer almakta olup International Union for Conservation of Nature tarafından yayımlanan Kırmızı Liste’de “Hassas” (Vulnerable, VU) kategorisinde sınıflandırılmıştır. Ayrıca ülkemizde Kara Avcılığı Kanunu kapsamında koruma altına alınmış türler arasında bulunmaktadır (5).

Yaban keçisi tekelerinde (*Capra aegagrus*) vücudun uzunluğu 130–180 cm, cidago yüksekliği 80–100 cm, kuyruk uzunluğu 15–20 cm ve canlı ağırlık 50–85 kg arasında değişmektedir. Türün hem erkek hem de dişilerinde geriye doğru kıvrık boynuzlar bulunmakla birlikte, erkeklerde bu boynuzlar daha uzun olup 150 cm’ye kadar ulaşabilmektedir. Boynuzlar her yıl büyüme göstermektedirler. Boynuz üzerinde halka ve kabartılar oluşturmasıyla karakterize olan bu büyüme hayvanın yaş tayininde kullanılmaktadır. Ayrıca erkek yaban keçilerinde omuzdan başlayarak ön ayaklar, sırt ve enseye kadar uzanan siyah renkli bir kuşak (kolan) bulunurken, dişilerde bu yapı görülmemektedir (3, 4, 6). Yaban keçilerinde post yapısı kısa, sık ve sert kıllardan oluşmakta olup, kış aylarında soluk grimsi-sarı tonlarda iken yaz aylarında kızıl kahverengi bir renk almaktadır. Kızgınlık dönemi genellikle Aralık–Şubat ayları arasında görülmektedir. Yaklaşık 5 ay süren gebelik süresinin ardından, Mayıs ayında başlayan doğum sezonu Temmuz ayına kadar devam edebilmektedir (3, 7-9). Yaban keçileri; sürü halinde yaşayan bir tür olup, sürü genellikle deneyimli yaşlı bir dişi tarafından yönlendirilmektedir. Üreme döneminden doğuma kadar, erkek ve dişi bireyler sürü içinde birlikte

bulunabilmektedir (3, 4, 6). Üreme dönemi dışında yaşlı ve baskın tekelerin genellikle yalnız ya da 2–3 bireylik küçük gruplar halinde yaşadıkları; buna karşılık yaz aylarında dişiler, yavrular ve üç yaşına kadar olan genç erkeklerin bir araya gelerek sürüler oluşturdıkları bildirilmektedir (3, 6). Yaban keçilerinde ortalama yaşam süresi 13–16 yıl arasında değişmekte olup, tekelerde ölüm oranlarının en yüksek 4–8 yaş arasında görüldüğü, 7 yaşından sonra ise bu oranların azalma eğilimi gösterdiği bildirilmektedir (10). Yapılan bir çalışmada, yaban keçileri arasında ölçülen en yüksek yaşın 15 olduğu belirlenmiş ve bu yaşın üzerinde bireylere rastlanmadığı bildirilmiştir (11). Sunulan çalışmada bir yaban keçisi tekesinin dış üreme organlarının morfolometrik ölçümleri yapılmış böylece literatüre bu bilgilerin kazandırılması amaçlanmıştır

Materyal ve Metod

Çalışmamızda hayvan deneyleri etik kurullarının çalışma usul ve esaslarına dair yönetmeliğin madde 2/b bendine (Deneysel olmayan klinik veteriner hekimliği uygulamaları) göre etik kurul kararına gerek yoktur.

Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Hastanesine getirilen bir yaban keçisi tekesinin (*Capra aegagrus aegagrus*) dış üreme organları morfolometrik olarak incelendi. Yapılan muayeneler sonucunda genital organlarda ağrı, yangı, yapışma ya da anormal sayılabilecek patolojik bir durum gözlenmedi. Çiftleşme dönemine özgü olarak tekelerde salgılanan feromon kokusu belirgin bir şekilde hissedildi. Ölçümler dijital kumpas ve mezura yardımıyla gerçekleştirildi. Epididimis gövdesinin genişliği dijital kumpasla, skrotum çevresi ise mezura ve dijital kumpas kullanılarak ölçüldü. Ayrıca, her iki boynuzun uzunluğu, kafatasıyla birleştiği tabandan boynuz ucuna kadar boynuzun eğriliği takip edilerek ölçüldü ve elde edilen değerler santimetre cinsinden kaydedildi.

Bulgular

Ölçüm değerleri Tablo 1’de verilmiştir. Yapılan ölçümler; testisin boy ve en ölçümü (Şekil 1), Kumpas ile epididimis gövdesinin genişliğinin ölçümü (Şekil 2), Kumpas ve mezura ile testis yarıçapının ölçümü (Şekil 3) ve boynuz ölçümü (Şekil 4) olmak üzere numara ile ayrılmış şekillerde gösterilmiştir.

Tablo 1. Morfolometrik ölçümler (cm)

Yapı	Parametre	Sağ	Sol
Testis	Uzunluk (cm)	11	11
Testis	Genişlik (cm)	9	7
Epididimis	Gövde genişliği (cm)	1.6	1.7
Boynuz	Uzunluk (cm)	29	29
Boynuz	Genişliği (cm)	9	9
Skrotum	Çevre(cm)	26	

Şekil 1: Testisin boy ve en ölçümü



Şekil 2: Kumpas ile epididimis gövdesinin genişliğinin ölçümü



Şekil 3: Kumpas ve mezura ile testis yarıçapının ölçümü



Şekil 4: Boynuz ölçümü



Tartışma ve Sonuç

Turan 1984 yılında yaptığı bir çalışmada, boynuzlarda bulunan halka izlerinin arasında kalan boşlukların yaş tespitinde kullanılabileceği ve her bir boşluğun bir yıla karşılık geldiğini belirtmiştir (6). Vaka tespitimizde, bu referansa dayanarak boynuz halkaları ölçülen yaban tekesinin, yaklaşık 6 yaşında olduğu tespit edildi.

Yapılan araştırmalarda, boynuz boyutunun ve boynuz dibinde bulunan özelleşmiş yağ bezlerinden (cornual gland) salınan karakteristik kokunun çiftleşme döneminde aktif rol aldığı, çiftleşme mevsimlerinin ise Kasım ayının ortalarında başlayıp Aralık ayının ortalarına kadar sürdüğü bildirilmiştir (8, 12-15) Salgıladığı koku, boynuz ölçüsü ve genital organ ölçümlerini yaptığımız tarih (Aralık) ele alındığında, yaban tekesinin çiftleşme mevsiminde ve aktif olarak çiftleşen bir erkek olduğu kanaatine varılmıştır.

Yaban keçilerinde (*Capra aegagrus aegagrus*) erkek dış genital organlar üzerine yapılan çalışmalar sınırlı olmakla birlikte; Kıl keçisinin tekelerinde yapılan bir çalışmada skrotum çevresi ve skrotum uzunluğu 29.9 cm ve 20.5 cm olarak tespit edilmiştir (16). Pubertaya ulaşmış İngiliz tekelerinde yapılan çalışmada skrotal çevrenin ortalama 24,8 cm olarak tespit edilmiştir (17). Güney Nijerya'da; Borno Sahel (BS), Kırmızı Sokoto (RS) ve Batı Afrika Cüce (WAD) olmak üzere üç keçi ırkının testis morfometrisinin araştırıldığı bir çalışmada, ırklara göre skrotal uzunluklar sırasıyla 14,91 cm; 14,38 cm; 14,38 cm olarak bildirilmiştir. Aynı çalışmada skrotal genişlik sırasıyla 22,59 cm; 22,34 cm; 23,11 cm olarak belirlenmiş, testis boyutlarının ırk farkına bağlı olarak anlamlı şekilde değişiklik gösterdiği belirtilmiştir (18). İber yaban keçisiyle yapılan bir çalışmada, skrotum çevresi yaz aylarında 19,33 cm, son baharda ise 21,29 cm olarak ölçülmüştür. Testis boyutu ve skrotum çevresinin genişlemesiyle tekelerin çiftleşme yeteneklerinde artış meydana geldiği bildirilmiştir (19). Çalışmamızda skrotum çevresi 26 cm olarak belirlenmiştir. Elde edilen bu veri kendi ırkı ile karşılaştırılacak veri bulunmasa da farklı ırklar ile yapılan araştırmalarla paralellik göstermektedir.

Sonuç olarak, çalışmamız erkek yaban keçisinin (*Capra aegagrus aegagrus*) dış genital organlarının morfometrik özelliklerinin ortaya konulmasına katkı sağlamakla birlikte, elde edilen bulguların doğrulanması ve olası mevsimsel değişimlerin ortaya konulabilmesi için daha geniş örneklem gruplarıyla yürütülecek ileri çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKLAR

- 1) Shackleton Dm, 1997. Wild Sheep And Goats And Their Relatives: Status Survey And Conservation Action Plan. Iucn/Ssc Caprinae Specialist Group. Iucn, Gland, Switzerland And Cambridge, Uk.
- 2) Macar O (2004). Körülü Kanyon Milli Parkındaki Yaban Keçisi Capra Aegagrus Erxl. Popülasyonu Üzerine Çalışmalar. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- 3) Turan N (1987b). Antalya-Termessos Yaban Keçisi (Capra Aegagrus Aegagrus) Populasyonunun Gelişimi, Bugünkü Durumu Ve Sorunları. Uluslar Arası Sempozyum, Türkiye Ve Balkan Ülkelerinde Yaban Ha Yatı, 16-20 Eylül, İstanbul, 83-105, Turkey
- 4) Gündoğdu E (2006). Yaban Keçisi Capra Aegagrus Erksleben 1777'nin Popülasyon Ekolojisi / Population Ecology Of Wild Goat Capra Aegagrus Erxleben 1777 İn Isparta.
- 5) Paşalı H. (2014). Türkiye'de Yaban Keçisi Capra Aegagrus Aegagrus. Animal Health Production And Hygiene, 3(1), 245-247.
- 6) Turan N (1984). Türkiye'nin Av Ve Yaban Hayvanları-Memeliler, T.C. Orman Bakanlığı, 87, Ankara.
- 7) Huş S. 1974. Av Hayvanları Ve Avcılık. İ.Ü. Yayın No: 1971, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın No: 212, 416, İstanbul.
- 8) Demirsoy A. 1992. Yaşamın Temel Kuralları-Omurgalılar (Sürüngenler, Kuşlar Ve Memeliler). Meteksan A.Ş., 942, Ankara.
- 9) Gündoğdu E, Oğurlu İ. 2009. The Distribution Of Wild Goat Capra Aegagrus Erxleben 1877 And Population Characteristics İn Isparta, Turkey, Journal Of Animal And Veterinary Advances, 8 (11): 2318-2324. Issn: 1680 5593.
- 10) Korshunov V, M. 1994. Ecology Of The Bearded Goat Capra Aegagrus Erxleben 1777 İn Turkmenistan. Biogeography And Ecology Of Turkmenistan, , 231- 246, Netherlands.
- 11) Yıldızbakan A, Gündoğdu E, Fakir H, Akgün C, Ulusoy H. (2010). Cehennemdere Yaban Hayatı Geliştirme Sahası'nda Yaban Keçisi Capra Aegagrus Erxleben 1777'nin Yayılışı Ve Habitat Kullanımı. Çevre Ve Orman Bakanlığı, Ankara.
- 12) Çanakçıoğlu H, Ve Mol T. 1996. Yaban Hayvanları Bilgisi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın No:440, 550, İstanbul.
- 13) Murata, K., Tamogami, S., Itou, M., Ohkubo, Y., Wakabayashi, Y., Watanabe, H., Okamura, H., Takeuchi, Y., & Mori, Y. (2014). Identification of an olfactory signal molecule that activates the central regulator of reproduction in goats. *Current biology : CB*, 24(6), 681–686.

- 14) Wakabayashi, Y., Iwata, E., Kikusui, T., Takeuch, Y., & Mori, Y. (2000). Regional differences of pheromone production in the sebaceous glands of castrated goats treated with testosterone. *The Journal of veterinary medical science*, 62(10), 1067–1072.
- 15) Van Lancker, S., Van Den Broeck, W., & Simoens, P. (2005). Morphology of caprine skin glands involved in buck odour production. *Veterinary journal* (London, England : 1997), 170(3), 351–358. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2004.08.017>
- 16) Elmaz Ö, Çolak M, Akbaş A. A, Korkmaz Ağaoğlu Ö, Saatçi M. (2016). The Determination Of Some Morphological Traits And Phenotypic Correlations Of Turkish Hair Goat (Kıl Keçisi) Breed Reared İn Extensive Conditions İn Turkey. *Eurasian J Vet Sci*, 32(2), 94-100.
- 17) Ahmad N, Noakes D. E. (1995). Seasonal variations in testis size, libido and plasma testosterone concentrations in British goats. *Animal Science*, 61(3), 553-559.
- 18) Ebegbulem V, Effiong O, Ozung P, Halilu A, Ezenwenyi V. (2025). Testicular Morphometry And Prevalence Of Cryptorchidism Among Three Goat Breeds In Southern Nıgeria. *African Journal Of Food, Agrıculture, Nutrition And Development*, 25(19), 25565-25578.
- 19) Coloma M. A, Toledano-Díaz A, Castaño C, Velázquez R, Gómez-Brunet A, López-Sebastián A, Santiago-Moreno J. (2011). Seasonal Variation İn Reproductive Physiological Status İn The Iberian İbex (*Capra Pyrenaica*) And İts Relationship With Sperm Freezability. *Theriogenology*, 76(9), 1695-1705.

ÇOCUKLARDA NAZAL SEPTUM DEVIASYONU VE KAFA TABANI GENİŞLİĞİNİN YAŞ VE CİNSİYETE GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİ: BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ ÇALIŞMASI

Dr. Öğr. Üyesi Murat İNCİ¹/ Dr. Öğr. Üyesi Mehmet SELÇUK²

¹Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Ermenek Uysal ve Hasan Kalan Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Anatomi, muratinci11@hotmail.com, 0000-0003-4933-3351

²Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Anatomi Anabilim Dalı, Anatomi, fizyomehmetselcuk@gmail.com, 0000-0003-0798-1772

Özet

Nazal septum deviasyonu (NSD), pediatrik popülasyonda solunum ve kraniofasiyal gelişim süreçlerini etkileyebilen önemli bir anatomik varyasyondur. Bu çalışmada, 1–18 yaş aralığındaki bireylerde NSD varlığı, deviasyon tipleri ve kafa tabanı genişliğinin göstergesi olan bilateral crista supramastoidea (CS) arasındaki mesafenin (CS-CS) cinsiyete göre farklılıkları ile CS-CS mesafesinin yaşla ve NSD parametreleriyle ilişkisi araştırıldı. Baş bilgisayarlı tomografi (BT) görüntüleri retrospektif olarak incelenen 110 çocuk (68 erkek, 42 kız) çalışmaya dâhil edildi. Bireylerin yaşı, CS-CS mesafesi, NSD varlığı, deviasyon mesafesi, deviasyon açısı ile Mladina ve Guyuron sınıflandırmaları birlikte kullanılarak belirlenen deviasyon tipleri (Tip 1–4) değerlendirildi. İstatistiksel analizlerde bağımsız örneklem t-testi, ki-kare testi ve Pearson korelasyon analizi kullanıldı; $p < 0,05$ anlamlı kabul edildi. Erkek ve kız çocuklarının yaş ortalamaları sırasıyla $8,49 \pm 5,27$ ve $9,45 \pm 5,16$ yıl idi ($p = 0,348$). CS-CS mesafesi erkeklerde $116,13 \pm 13,71$ mm, kızlarda $115,14 \pm 12,46$ mm ölçüldü ve cinsiyetler arasında anlamlı fark saptanmadı ($p = 0,704$). NSD prevalansı erkeklerde %17,6 (12/68), kızlarda %33,3 (14/42) olup cinsiyete göre anlamlı farklılık göstermedi ($p = 0,099$). NSD saptanan olgularda deviasyon mesafesi (erkek: $4,70 \pm 1,35$ mm, kız: $5,13 \pm 1,92$ mm; $p = 0,533$) ve deviasyon açısı (erkek: $11,42^\circ \pm 3,14^\circ$, kız: $13,34^\circ \pm 6,04^\circ$; $p = 0,335$) açısından cinsiyetler arası anlamlı fark yoktu. En sık görülen deviasyon tipleri Tip 1 (%50; 13/26) ve Tip 2 (%42,3; 11/26) idi. Yaş ile CS-CS mesafesi arasında güçlü pozitif korelasyon saptandı ($r = 0,863$, $p < 0,001$); ancak CS-CS ile NSD parametreleri arasında anlamlı ilişki bulunmadı ($p > 0,05$). Pediatrik dönemde CS-CS mesafesiyle değerlendirilen kafa tabanı genişliği yaşla birlikte belirgin artış göstermektedir. Cinsiyetler arasında CS-CS ve NSD parametreleri açısından anlamlı farklılık bulunmamış, CS-CS mesafesi ile NSD parametreleri arasında da ilişki saptanmamıştır.

Anahtar kelimeler: Bilgisayarlı tomografi, crista supramastoidea, nazal septum deviasyonu, pediatri

EVALUATION OF NASAL SEPTAL DEVIATION AND CRANIAL BASE WIDTH BY AGE AND SEX IN CHILDREN: A COMPUTED TOMOGRAPHY STUDY

Abstract

Nasal septal deviation (NSD) is an important anatomical variation that may affect respiratory and craniofacial development in the pediatric population. This study investigated sex differences in the presence of NSD, deviation types, and the distance between the bilateral supramastoid crests (SC to SC), an indicator of cranial base width, as well as the relationship of the SC to SC distance with age and NSD parameters in individuals aged 1–18 years. Head computed tomography (CT) images of 110 children (68 boys, 42 girls) were retrospectively reviewed. Age, SC to SC distance, presence of NSD, deviation distance, deviation angle, and deviation types (Types 1–4, based on the combined Mladina and Guyuron classifications) were evaluated. The independent samples t-test, chi-square test, and Pearson correlation analysis were used; significance was set at $p < 0.05$. The mean ages of boys and girls were 8.49 ± 5.27 and 9.45 ± 5.16 years, respectively ($p = 0.348$). The SC to SC distance did not differ significantly between boys and girls (116.13 ± 13.71 vs. 115.14 ± 12.46 mm; $p = 0.704$). NSD prevalence did not differ significantly by sex (boys: 17.6%, 12/68; girls: 33.3%, 14/42; $p = 0.099$). In NSD cases, deviation distance (boys: 4.70 ± 1.35 mm, girls: 5.13 ± 1.92 mm; $p = 0.533$) and deviation angle (boys: $11.42^\circ \pm 3.14^\circ$, girls: $13.34^\circ \pm 6.04^\circ$; $p = 0.335$) did not differ significantly by sex. The most common deviation types were Type 1 (50%; 13/26) and Type 2 (42.3%; 11/26). Age was strongly and positively correlated with SC to SC distance ($r = 0.863$, $p < 0.001$), whereas SC to SC distance was not significantly related to NSD parameters ($p > 0.05$). In the pediatric period, cranial base width assessed by SC to SC distance increases markedly with age. SC to SC distance and NSD parameters showed no significant sex differences and were unrelated to each other.

Keywords: Computed tomography, nasal septal deviation, pediatrics, supramastoid crest

DENEYSEL OKSALİPLATİNE BAĞLI PERİFERİK SİNİR HASARININ MORFOLOJİK VE İMMÜNOHİSTOKİMYASAL AÇIDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Doç. Dr., Nurhan AKARAS

Aksaray Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Histoloji ve Embriyoloji Anabilim Dalı, Aksaray, TÜRKİYE,
nurhanakaras@aksaray.edu.tr, 0000-0002-8457-9448

Özet

Oksaliplatin, özellikle kolorektal kanser tedavisinde kullanılan ve doza bağlı periferik nörotoksisiteye neden olabilen bir kemoterapötik ajandır. Oksaliplatin kaynaklı periferik nöropatinin deneysel modellerinde sinir dokusundaki yapısal değişikliklerin, nöronal hasarın, glial hücre aktivasyonunun, inflamatuvar yanıtın ve hücrel stres mekanizmalarının değerlendirilmesi, nörotoksitenin patofizyolojisinin anlaşılması açısından önem taşımaktadır. Bu çalışmada, ratlarda oksaliplatin kaynaklı periferik nöropati modellerinde kullanılabilecek temel histolojik ve immünohistokimyasal parametrelerin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu çalışma, oksaliplatin kaynaklı periferik nöropatiyi inceleyen deneysel hayvan araştırmalarının literatür temelli derleme olarak yapılandırılmıştır. Değerlendirme kapsamında dorsal kök ganglionları, periferik sinirler ve spinal kord kullanılabilecek histomorfolojik incelemeler ile nöronal hasar, glial aktivasyon, inflamasyon ve apoptoz belirteçler ele alınmıştır. Literatür, oksaliplatin nörotoksitesinin değerlendirilmesinde nöronal morfometri, fosforile nörofilament ağır zinciri (p-NF-H), aktive edici transkripsiyon faktörü 3 (ATF3), glial fibriler asidik protein (GFAP) ve inflamatuvar belirteçlerin önemli araştırma araçları olduğunu göstermektedir. Ayrıca hematoxilen-eozin ve Nissl boyamaları ve TUNEL yöntemi farklı nöropati bileşenlerinin değerlendirilmesine katkı sağlayabilir. Bununla birlikte, belirteçlerin duyarlılığı ve ortaya çıkan değişikliklerin büyüklüğü uygulanan oksaliplatin protokolüne, örnekleme zamanına ve incelenen dokuya göre değişebilmektedir. Oksaliplatin kaynaklı periferik nöropatinin deneysel değerlendirmesinde tek bir histolojik veya immünohistokimyasal belirtece dayanmak yerine, doku morfolojisi, nöronal hasar, glial aktivasyon ve periferik sinir lifi bütünlüğünü birlikte değerlendiren çok parametrelili bir yaklaşım benimsenmelidir. Histopatolojik bulguların davranışsal nöropati testleriyle birlikte yorumlanması, deneysel sonuçların biyolojik anlamını güçlendirebilir.

Anahtar kelimeler: Oksaliplatin, periferik nöropati, histopatoloji, immünohistokimya

MORPHOLOGICAL AND IMMUNOHISTOCHEMICAL EVALUATION OF EXPERIMENTAL OXALIPLATIN-INDUCED PERIPHERAL NERVE INJURY

Assoc. Prof. Dr., Nurhan AKARAS

**Department of Histology and Embryology, Faculty of Medicine, Aksaray University, Aksaray, TURKEY,
nurhanakaras@aksaray.edu.tr, 0000-0002-8457-9448**

Abstract

Oxaliplatin is a chemotherapeutic agent used particularly in the treatment of colorectal cancer and can cause dose-dependent peripheral neurotoxicity. In experimental models of oxaliplatin-induced peripheral neuropathy, the evaluation of structural changes in nerve tissue, neuronal injury, glial cell activation, inflammatory responses, and cellular stress mechanisms is important for understanding the pathophysiology of neurotoxicity. This study aimed to evaluate the main histological and immunohistochemical parameters that can be used in experimental models of oxaliplatin-induced peripheral neuropathy in rats.

This study was designed as a literature-based review of experimental animal studies investigating oxaliplatin-induced peripheral neuropathy. The evaluation focused on histomorphological examinations of the dorsal root ganglia, peripheral nerves, and spinal cord, as well as markers of neuronal injury, glial activation, inflammation, and apoptosis. The literature indicates that neuronal morphometry, phosphorylated neurofilament heavy chain (p-NF-H), activating transcription factor 3 (ATF3), glial fibrillary acidic protein (GFAP), and inflammatory markers are important research tools for evaluating oxaliplatin-induced neurotoxicity. In addition, hematoxylin and eosin staining, Nissl staining, and the TUNEL assay may contribute to the assessment of different components of neuropathy. However, the sensitivity of these markers and the magnitude of the observed changes may vary depending on the oxaliplatin protocol, sampling time, and tissue examined.

In the experimental assessment of oxaliplatin-induced peripheral neuropathy, a multiparametric approach that simultaneously evaluates tissue morphology, neuronal injury, glial activation, and peripheral nerve fiber integrity should be adopted rather than relying on a single histological or immunohistochemical marker. Interpreting histopathological findings alongside behavioral neuropathy tests may strengthen the biological significance of experimental results.

Keywords: Oxaliplatin, peripheral neuropathy, histopathology, immunohistochemistry

1. GİRİŞ

Oksaliplatin, platin türevi bir antineoplastik ajan olup özellikle kolorektal kanser tedavisinde kullanılmaktadır (Di Cesare Mannelli ve ark., 2015). Klinik kullanımını sınırlayabilen önemli yan etkilerinden biri, akut ve kronik bileşenleri bulunan periferik nöropatidir (Qiao ve ark., 2026). Akut dönemde soğuk uyarımlarla tetiklenebilen duyuşal yakınmalar ve pareteziler ön plandayken, tekrarlayan tedavi uygulamalarını takiben gelişen kronik nöropatide duyuşal işlev bozukluğu ve nöropatik ağrı görülebilmektedir. Bu klinik tablonun altında yatan mekanizmalar arasında duyuşal nöron hasarı, mitokondriyal işlev bozukluğu, oksidatif stres, inflamatuvar yanıtlar ve sinir sistemindeki glial hücre değişiklikleri yer almaktadır (Chang ve ark., 2026; Li ve ark., 2026; Tarasiuk ve ark., 2026). Deneysel rat modelleri, oksaliplatinin periferik sinir sistemi üzerindeki etkilerinin zamana bağılı olarak incelenmesine olanak sağlamaktadır. Bununla birlikte, nöropatinin yalnızca davranışsal testlerle değerlendirilmesi, dokularda meydana gelen hücresel ve yapısal değişikliklerin belirlenmesi açısından yeterli değildir. Histolojik incelemeler, hücre morfolojisini ve doku bütünlüğünü ortaya koyarken immünohistokimyasal yöntemler, belirli hücre tiplerinin, hasar yanıtlarının ve inflamatuvar süreçlerin değerlendirilmesine katkıda bulunmaktadır. Oksaliplatin nörotoksitesinin incelenmesinde özellikle dorsal kök ganglionları (DKG), siyatik sinir ve spinal kord önem taşımaktadır. DKG, primer duyuşal nöronların hücre gövdelerini içermesi nedeniyle temel inceleme alanlarından biridir. Siyatik sinir ve diğer periferik sinirler aksonal ve miyelin yapısındaki değişikliklerin araştırılmasını sağlarken, spinal kordun arka boynuzundaki glial yanıtlar ağrı ile ilişkili merkezi mekanizmaların değerlendirilmesine katkı sunmaktadır (Di Cesare Mannelli ve ark., 2015; Ma ve ark., 2026)

Bu derlemenin amacı, ratlarda oksaliplatin kaynaklı periferik nöropati modellerinde kullanılan veya kullanılabilecek histolojik ve immünohistokimyasal parametreleri açıklamak, bu parametrelerin biyolojik anlamlarını ortaya koymak ve deneysel araştırmalarda uygulanabilecek bütüncül bir değerlendirme çerçevesi sunmaktır.

2. YÖNTEM

Bu çalışma, oksaliplatin kaynaklı periferik nöropati modellerinde histolojik ve immünohistokimyasal değerlendirme yöntemlerini ele alan bir literatür derlemesi olarak hazırlanmıştır. Konuyla ilişkili deneysel araştırmalarda kullanılan doku örnekleri, histomorfometrik değerlendirmeler ve immünohistokimyasal belirteçler temel alınmıştır. Değerlendirme kapsamına oksaliplatin uygulanan ratlarda dorsal kök ganglionları, periferik sinirler ve spinal kord inceleyen çalışmalar dahil edilmiştir. Histolojik değerlendirme başlıkları; nöronal morfoloji, hücre gövdesi alanı, aksonal bütünlük, miyelin yapısı, hücresel dejenerasyon ve apoptoz

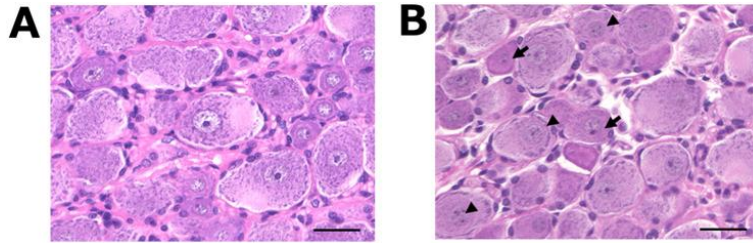
içermektedir. İmmünohistokimyasal değerlendirme başlıkları ise nöronal hasar, nöronal alt tipler, glial aktivasyon, inflamasyon ve hücre ölümüyle ilişkili belirteçlerden oluşturulmuştur.

3. BULGULAR

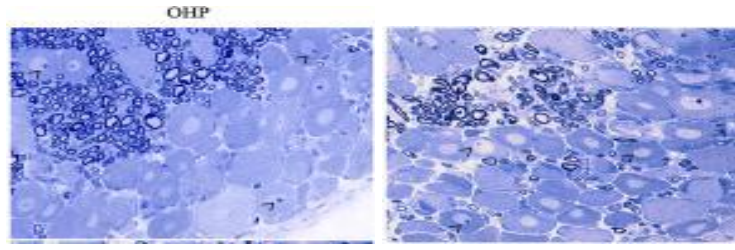
3.1. Histolojik değerlendirme parametreleri

3.1.1. Dorsal kök ganglionlarında nöronal morfoloji

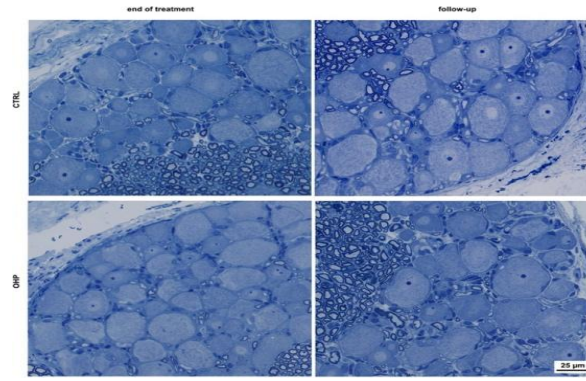
Dorsal kök ganglionları, oksaliplatinin duyuşal nöronlar üzerindeki etkilerinin incelenmesinde temel anatomik yapılardan biridir. Hematoksilen-eozin (H&E) boyamasıyla nöronların hücre gövdesi, çekirdek ve çekirdekçik özellikleri, sitoplazmik görünümü ve çevredeki uydu glial hücrelerle ilişkisi değerlendirilebilir. Hücresel büzüşme, çekirdek morfolojisindeki değişiklikler, sitoplazmik dejenerasyon ve hücresel organizasyon bozuklukları olası doku hasarı bulguları arasında ele alınabilir. Nissl boyaması, nöronlardaki Nissl cisimciklerinin dağılımı ve yoğunluğunun değerlendirilmesini sağlar. Oksaliplatin uygulanan ratlarda dorsal kök ganglionu nöronlarında Nissl boyanmasının azalması veya seyrekleşmesi, çekirdeğin eksantrik yerleşimi ve bazı morfolojik anormallikler bildirilmiştir (Tarasiuk ve ark., 2026). Bununla birlikte, bu bulguların tek başına geri dönüşümsüz nöronal ölümün kanıtı olarak yorumlanmaması gerekir.



Şekil 1. OXA ile tedavi edilen sıçanlarda DRG'deki değişiklikler üzerindeki etkileri. 30. günde kontrol (A), OXA (B) ile tedavi edilen sıçanlardan alınan DRG'lerin genel görünümü. Ölçek çubukları 200 µm'dir. Kontrol ve tedavi edilen sıçanlardan alınan HE boyalı DRG'leri gösteren temsili görüntüler. Görüntüler nükleer ve nükleolar değişiklikleri göstermekte olup, eksantrik bir nükleolusun (oklar) ve çok çekirdekli çekirdeklerin (ok başları) varlığı vurgulanmıştır (Qiao ve ark., 2026).



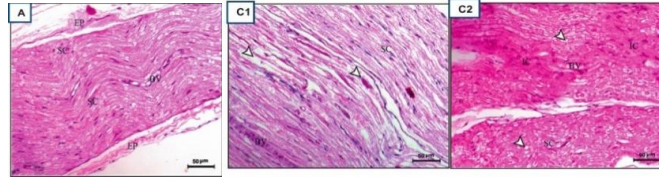
Şekil 2. OHP'nin DRG duyuşal nöronları üzerindeki etkisi. Tedavinin ortasında ve sonunda, OHP, DRG duyuşal nöronlarının soma, çekirdek ve çekirdekçik alanını önemli ölçüde azaltabildi. Temsili görüntüler, eksantrik çekirdekçiklere sahip daha küçük DRG nöronlarının örneklerini göstermektedir (siyah ok uçları). OHP, oksaliplatin (Tarasiuk ve ark., 2026).



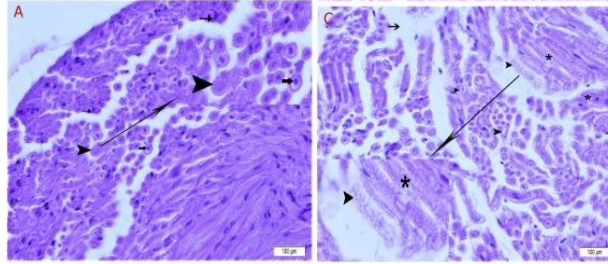
Şekil 3. Dorsal kök gangliyonlarının (DRG) morfolojisi. Görüntünün üst kısmında, hem tedavi sonunda hem de 6 haftalık takipte CTRL ve OHP hayvanlarının temsili fotoğrafları gösterilmektedir (Pozzi ve ark., 2025).

3.1.2. Periferik sinirlerde akson ve miyelin yapısı

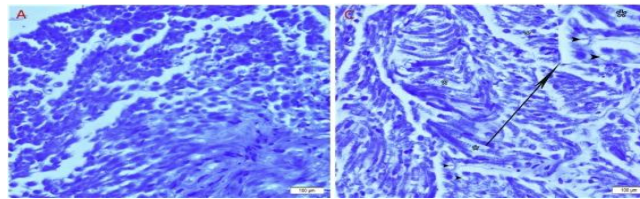
Siyatik sinir periferik sinirlerin incelenmesi, oksaliplatin kaynaklı nörotoksisitenin aksonal ve miyelin bileşenlerinin değerlendirilmesine olanak sağlar. H&E ve yarı ince kesit boyamaları genel morfolojiyi ortaya koyarken, uygun fiksasyon ve doku hazırlama protokolleriyle yapılan elektron mikroskopik inceleme akson çapı, miyelin kılıf yapısı, miyelin kalınlığı ve dejeneratif değişikliklerin daha ayrıntılı incelenmesini sağlayabilir. Değerlendirilebilecek temel parametreler arasında miyelinli akson sayısı, akson çapı, lif çapı, miyelin kalınlığı, g-oranı ve aksonal dejenerasyon bulguları yer almaktadır. Oksaliplatin nöropatisinde belirgin ve yaygın aksonal dejenerasyonun her modelde görülmediği dikkate alınmalıdır.



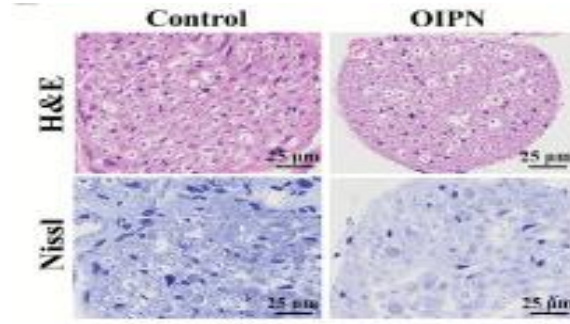
Şekil 4. Siyatik sinirden alınan H&E boyalı kesitler (A), kontrol grubu, normal Schwann hücreleri (SC) ve normal lifli epineural tabaka (EP) ile çevrili normal miyelinli sinir lifi demetini ve normal kan damarlarını (BV) göstermektedir (×200). (C1) Tedavi edilmemiş-OIPN grubu, sinir liflerinde fokal nekroz (ok başları) ve demiyelinizasyon, Schwann hücrelerinin (SC) sayısında azalma ve endonöral kan damarlarının (BV) kalınlaşması ile ilişkili belirgin diffüz Wallerian dejenerasyonunu göstermektedir (×200). (C2) Tedavi edilmemiş OIPN grubu, sinir liflerinin yaygın süngerleşmesi (ok başları), (×200) (AlKady ve ark., 2026).



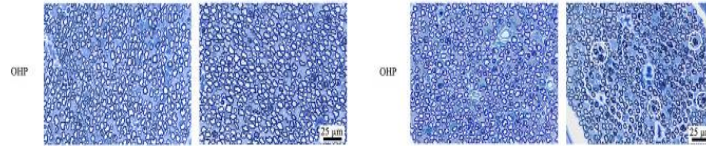
Şekil 5. H &E boyamasıyla gösterildiği gibi, OXL kaynaklı siyatik sinir hasarındaki histopatolojik değişiklikler. Kontrol grubu sıçanların siyatik sinir kesitinde normal histolojik yapı, Schwann hücresi (ince ok), miyelin kılıfı (ok başı) ve akson (kalın ok) görüldü. OXL uygulanan sıçanlarda (C) dejenerasyon (kalın ok), aksonların şişmesi ve vakuolizasyonu (ok başları), düzensiz miyelin sinir lifleri, miyelin dejenerasyonu (yıldız işareti) ve şiddetli nöron boşluğu (ince ok) görüldü (Celik ve ark., 2020).



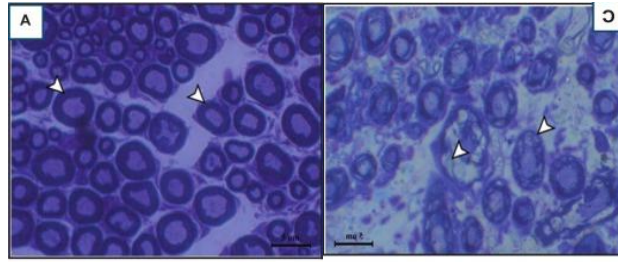
Şekil 6. LFB boyamasıyla gösterildiği gibi, OXL kaynaklı siyatik sinir hasarındaki histopatolojik değişiklikler üzerindeki etkileri —. Kontrol (A) sıçanların siyatik sinir kesitinde normal histolojik yapı, miyelin kılıfı (ince ok, ok başı), akson (kalın ok) görüldü. OXL ile tedavi edilen grupta (C) aksonal sitoplazmik vakuolizasyon (oklar) ve miyelin dejenerasyonu (yıldız işaretleri) görüldü (Celik ve ark., 2020).



Şekil 7. Kontrol ve OIPN uygulan sıçanlardaki histopatolojik değişiklikler (Wen ve ark., 2026)



Şekil 8. OHP tedavisi sonrası toplanan proksimal ve distal kaudal sinirlerin histopatolojisi. OHP tedavi edilen sıçanların proksimal ve distal kaudal sinirlerinin temsili görüntüleri. OHP tedavilerinden sonra farklı şiddet aşamalarında dejenerasyon gösteren çeşitli miyelinli lifler (beyaz daireler). OHP, oksaliplatin (Tarasiuk ve ark., 2026).

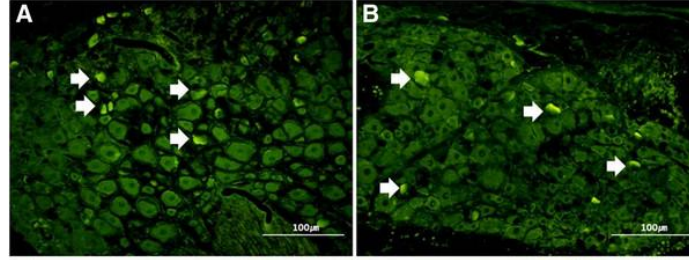


Şekil 9. Yarı ince kesitler (toluidin mavisi ile boyanmış), (A) aksonların etrafında düzenli, yoğun, sınırlı miyelin kılıfı bulunan normal miyelinli sinir liflerinin kesitlerini gösteren kontrol grubu (beyaz ok uçları). (C) Ayrı ayrı ve dağılmış sinir liflerini gösteren, sayılarında belirgin bir azalma ve miyelin kılıflarında ciddi bozulma ve vakuolizasyon (beyaz ok uçları) ile ilişkili sinir lifleri (AlKady ve ark., 2026).

3.1.3. Apoptoz ve hücresel dejenerasyon

Oksaliplatin kaynaklı hücresel hasarın değerlendirilmesinde terminal deoksinnükleotidil transferaz aracılı dUTP işaretleme (TUNEL) yöntemi kullanılabilir. Bu yöntem, DNA parçalanmasıyla ilişkili sinyali ortaya koyarak hücre ölümü sürecinin araştırılmasına katkı sağlar. Dorsal kök ganglionu dokularında TUNEL pozitif hücrelerin oranı, uygun morfolojik değerlendirmeye birlikte incelenebilir. TUNEL bulgularının tek başına apoptoza özgü olmadığı göz önünde bulundurulmalıdır. Sonuçların kaspaz-3 veya yarılmış kaspaz-3 gibi apoptozla ilişkili proteinlerin immünohistokimyasal değerlendirmesiyle desteklenmesi, mümkün olduğunda farklı yöntemlerden

elde edilen bulguların birlikte yorumlanmasını sağlar. Oksaliplatin kaynaklı nöropati modellerinde TUNEL analizi ile nöronal morfolojinin birlikte değerlendirilmesi, hücresel hasarın niteliğinin daha iyi anlaşılmasına yardımcı olabilir.

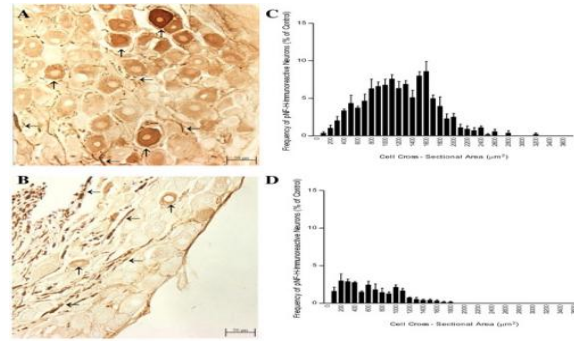


Şekil 10. Her iki gruptaki dorsal kök gangliyonu (DRG) ve siyatik sinirdeki apoptotik özellikli hücrelerin karşılaştırılması. TUNEL boyaması, iki grubun dorsal kök gangliyonlarında apoptotik özellikli hücre sayısının arttığını göstermektedir (A. Grup I, B. Grup II, Beyaz ok), ancak iki grubun siyatik sinirinde apoptotik özellikli hücelere kolayca rastlanmamıştır (C. Grup I, D. Grup II), 200 kat büyütme. Beyaz ok işaretleri apoptotik özellikli hücreleri göstermektedir (Lee ve ark., 2012).

3.2. İmmünohistokimyasal değerlendirme parametreleri

3.2.1. Fosforile nörofilament ağır zinciri (p-NF-H)

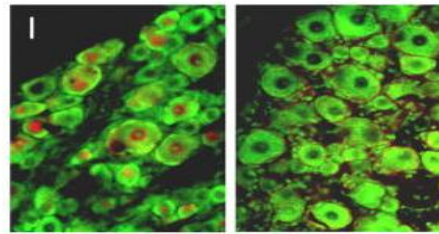
Nörofilamentler, nöronların hücre iskeletinin önemli bileşenleridir. Fosforile nörofilament ağır zinciri (p-NF-H), özellikle büyük çaplı miyelinli duysal nöronların ve bunların hücre iskeleti özelliklerinin incelenmesinde kullanılabilir. Dorsal kök ganglionlarında p-NF-H immünoaktivitesinin azalması, nöronal fenotip veya hücre iskeleti bütünlüğündeki değişikliklerle ilişkili olabilir. Oksaliplatin uygulanan ratlarda dorsal kök ganglionu nöronlarının hücre gövdelerinde p-NF-H immünoaktivitesinde azalma ve p-NF-H pozitif nöronların sayı ve boyut dağılımında değişiklikler bildirilmiştir (Jamieson ve ark., 2009). Bu nedenle p-NF-H, özellikle nöronal alt popülasyonlardaki değişikliklerin morfometrik analizle birlikte değerlendirilmesinde yararlı bir belirteçtir. Ancak immünoaktivitedeki azalma doğrudan nöron kaybıyla eşdeğer kabul edilmemeli; toplam nöron sayısı, hücre morfolojisi ve diğer nöronal belirteçlerle birlikte yorumlanmalıdır.



Şekil 11. Sıçan DRG dokusunda oksaliplatinin neden olduğu nöronal pNF-H immünoaktivitesinin kaybı. Kontrol taşıyıcı (A, C) veya oksaliplatin (B, D) ile tedavi edilen sıçanlardan elde edilen pNF-H-immünoaktif L5 DRG nöronlarının fotomikrografları (A, B; büyütme: 100×) ve hücre gövdesi boyutu frekans histogramları (C, D). Oksaliplatin, gangliyonik sinir liflerinin pNF-H immünoaktivitesini değiştirmeden (←) nöronal hücre gövdelerinin pNF-H immün boyamasını azalttı (↑). pNF-H-immünoaktif nöronların hücre gövdesi boyutu frekans histogramları oksaliplatin tarafından değiştirildi (Jamieson ve ark., 2009).

3.2.2. Aktive edici transkripsiyon faktörü 3 (ATF3)

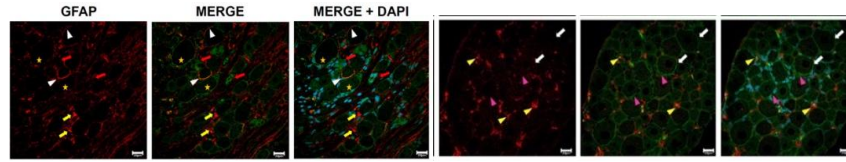
ATF3, çeşitli stres koşullarında ve sinir hasarı sonrasında ekspresyonu değişebilen bir transkripsiyon faktörüdür. Özellikle hasar yanıtı gösteren nöronların araştırılmasında kullanılmaktadır. Oksaliplatin uygulanan ratlarda ATF3 immünoaktivitesinde artış bildiren çalışmalar bulunmakla birlikte, bu bulgu bütün deneysel protokollerde tutarlı değildir. Bu değişkenlik nedeniyle ATF3, oksaliplatin kaynaklı nöropati için tek başına yeterli bir hasar göstergesi olarak değerlendirilmemelidir. ATF3 pozitif hücre oranı, nöronal morfoloji, p-NF-H immünoaktivitesi ve periferik sinir histolojisiyle birlikte incelenebilir. ATF3 sinyalinin saptanmaması da diğer nöropati bulgularını dışlamaz.



Şekil 12. İpsilateral siyatik sinir kesisi olan bir sıçandan (solda) ve oksaliplatin ile tedavi edilen bir sıçandan (sağda) alınan DRG kesitleri. ATF-3 pozitif çekirdekler kırmızıya, Nissl maddesi yeşile boyanmıştır. Ölçek çubuğu = 30 µm. Oksaliplatin ile tedavi edilen sıçanlarda ATF-3 pozitif DRG hücresi bulunmamıştır (Xiao ve ark., 2012).

3.2.3. Glial fibriler asidik protein (GFAP)

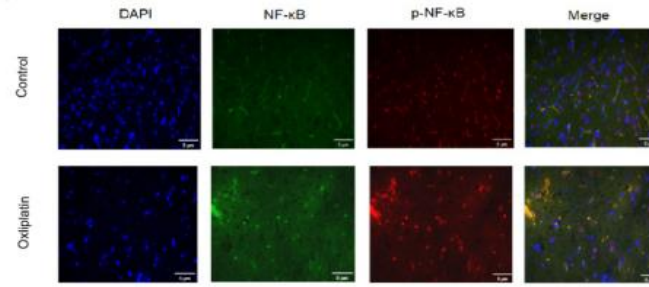
GFAP, özellikle astrositler ve belirli periferik glial hücre popülasyonlarının değerlendirilmesinde kullanılan bir ara filament proteindir. Dorsal kök ganglionlarında uydu glial hücreler, duyuşal nöron gövdelerini çevreler ve nöronal mikroçevrenin düzenlenmesine katkı sağlar. Bu hücrelerdeki aktivasyon, nöropatik ağrı ve nöronal stres yanıtları açısından önemlidir. Oksaliplatin uygulanan ratlarda dorsal kök ganglionlarındaki GFAP immünoaktivitesinde ve nöronları çevreleyen uydu glial hücrelerin görünümünde değişiklikler bildirilmiştir (Martín-Ramírez ve ark., 2025). Spinal kordun arka boynuzunda GFAP boyanması, merkezi glial yanıtın değerlendirilmesinde kullanılabilir. Periferik sinir köklerinde ve diğer periferik sinir dokularında ise GFAP bulguları, anatomik yerleşim ve hücre tipi dikkate alınarak yorumlanmalıdır.



Şekil 13. GFAP (kırmızı) için immün boyama. GFAP, glialarda (beyaz ok uçları), aksonlarda (macenta ok uçları) yok ve aktif glialarda daha yüksek seviyelerdedir (sarı oklar) (Martín-Ramírez ve ark., 2025).

3.2.4. İnflamatuvar belirteçler

Tümör nekroz faktörü alfa (TNF- α), interlökin-6 (IL-6) ve siklooksijenaz-2 (COX-2), nöroinflamasyonla ilişkili süreçlerin araştırılmasında kullanılabilecek belirteçlerdir. TNF- α ve IL-6 immünohistokimyası, özellikle dorsal kök ganglionlarında nöronal ve glial hücrelerle ilişkili inflamatuvar yanıtın incelenmesine katkı sağlayabilir. Oksaliplatin uygulanan ratların dorsal kök ganglionlarında NF- κ B immünoaktivitesinde değişiklikler bildirilmiştir (Li ve ark., 2026). COX-2, inflamatuvar mediyatörlerin senteziyle ilişkili bir enzim olup spinal kord ve diğer uygun dokularda incelenebilir. Bu belirteçlerin yorumlanmasında, ekspresyon değişikliklerinin nöropati şiddetiyle doğrudan ve her zaman doğrusal bir ilişki göstermeyebileceği dikkate alınmalıdır. İmmünohistokimyasal sonuçların davranışsal ölçümler ve gerektiğinde moleküler analizlerle desteklenmesi, inflamatuvar yanıtın biyolojik önemini değerlendirmeye yardımcı olur.



Şekil 14. Kontrol, model gruplarındaki ortalama NF-κB floresans yoğunluğunun immüno Floresans analizi (Li ve ark., 2026).

3.2.5. Miyelin ve periferik sinir yapısıyla ilişkili belirteçler

Periferik sinirlerde miyelin yapısının değerlendirilmesinde miyelin bazik proteini (MBP) gibi belirteçlerden yararlanılabilir. Schwann hücresi işlevi, miyelin bütünlüğü ve akson-glia etkileşimi, oksaliplatin nörotoksitesinin araştırılmasında tamamlayıcı inceleme alanlarıdır (Yang ve ark., 2021). MBP immünohistokimyası, uygun histomorfometrik analizlerle birleştirildiğinde miyelin yapısındaki değişikliklerin incelenmesine katkı sağlayabilir. Bununla birlikte, miyelin belirteçlerinin ekspresyonundaki değişiklikler her modelde belirgin olmayabilir. Miyelin hasarı hakkında güçlü bir sonuca ulaşmak için immünboyama bulgularının yarı ince kesitler veya elektron mikroskopik değerlendirmeye desteklenmesi uygun olacaktır.

3.2.6. Apoptoz ve oksidatif stresle ilişkili belirteçler

Kaspaz-3, hücre ölümü süreçlerinin araştırılmasında kullanılabilecek immünohistokimyasal belirteçlerden biridir. Oksidatif stresin değerlendirilmesinde 4-hidroksinonenal (4-HNE) gibi lipid peroksidasyonu göstergeleri veya 8-hidroksi-2'-deoksiguanozin (8-OHdG) gibi oksidatif DNA hasarıyla ilişkili belirteçler araştırılabilir (Miao ve ark., 2019). Bu parametreler, oksaliplatin kaynaklı hücresel stresin incelenmesinde tamamlayıcı niteliktedir. Bununla birlikte, her belirtecin oksaliplatin nöropatisindeki kullanım düzeyi ve dokuya özgü geçerliliği aynı değildir. İmmünohistokimyasal bulguların, uygun olduğunda biyokimyasal oksidatif stres ölçümleri ve histomorfolojik verilerle birlikte yorumlanması gerekir. Özellikle apoptoz ve oksidatif hasar göstergeleri, doğrudan aksonal kayıp veya klinik açıdan anlamlı nöropatiyle eş tutulmamalıdır.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Oksaliplatin kaynaklı periferik nöropatinin histolojik ve immünohistokimyasal değerlendirilmesi, çok bileşenli bir yaklaşım gerektirmektedir. Dorsal kök ganglionlarında nöronal morfoloji ve p-NF-H immüno reaktivitesi, duysal nöronların yapısal ve fenotipik değişikliklerini araştırmaya yardımcı olurken, ATF3 hasar yanıtıyla ilişkili tamamlayıcı bir belirteç olarak değerlendirilebilir. Bununla birlikte ATF3 ekspresyonunun farklı deneysel modellerde değişken olması, bu belirtecin diğer bulgularla birlikte yorumlanması gerektiğini

göstermektedir (Jamieson ve ark., 2009; Xiao ve ark., 2012). Glial hücrelerin değerlendirilmesi, nöropatinin yalnızca nöronal hasardan ibaret olmadığını ortaya koyan önemli bir araştırma alanıdır. Dorsal kök ganglionlarındaki uydu glial hücrelerin GFAP ekspresyonu ve spinal korddaki Iba1 pozitif mikrogial yanıt, nöronal stres ve ağrı ile ilişkili süreçler hakkında bilgi sağlayabilir. İnflamatuvar belirteçler de bu yanıtların hücresel ve moleküler bileşenlerinin incelenmesine olanak tanır (Di Cesare Mannelli ve ark., 2013; Yang ve ark., 2021). Öte yandan, oksaliplatin nöropatisinde histolojik hasarın şiddeti ile davranışsal duyarlılık arasında her zaman doğrudan bir ilişki bulunmayabilir. Bazı modellerde belirgin davranışsal değişiklikler ortaya çıkarken rutin periferik sinir kesitlerinde sınırlı yapısal bulgular gözlenebilir. Bu durum, küçük liflerin, iyon kanallarının, mitokondriyal işlevlerin ve duysal nöronların biyolojik özelliklerinin de nöropati tablosuna katkıda bulunabileceğini düşündürmektedir (Martinez ve ark., 2020; Xiao ve ark., 2012). Bu nedenle araştırmanın amacına göre farklı doku ve belirteçlerin birlikte kullanılması uygun olacaktır. Nöronal hücre gövdesi hasarını araştıran bir çalışmada DKG morfometrisi, Nissl boyaması ve p-NF-H; glial aktivasyonu araştıran bir çalışmada GFAP ve Iba1; küçük lif hasarını inceleyen bir çalışmada ise IENFD ölçümü öncelikli parametreler olabilir. Apoptoz veya oksidatif stres odaklı araştırmalarda TUNEL, yarılmış kaspaz-3 ve oksidatif hasar belirteçleri eklenebilir.

Derlemenin temel sınırlılığı, sistematik bir literatür taraması ve nicel meta-analiz sunmaması, ayrıca belirteçlerin tümü için ortak bir doğrulama protokolü ortaya koymamasıdır. Parametrelerin seçimi, kullanılan rat suşuna, oksaliplatin dozuna, tedavi süresine, doku örnekleme zamanına ve araştırmanın temel hipotezine göre uyarlanmalıdır. Ratlarda oksaliplatin kaynaklı periferik nöropatinin değerlendirilmesinde histolojik ve immünohistokimyasal parametrelerin birlikte kullanılması, nöronal hasar, glial aktivasyon, inflamasyon ve periferik sinir lifi bütünlüğü hakkında birbirini tamamlayan bilgiler sağlamaktadır. Dorsal kök ganglionlarında nöronal morfometri, Nissl boyaması ve p-NF-H; glial yanıtın incelenmesinde GFAP ve Iba1; hasar yanıtının değerlendirilmesinde ATF3; küçük lif bütünlüğünün araştırılmasında ise IENFD ölçümü öne çıkan yöntemlerdir. Bununla birlikte, hiçbir belirteç tek başına oksaliplatin kaynaklı periferik nöropatinin bütün bileşenlerini açıklamak için yeterli değildir. Bu nedenle histopatolojik ve immünohistokimyasal analizlerin davranışsal nöropati testleriyle, araştırma sorusuna uygun olduğunda biyokimyasal veya moleküler incelemelerle desteklenmesi önerilir. Standartlaştırılmış örnekleme, kör değerlendirme ve hayvanı temel alan uygun istatistiksel analiz, çalışmaların güvenilirliğini ve tekrarlanabilirliğini artıracaktır.

KAYNAKLAR

- AlKady, A. R., Abd Elmaaboud, M. A., Eltantawy, A. F., & Abdin, A. A. (2026). The potential amelioration of oxaliplatin-induced peripheral neuropathy in Sprague Dawley rats by sodium butyrate via targeting neuro-immuno-inflammatory axis. *Toxicology and applied pharmacology*, 506, 117651.
- Celik, H., Kucukler, S., Ozdemir, S., Comakli, S., Gur, C., Kandemir, F. M., & Yardim, A. (2020). Lycopene protects against central and peripheral neuropathy by inhibiting oxaliplatin-induced ATF-6 pathway, apoptosis, inflammation and oxidative stress in brains and sciatic tissues of rats. *Neurotoxicology*, 80, 29–40.
- Chang, Y. C., Lin, W. H., Ko, H. H., Lo, Y. C., Chang, H. S., Lin, H. C., & Chen, Y. F. (2026). Formononetin protects against oxaliplatin-induced peripheral neurotoxicity via Nrf2/HO-1 antioxidant pathway without impairing anticancer efficacy. *Neurotoxicology*, 112, 103368.
- Di Cesare Mannelli, L., Pacini, A., Bonaccini, L., Zanardelli, M., Mello, T., & Ghelardini, C. (2013). Morphologic features and glial activation in rat oxaliplatin-dependent neuropathic pain. *The journal of pain*, 14(12), 1585–1600.
- Di Cesare Mannelli, L., Pacini, A., Corti, F., Boccella, S., Luongo, L., Esposito, E., Cuzzocrea, S., Maione, S., Calignano, A., & Ghelardini, C. (2015). Antineuropathic profile of N-palmitoylethanolamine in a rat model of oxaliplatin-induced neurotoxicity. *PloS one*, 10(6), e0128080.
- Jamieson, S. M., Subramaniam, J., Liu, J. J., Jong, N. N., Ip, V., Connor, B., & McKeage, M. J. (2009). Oxaliplatin-induced loss of phosphorylated heavy neurofilament subunit neuronal immunoreactivity in rat DRG tissue. *Molecular pain*, 5, 66.
- Lee, J. S., Kim, Y. T., Jeon, E. K., Won, H. S., Cho, Y. S., & Ko, Y. H. (2012). Effect of green tea extracts on oxaliplatin-induced peripheral neuropathy in rats. *BMC complementary and alternative medicine*, 12, 124.
- Li, M., Zhang, W., Jin, S., Jiang, Y., Yao, H., Yu, J., Zhang, M., Li, P., & Piao, H. (2026). A study on the network pharmacology of HQGZWWT that prevents CINP by inhibiting ferroptosis through regulation of the p38/c-FOS/NF-κB pathway. *Journal of ethnopharmacology*, 364, 121286.
- Li, X., Han, Y., Tian, H., Cheng, Z., Zuo, J., & Shen, Q. (2026). Neuroprotective Effect of Umbelliferone Against Chemotherapy-Induced Neurotoxicity in Rats via Alteration of NF-κB, PPAR-δ, and Mitochondrial Apoptosis Pathways. *Molecular neurobiology*, 63(1), 528. <https://doi.org/10.1007/s12035-026-05823-x>,
- Ma, J., Zhang, H., Wu, L., Shen, H., Chen, A., Wu, A., & Hu, Y. (2026). Astragaloside IV inhibits the p53/p-Drp1 axis to improve mitochondrial integrity and reduce apoptosis in dorsal root ganglion neurons following oxaliplatin induction. *Tissue & cell*, 104(Pt 3), 104001. Advance online publication.

- Martín-Ramírez, R., González-Nicolás, M. Á., Álvarez-Tosco, K., Machín, F., Ávila, J., Morales, M., Lázaro, A., & Martín-Vasallo, P. (2025). Cilastatin Modulates DPEP1- and IQGAP1-Associated Neuro-Glio-Vascular Inflammation in Oxaliplatin-Induced Peripheral Neurotoxicity. *Cells*, 14(16), 1294. <https://doi.org/10.3390/cells14161294>
- Martinez, N. W., Sánchez, A., Diaz, P., Broekhuizen, R., Godoy, J., Mondaca, S., Catenaccio, A., Macanas, P., Nervi, B., Calvo, M., & Court, F. A. (2020). Metformin protects from oxaliplatin induced peripheral neuropathy in rats. *Neurobiology of pain (Cambridge, Mass.)*, 8, 100048.
- Miao, F., Wang, R., Cui, G., Li, X., Wang, T., & Li, X. (2019). Engagement of MicroRNA-155 in Exaggerated Oxidative Stress Signal and TRPA1 in the Dorsal Horn of the Spinal Cord and Neuropathic Pain During Chemotherapeutic Oxaliplatin. *Neurotoxicity research*, 36(4), 712–723.
- Pozzi, E., Serra, M. P., Boi, M., Canta, A., Chiorazzi, A., Capelli, C., Invernizzi, C., Ballarini, E., Rodriguez-Menendez, V., Kraus, M. F., Quartu, M., Cavaletti, G., & Alberti, P. (2025). Molecular Characterization of Oxaliplatin-Induced Peripheral Neurotoxicity: The Complex Spectrum of Painful Manifestations. *Journal of the peripheral nervous system : JPNS*, 30(4), e70078.
- Qiao, Z., Uchihara, Y., Tsukiyama, N., Akimoto, S., Kaji, N., Fukuda, K., & Mizushima, T. (2026). Preventive effect of PC-SOD on oxaliplatin-induced peripheral neuropathy in rats. *BMC neuroscience*, 27(1), 21.
- Tarasiuk, O., Chiorazzi, A., Argentini, A., Ballarini, E., Canta, A., Carozzi, V. A., Pozzi, E., Alberti, P., Fabbro, V., Iseppon, F., Foti, M., & Meregalli, C. (2026). Interleukin-6 as a keystone cytokine in experimental rat models of chemotherapy-induced peripheral neurotoxicity. *Scientific reports*, 16(1), 5127.
- Wen, L., Xue, T., Guo, Y., Wang, Y., Hou, Q., Geng, R., Ma, C., Ding, N., Chen, J., Xue, Q., Hu, J., & Yang, J. (2026). Characterization, antioxidant effects of Lycium ruthenicum Murr. Polysaccharides and protective effects against Oxaliplatin-induced peripheral neurotoxicity through inhibition of the RAS - RAF - MEK - ERK signaling pathway. *Food research international (Ottawa, Ont.)*, 226, 118115.
- Xiao, W. H., Zheng, H., & Bennett, G. J. (2012). Characterization of oxaliplatin-induced chronic painful peripheral neuropathy in the rat and comparison with the neuropathy induced by paclitaxel. *Neuroscience*, 203, 194–206.
- Yang, Y., Zhao, B., Gao, X., Sun, J., Ye, J., Li, J., & Cao, P. (2021). Targeting strategies for oxaliplatin-induced peripheral neuropathy: clinical syndrome, molecular basis, and drug development. *Journal of experimental & clinical cancer research : CR*, 40(1), 331.

VANKOMİSİN KAYNAKLI BÖBREK HASARI MODELLERİNDE İNCELENEN HİSTOLOJİK VE İMMÜNOHİSTOKİMYASAL PARAMETRELER: DENEYSEL ÇALIŞMALARIN DERLENMESİ

Doç. Dr., Nurhan AKARAS

Aksaray Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Histoloji ve Embriyoloji Anabilim Dalı, Aksaray, TÜRKİYE,

nurhanakaras@aksaray.edu.tr, 0000-0002-8457-9448

Özet

Vankomisin, dirençli Gram-pozitif bakteriyel enfeksiyonların tedavisinde yaygın olarak kullanılan bir glikopeptit antibiyotiktir. Bununla birlikte, özellikle yüksek ilaç maruziyetiyle ilişkili böbrek hasarı, tedavinin önemli yan etkilerinden biridir. Deneysel modellerde vankomisin kaynaklı böbrek hasarının değerlendirilmesinde histopatolojik incelemeler ve immünohistokimyasal belirteçler, doku hasarının şiddetini ve altında yatan hücresel mekanizmaları ortaya koymak açısından önem taşımaktadır. Bu araştırmada, vankomisin kaynaklı böbrek hasarı modellerinde incelenen başlıca histolojik bulguların ve immünohistokimyasal parametrelerin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Derleme kapsamında vankomisin kaynaklı böbrek hasarını inceleyen deneysel hayvan çalışmaları değerlendirilmiştir. Histopatolojik değişiklikler; tübüler dejenerasyon, tübüler nekroz, vakuolizasyon, tübüler dilatasyon, hücresel dökülme, silendir oluşumu, interstisyel inflamasyon ve fibrozis başlıklarında ele alınmıştır. İmmünohistokimyasal incelemelerde ise tübüler hasar, apoptoz, oksidatif stres, inflamasyon ve hücresel savunma mekanizmalarıyla ilişkili belirteçler üzerinde durulmuştur. Deneysel çalışmalarda vankomisin uygulamasıyla özellikle proksimal tübüllerde belirginleşen yapısal bozulmalar, epitel hücrelerinde dejenerasyon, tübüler lümende hücresel döküntü ve silendir oluşumu bildirilmiştir. Hücresel mekanizmaların değerlendirilmesinde KIM-1 ve NGAL gibi böbrek hasarı belirteçleri; kaspaz-3, Bax ve Bcl-2 gibi apoptozla ilişkili parametreler; NF-κB ve proinflamatuvar sitokinlerle ilişkili göstergeler ile Nrf2/Keap1/HO-1 antioksidan savunma yolu öne çıkmaktadır. Bu değişiklikler, histopatolojik bulgular ve böbrek fonksiyon göstergeleriyle birlikte ele alındığında daha kapsamlı bir hasar değerlendirmesi sağlamaktadır. Vankomisin kaynaklı böbrek hasarının deneysel olarak değerlendirilmesinde histopatolojik inceleme ile hedefe yönelik immünohistokimyasal analizlerin birlikte kullanılması önemlidir. Özellikle tübüler hasar, apoptoz, inflamasyon ve oksidatif stres eksenlerinin eş zamanlı değerlendirilmesi, nefrotoksisitenin mekanizmalarının daha iyi anlaşılmasına katkı sağlayabilir.

Anahtar kelimeler: Vankomisin, nefrotoksisite, histopatoloji, immünohistokimya

HISTOLOGICAL AND IMMUNOHISTOCHEMICAL PARAMETERS INVESTIGATED IN MODELS OF VANCOMYCIN-INDUCED KIDNEY INJURY: A REVIEW OF EXPERIMENTAL STUDIES

Assoc. Prof. Dr., Nurhan AKARAS

**Department of Histology and Embryology, Faculty of Medicine, Aksaray University, Aksaray, TURKEY,
nurhanakaras@aksaray.edu.tr, 0000-0002-8457-9448**

Abstract

Vancomycin is a glycopeptide antibiotic widely used in the treatment of infections caused by resistant Gram-positive bacteria. However, kidney injury, particularly that associated with high drug exposure, is one of the major adverse effects of treatment. In experimental models, histopathological examinations and immunohistochemical markers are important for assessing vancomycin-induced kidney injury, as they help elucidate the severity of tissue damage and the underlying cellular mechanisms. This study aimed to evaluate the main histological findings and immunohistochemical parameters investigated in models of vancomycin-induced kidney injury. Experimental animal studies investigating vancomycin-induced kidney injury were reviewed. Histopathological changes were evaluated under the following categories: tubular degeneration, tubular necrosis, vacuolization, tubular dilatation, cellular shedding, cast formation, interstitial inflammation, and fibrosis. Immunohistochemical analyses focused on markers associated with tubular injury, apoptosis, oxidative stress, inflammation, and cellular defense mechanisms. Experimental studies have reported structural alterations, particularly in the proximal tubules, epithelial cell degeneration, cellular debris within the tubular lumen, and cast formation following vancomycin administration. Markers of kidney injury, such as KIM-1 and NGAL; apoptosis-related parameters, including caspase-3, Bax, and Bcl-2; indicators associated with NF- κ B and proinflammatory cytokines; and the Nrf2/Keap1/HO-1 antioxidant defense pathway have emerged as key parameters in the evaluation of cellular mechanisms. When assessed together with histopathological findings and indicators of renal function, these changes provide a more comprehensive assessment of kidney injury. The combined use of histopathological examination and targeted immunohistochemical analyses is important for the experimental evaluation of vancomycin-induced kidney injury. In particular, the simultaneous assessment of tubular injury, apoptosis, inflammation, and oxidative stress may contribute to a better understanding of the mechanisms underlying nephrotoxicity.

Keywords: Vancomycin, nephrotoxicity, histopathology, immunohistochemistry

1. GİRİŞ

Vankomisin, özellikle metisiline dirençli *Staphylococcus aureus* gibi Gram-pozitif bakterilerin neden olduğu ciddi enfeksiyonların tedavisinde kullanılan önemli bir antibiyotiktir. Klinik etkinliğine karşın vankomisinle ilişkili akut böbrek hasarı, tedavi sürecinde dikkatle izlenmesi gereken bir komplikasyondur. Nefrotoksisite riski; doz, tedavi süresi, sistemik ilaç maruziyeti, eş zamanlı nefrotoksik ilaç kullanımı ve hastaya ait klinik özellikler gibi çeşitli faktörlerden etkilenmektedir (Marianski ve ark., 2026; Xiao ve ark., 2026). Vankomisin kaynaklı böbrek hasarının patogeneğinde ilacın renal tübüler hücrelerde birikmesi, reaktif oksijen türlerinin artışı, mitokondriyal işlev bozukluğu, hücresel enerji dengesinin bozulması ve hücre ölümü mekanizmalarının aktivasyonu rol oynamaktadır. Deneysel araştırmalar, hasarın özellikle proksimal tübüler epitelde belirginleştiğini ve maruziyet düzeyi arttıkça histopatolojik bozulmaların şiddetlenebildiğini göstermektedir (Akçakavak ve ark., 2026; El-Emam ve ark., 2026; Tekin ve ark., 2026). Böbrek hasarının yalnızca serum kreatinin ve kan üre azotu gibi biyokimyasal parametrelerle değerlendirilmesi, erken veya bölgesel doku hasarının bütün özelliklerini ortaya koyamayabilir. Bu nedenle deneysel nefrotoksisite modellerinde histolojik incelemeler, doku mimarisindeki değişiklikleri doğrudan değerlendirmek için kullanılmaktadır. İmmünohistokimya ise belirli proteinlerin dokudaki dağılımını ve ekspresyonundaki değişiklikleri ortaya koyarak morfolojik bulguların hücresel mekanizmalarla ilişkilendirilmesine olanak sağlamaktadır (Ekici ve ark., 2025; Gencer ve ark., 2025). Bu derlemenin amacı, vankomisin kaynaklı böbrek hasarı modellerinde kullanılan başlıca histopatolojik değerlendirme ölçütlerini ve immünohistokimyasal belirteçleri sınıflandırmak, bunların biyolojik anlamlarını açıklamak ve deneysel çalışmalar için bütüncül bir değerlendirme çerçevesi sunmaktır.

2. YÖNTEM

Bu çalışma, vankomisin kaynaklı böbrek hasarına ilişkin deneysel araştırmaların anlatsal derlemesi olarak yapılandırılmıştır. Konuyla ilişkili literatürde vankomisin nefrotoksisitesi, deneysel hayvan modelleri, renal histopatoloji, immünohistokimya, oksidatif stres, apoptoz ve tübüler hasar belirteçlerine odaklanan yayınlar değerlendirilmiştir. İnceleme kapsamında özellikle sıçan ve fare modellerinde yürütülen in vivo çalışmalardan yararlanılmıştır. Çalışmaların değerlendirilmesinde kullanılan histolojik boyama yöntemleri, incelenen böbrek bölümleri, bildirilen doku hasarı bulguları ve immünohistokimyasal belirteçler dikkate alınmıştır. Parametreler; yapısal hasar, tübüler hasar belirteçleri, apoptoz, inflamasyon ve oksidatif stres/antioksidan yanıt başlıkları altında sınıflandırılmıştır.

3. BULGULAR

3.1. Vankomisin kaynaklı böbrek hasarının histopatolojik özellikleri

Vankomisin nefrotoksitesini inceleyen deneysel modellerde en sık vurgulanan morfolojik değişiklikler tübüler epitel hasarı ve akut tübüler hasarla uyumlu bulgulardır. Özellikle proksimal tübüllerde epitel hücrelerinde şişme, sitoplazmik vakuolizasyon, hücresel bütünlüğün bozulması, tübüler dilatasyon ve lümen hücresel materyal dökülmesi görülebilmektedir. Bazı modellerde tübüler nekroz, proteinöz veya hücresel silendirler, interstisyel ödem ve damar konjesyonu da bildirilmiştir (Balkrishna ve ark., 2023; Gencer ve ark., 2025). Hematoksilen-eozin (H&E) boyaması, böbrek dokusunun genel mimarisini, tübüler epitel bütünlüğünü, hücresel dejenerasyonu, nekrozu ve interstisyel değişiklikleri değerlendirmek için temel yöntemdir. Periodik asit-Schiff (PAS) boyaması, tübüler bazal membranların ve glomerüler bazal membranların değerlendirilmesine katkıda bulunabilir. Kollajen birikiminin ve interstisyel fibrozisin araştırıldığı uzun süreli modellerde ise Masson trikrom gibi özel boyamalardan yararlanılabilir. Histopatolojik değerlendirmede yalnızca glomerüler yapıların görünümüne odaklanmak yeterli değildir. Vankomisinle ilişkili hasarın önemli bir bileşeni tübüler düzeyde ortaya çıktığından, proksimal tübüller başta olmak üzere tübüler epitelin bütünlüğü, lümen içeriği ve tübülointerstisyel alanlar sistematik biçimde incelenmelidir. Glomerüler boşlukta genişleme veya glomerüler yapısal değişiklikler de kaydedilebilir; ancak bunlar her modelde aynı sıklıkta ya da şiddette görülmeyebilir (Darwish ve ark., 2023; Gencer ve ark., 2025). Bu bulgular, deneysel modelde yalnızca uygulanan dozun değil, tedavi süresinin ve doku örneklemesinin zamanının da değerlendirme sonuçlarını etkileyebileceğini düşündürmektedir.

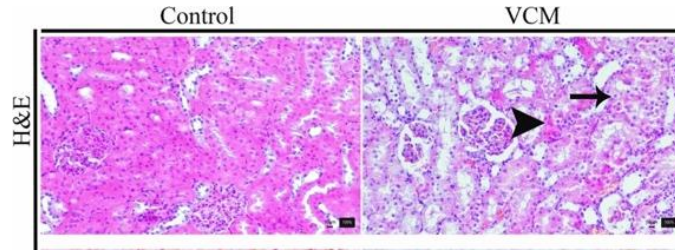
3.2. Histopatolojik değerlendirme parametreleri

Deneysel çalışmalarda histolojik bulguların standart bir değerlendirme sistemiyle puanlanması, gruplar arasındaki farklılıkların karşılaştırılmasını kolaylaştırmaktadır. Bununla birlikte, kullanılan skora sistemi ve eşik değerler çalışmalar arasında değişebildiğinden, sonuçlar yöntem bölümünde açık biçimde tanımlanmalıdır. Başlıca histopatolojik parametreler şunlardır:

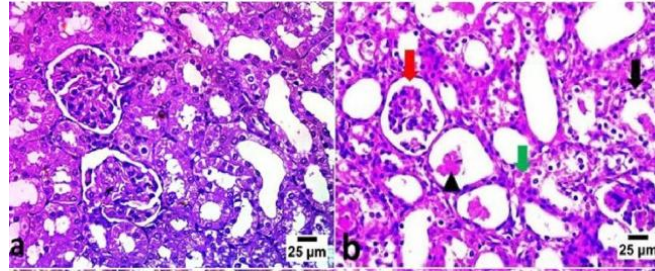
- **Tübüler dejenerasyon:** Epitel hücrelerinde şişme, sitoplazmik değişiklikler ve hücresel bütünlük kaybı.
- **Tübüler vakuolizasyon:** Tübüler epitel sitoplazmasında vakuollerin oluşması; hücresel stres ve organellerle ilişkili olabilir.
- **Tübüler dilatasyon:** Tübül çapında genişleme ve normal tübüler mimarinin bozulması.
- **Tübüler nekroz:** Epitel hücrelerinde geri dönüşümsüz hasar ve hücresel bütünlük kaybı.
- **Epitel dökülmesi ve lümenal hücresel materyal:** Hasarlı hücrelerin tübül lümenine ayrılması.

- **Silendir oluşumu:** Tübül lümeninde proteinöz veya hücrel materyal birikimi.
- **İnterstisyel inflamasyon ve ödem:** Tübüller arasındaki alanda inflamatuvar hücre birikimi ve sıvı artışı.
- **Vasküler konjesyon ve hemoraji:** Damarların genişlemesi, kanla dolgunluk veya doku içi kanama.
- **İnterstisyel fibrozis:** Özellikle daha uzun süreli hasar modellerinde araştırılabilecek ekstrasellüler matriks birikimi.

Bu parametreler ayrı ayrı kaydedilebileceği gibi, önceden tanımlanmış bir tübüler hasar skoru içinde de birleştirilebilir. Skorlamanın körlenmiş değerlendirmeye yapılması, örneklerin rastgele seçilmiş alanlarda incelenmesi ve her hayvanın bağımsız deney birimi olarak ele alınması, sonuçların güvenilirliğini artıran yöntemsel unsurlardır.



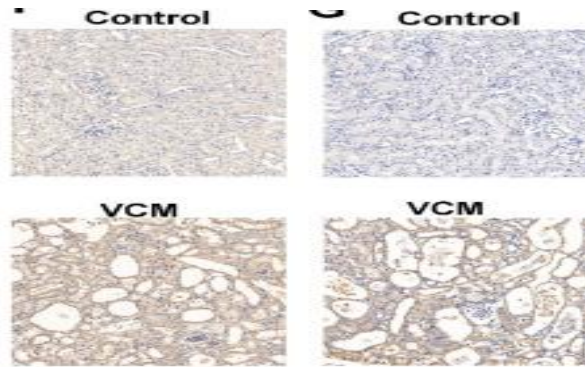
Şekil 1. Deneysel grupların böbrek dokularındaki histopatolojik bulgular. H&E boyaması, kontrol grubunda normal böbrek histolojisini gösterirken, VCM grubunda belirgin tübüler dejenerasyon (siyah oklar), nekroz (kırmızı oklar) ve tübüler dilatasyon gözlemlendi. Ölçek çubuğu: 10 µm (Tekin ve ark., 2026).



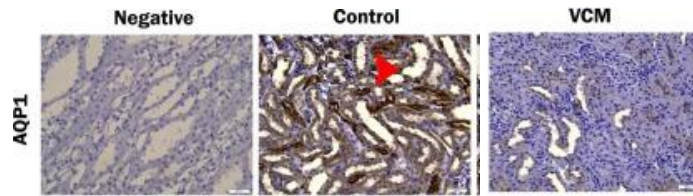
Şekil 2. Farklı deney gruplarındaki böbrek dokularının histopatolojik incelemesi (H&E, ×20). (a) Kontrol grubu, glomerüllerin ve böbrek tüplerinin normal histolojik mimarisini sergiledi. (b) VM grubu, glomerüller içinde artmış idrar boşluğu (kırmızı ok), böbrek tüp epitelyumunda nükleer piknozlu şiddetli vakuoler dejenerasyon (siyah ok), böbrek döküntüsü oluşumu (ok başı) ve interstisyel kan damarlarında tıkanıklık (yeşil ok) gösterdi (El-Gendy ve ark., 2025).

3.3. Tübüler hasar belirteçleri: KIM-1, NGAL ve AQP1

Kidney injury molecule-1 (KIM-1; HAVCR1), neutrophil gelatinase-associated lipocalin (NGAL; LCN2) ve Aquaporin-1 (AQP1), deneysel böbrek hasarı araştırmalarında öne çıkan belirteçler arasındadır. KIM-1, özellikle hasarlanmış proksimal tübüler epitelde artan bir membran proteindir. NGAL ise böbrek hasarı sırasında tübüler epitelde ekspresyonu artabilen bir proteindir. Bu belirteçler, morfolojik değişikliklerin henüz sınırlı olduğu veya biyokimyasal göstergelerin belirginleşmediği koşullarda hasarın saptanmasına katkı sağlayabilir (Demirkapı ve ark., 2025; Gencer ve ark., 2025). Vankomisin uygulanan hayvan modellerinde KIM-1 ve NGAL ekspresyonundaki değişiklikler araştırılmış; antioksidan müdahalelerle birlikte bu belirteçlerin ve histopatolojik hasarın azalabildiği bildirilmiştir (Demirkapı ve ark., 2025; Gencer ve ark., 2025). İmmünohistokimyasal açıdan KIM-1 ve NGAL boyanmasının yalnızca şiddeti değil, böbrek dokusundaki dağılımı da önemlidir. Pozitif boyanmanın tübüler epiteldeki lokalizasyonu, tübüler hasarın morfolojik olarak görüldüğü bölgelerle karşılaştırılabilir. Bununla birlikte, doku immünohistokimyası, idrarda ölçülen belirteç düzeyiyle aynı biyolojik ölçümü temsil etmez; bu iki değerlendirme birbirinin yerine kullanılmamalıdır.



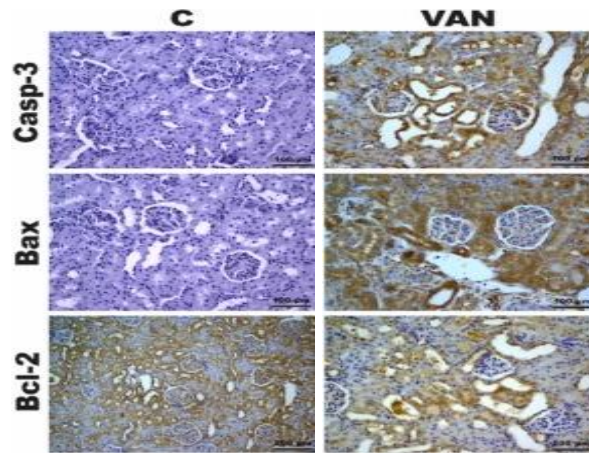
Şekil 3. Sıçan böbreklerinde VCM'nin KIM-1 ve NGAL ekspresyonununa etkisi. İmmünohistokimya kullanılarak saptanan böbrek dokusunda KIM-1 ekspresyonu ve analizi. İmmünohistokimyasal teknik kullanılarak saptanan böbrek dokusunda NGAL ekspresyonu ve analizi (Yu ve ark., 2022).



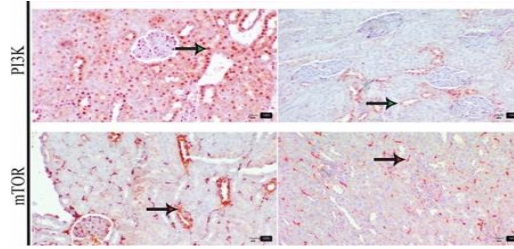
Şekil 4. VCM uygulanan deney gruplarının Aquaporin-1 (AQP1) primer antikoruna karşı immünohistokimyasal boyama ile boyanmış böbrek dokusunun temsili görüntüleri. Kırmızı ok ucu: immünopozitif ekspresyon (ölçek çubuğu 50 µm). (Gencer ve ark., 2025).

3.4. Apoptoz ve otofaji ile ilişkili immünohistokimyasal parametreler

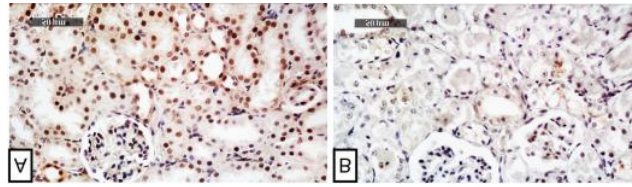
Vankomisin kaynaklı böbrek hasarının mekanizmalarından biri, oksidatif stres ve mitokondriyal işlev bozukluğuyla ilişkili hücre ölümü süreçleridir. Bu süreçlerin değerlendirilmesinde kaspaz-3, Bax ve Bcl-2 gibi proteinlerden yararlanılmaktadır. Kaspaz-3, apoptotik hücre ölümünün yürütülmesinde görev alan bir proteazdır. Bax, proapoptotik; Bcl-2 ise antiapoptotik işleviyle bilinen proteinler arasında yer almaktadır (Elgendy ve ark., 2026; Tekin ve ark., 2026). Deneysel vankomisin modellerinde kaspaz-3 aktivitesinin artabildiği ve bazı modellerde Bax/Bcl-2 dengesinin proapoptotik yönde değişebildiği bildirilmiştir (Elgendy ve ark., 2026; Tekin ve ark., 2026). İmmünohistokimyasal analizlerde kaspaz-3 için kullanılan antikorun toplam kaspaz-3 proteinini mi yoksa aktif/yarılmış kaspaz-3 formunu mu tanıdığı belirtilmelidir. Aktif kaspaz-3 boyaması, apoptotik sürecin değerlendirilmesi bakımından daha özgül bir yaklaşım sunabilir. Bax ve Bcl-2 ekspresyonu ise tek başına hücre ölümünü kanıtlamaz; sonuçların morfolojik bulgular ve mümkünse ek bir apoptoz yöntemiyle birlikte değerlendirilmesi gerekir. Terminal deoksinnükleotidil transferaz aracılı dUTP nick-end labeling (TUNEL) yöntemi, DNA parçalanması gösteren hücrelerin saptanmasında kullanılabilir. Ancak TUNEL pozitifliği tek başına apoptoza özgü değildir; nekrotik hücrelerde de pozitiflik görülebileceğinden histolojik görünüm ve diğer belirteçlerle birlikte yorumlanmalıdır. Bazı vankomisin uygulama modellerinde apoptotik hücrelerin değerlendirilmesinde tek iplikli DNA antikorlarından da yararlanılmıştır.



Şekil 5. Gruplar arasında immünohistokimyasal boyama ile Caspase-3, Bax ve Bcl-2 proteinlerinin immünoaktivitesinin görünümü. VAN grubu Caspase-3 ve Bax için yoğun immünoaktivite gösterirken, Bcl-2 düşük immünoaktivite göstermiştir (Akçakavak ve ark., 2026).



Şekil 6. Deneysel grupların böbrek dokularındaki immünohistokimyasal bulgular. PI3K ve mTOR immünopozitif alanlar sırasıyla siyah-yeşil ve siyah-kırmızı oklarla gösterilmiştir. Ölçek çubuğu: 10 µm (Tekin ve ark., 2026).



Şekil 7. VCM kaynaklı AKI'de nükleer FOXO3a ekspresyonunun immünohistokimyasal boyanması üzerinde DAPA'nın etkileri. (A) Kontrol grubu. (B) VCM (400 mg/kg) grubu. AKI; akut böbrek yetmezliği, DAPA; dapagliflozin, VCM; vankomisin, FOXO3a; Forkhead-box O3a (Darwish ve ark., 2023).

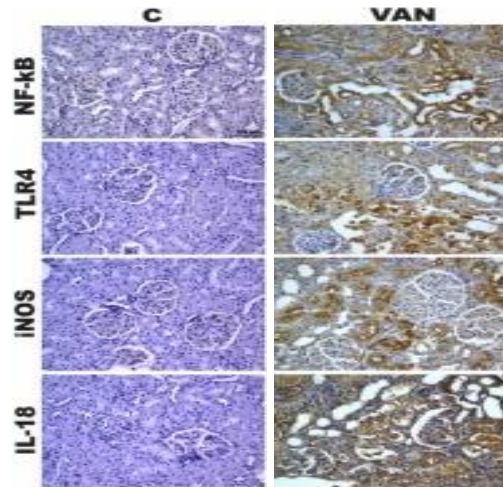
3.5. Oksidatif stres ve antioksidan savunma yolları

Oksidatif stres, vankomisin nefrotoksitesinin temel mekanizmalarından biri olarak kabul edilmektedir. Reaktif oksijen türlerinin artışı, lipid peroksidasyonu, mitokondriyal membran bütünlüğünün bozulması ve hücrel enerji metabolizmasındaki değişiklikler tübüler hücre hasarına katkıda bulunabilir (Gencer ve ark., 2025). Bu mekanizmanın araştırılmasında Nrf2/Keap1/HO-1 yolu dikkat çekmektedir. Nrf2, hücrel antioksidan yanıtın düzenlenmesinde görev alan bir transkripsiyon faktörüdür. HO-1, oksidatif ve hücrel strese yanıt kapsamında ekspresyonu değişebilen bir enzimdir. Keap1 ise Nrf2 sinyalinin düzenlenmesinde rol oynar. Bu proteinlerin ekspresyonu ve hücre içi dağılımı, böbrek dokusunun stres yanıtının incelenmesine yardımcı olabilir. Deneysel vankomisin çalışmalarında süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT), glutatyon peroksidaz (GPx), indirgenmiş glutatyon (GSH) ve malondialdehit (MDA) gibi parametreler de yaygın olarak değerlendirilmiştir (Akcakavak ve ark., 2026; Gencer ve ark., 2025). Ancak bu ölçümlerin çoğu doku homojenatında yapılan biyokimyasal analizlerdir; doğrudan immünohistokimyasal belirteç olarak sınıflandırılmamalıdır. İmmünohistokimyasal incelemede Nrf2, Keap1 ve HO-1 gibi proteinler seçilebilirken, MDA ve enzim aktivitesi ölçümleri tamamlayıcı biyokimyasal yöntemler olarak ele alınmalıdır. Nrf2 ve HO-1 ekspresyonundaki artışın her durumda doku hasarının azaldığı anlamına gelmediği de göz önünde bulundurulmalıdır. Bu artış, koruyucu bir

yanıtı veya hasara karşı gelişen stres yanıtını gösterebilir. Bu nedenle ekspresyon değişiklikleri histopatolojik skor, tübüler hasar belirteçleri ve diğer oksidatif stres ölçümleriyle birlikte yorumlanmalıdır.

3.6. İnflamasyonla ilişkili parametreler

Vankomisin kaynaklı böbrek hasarında inflamatuvar sinyal yolları, tübüler hücre hasarına eşlik edebilen veya hasarın ilerlemesine katkıda bulunabilen süreçler arasındadır. NF- κ B, inflamatuvar yanıtın düzenlenmesinde önemli rol oynayan bir transkripsiyon faktörüdür. TLR4/MyD88/NF- κ B sinyal yolu ve TNF- α , IL-1 β , IL-6 gibi proinflamatuvar sitokinler, deneysel nefrotoksisite araştırmalarında incelenen başlıca hedefler arasındadır (Akçakavak ve ark., 2026; Gencer ve ark., 2025). İmmünohistokimyasal değerlendirmede NF- κ B sinyalinin yalnızca toplam protein miktarı üzerinden değil, uygun olduğunda hücresel lokalizasyon ve nükleer birikim üzerinden de incelenmesi anlamlıdır. Buna karşılık TNF- α , IL-1 β ve IL-6 gibi sitokinlerin doku ekspresyonu, protein düzeyi veya gen ekspresyonu farklı yöntemlerle ölçülebilir. Kullanılan yöntemin açıkça belirtilmesi, sonuçların doğru yorumlanması açısından gereklidir. İnflamatuvar belirteçlerdeki değişiklikler, H&E boyamasında gözlenen interstisyel inflamatuvar hücre birikimi ve tübülointerstisyel hasarla birlikte değerlendirilebilir. Bununla birlikte, inflamatuvar hücre infiltrasyonunun az olması vankomisin kaynaklı tübüler hasarı dışlamaz. Deneysel patoloji bulguları, belirgin tübüler hasarın her zaman yoğun interstisyel inflamasyonla birlikte bulunmadığını göstermektedir (Akçakavak ve ark., 2026; Gencer ve ark., 2025).



Şekil 8. Gruplar arasında immünohistokimyasal boyama ile NF- κ B, TLR4, iNOS ve IL-18 proteinlerinin immünoreaktivitesinin görünümü. VAN grubu, NF- κ B, TLR4, iNOS ve IL-18 için yoğun immünoreaktivite gösterirken, VAN+PRO grubu bu immünoreaktiviteyi önemli ölçüde azalttı (Akçakavak ve ark., 2026).

3.7. Hücresel proliferasyon ve diğer tamamlayıcı parametreler

Hasar sonrası tübüler epitelde hücre ölümü kadar hücre yenilenme ve onarım süreçleri de önemlidir. Ki-67 veya proliferasyonla ilişkili diğer belirteçler, deney tasarımına bağlı olarak rejeneratif yanıtın değerlendirilmesinde kullanılabilir. Bununla birlikte, proliferasyon belirteçleri doğrudan nefrotoksisite göstergesi olarak değil, hasar sonrası doku yanıtını inceleyen tamamlayıcı parametreler olarak ele alınmalıdır. Bazı deneysel modellerde mitokondriyal işlev, DNA hasarı ve hücre içi sinyal yolları da araştırılmıştır.

3.8. Histoloji ve immünohistokimyanın birlikte değerlendirilmesi

Vankomisin kaynaklı böbrek hasarı araştırmalarında histolojik ve immünohistokimyasal sonuçların birlikte değerlendirilmesi, farklı biyolojik düzeylerden elde edilen verilerin ilişkilendirilmesini sağlar. Histopatoloji, doku mimarisindeki bozulmayı ortaya koyarken immünohistokimya belirli hücresel mekanizmalarla ilişkili proteinlerin dağılımını gösterir. Biyokimyasal böbrek fonksiyon testleri ve uygun olduğunda idrar biyobelirteçleri ise bu bulguları tamamlar (Gencer ve ark., 2025). Bu kapsamda, bir deneysel çalışmada aşağıdaki parametre grupları önceliklendirilebilir:

1. **Temel histoloji:** H&E ile tübüler dejenerasyon, nekroz, dilatasyon, hücresel dökülme, silendir ve interstisyel değişikliklerin değerlendirilmesi.
2. **Tübüler hasar:** KIM-1 ve/veya NGAL immünohistokimyası.
3. **Hücre ölümü:** Aktif kaspaz-3 ve gerektiğinde Bax/Bcl-2 değerlendirmesi.
4. **Mekanistik doğrulama:** Araştırma hipotezine göre Nrf2/HO-1 veya NF-κB gibi oksidatif stres ve inflamasyon yollarının seçilmesi.
5. **Tamamlayıcı ölçümler:** Serum kreatinin, kan üre azotu ve gerektiğinde oksidatif stres parametrelerinin değerlendirilmesi.

Bu liste, bütün çalışmaların tüm belirteçleri kullanmasını gerektiren standart bir panel değildir. Seçim; araştırma sorusuna, modelin süresine, örnek miktarına, antikörlerin doğrulanmış performansına ve mevcut laboratuvar olanaklarına göre yapılmalıdır.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Vankomisin kaynaklı böbrek hasarı modellerinin değerlendirilmesinde histopatoloji, tübüler hasarın anatomik dağılımını ve şiddetini göstermesi bakımından temel bir yöntemdir. Literatürde özellikle proksimal tübüler epitelde dejenerasyon ve nekroz, tübüler dilatasyon, vakuolizasyon ve lümenal hücre materyali birikimi öne çıkmaktadır (Akçakavak ve ark., 2026; Gencer ve ark., 2025). Bu bulguların şiddeti, kullanılan hayvan türüne, doz rejimine, uygulama yoluna, tedavi süresine ve örneklem zamanına göre farklılaşabilmektedir.

İmmünohistokimyasal belirteçler, morfolojik hasarın altında yatan biyolojik süreçlerin araştırılmasını sağlar. KIM-1 ve NGAL, tübüler hasarın gösterilmesinde; aktif kaspaz-3, hücrel apoptozun değerlendirilmesinde; Nrf2/HO-1 ve NF- κ B ise oksidatif stres yanıtı ve inflamatuvar sinyalleşmenin incelenmesinde kullanılabilir (Akçakavak ve ark., 2026; Elgendy ve ark., 2026; Gencer ve ark., 2025). Bununla birlikte, bu proteinlerin ekspresyonundaki değişiklikler tek başına hasarın derecesini veya nedensel mekanizmayı kesin olarak kanıtlamaz. İmmünohistokimyasal bulguların morfoloji, biyokimyasal sonuçlar ve mümkünse bağımsız doğrulama yöntemleriyle birlikte yorumlanması gereklidir. Yöntemsel açıdan, antikor seçimi ve boyama protokolünün standardizasyonu önemli bir sınırlılık alanıdır. Antikor klonu, üretici bilgisi, dilüsyon, antijen geri kazanımı, pozitif ve negatif kontroller ile boyama değerlendirme yöntemi raporlanmalıdır. Ekspresyonun yoğunluk, pozitif hücre yüzdesi veya birleşik skor üzerinden değerlendirilmesi önceden belirlenmelidir. Özellikle farklı deney gruplarının karşılaştırıldığı çalışmalarda, görüntü analizi ve skoreleme işlemlerinin grup bilgisinden habersiz yürütülmesi değerlendirme yanlılığını azaltabilir. Bir diğer önemli nokta, doku immünohistokimyası ile biyokimyasal veya moleküler ölçümlerin birbirinden ayrılmasıdır. Örneğin MDA düzeyi ve SOD aktivitesi oksidatif stresin değerlendirilmesine katkıda bulunsa da bunlar, standart uygulamada immünohistokimyasal boyama sonuçları değildir. Benzer biçimde serum kreatinin ve kan üre azotu, dokuya özgü immünohistokimyasal parametrelerden ziyade böbrek fonksiyonunu değerlendiren biyokimyasal göstergelerdir. Bu ayrımın korunması, yöntem ve bulguların bilimsel açıdan doğru sunulmasını sağlar. Son olarak, akut tübüler hasar bulguları ile kronik doku yeniden yapılanması birbirinden ayrılmalıdır. Fibrozis ve kalıcı yapısal değişiklikler araştırılacaksa, deney süresi ve örnekleme planı bu hedefe uygun olmalıdır. Kısa süreli modellerden elde edilen sonuçlarla uzun dönemli fibrotik süreçler hakkında doğrudan çıkarım yapılmamalıdır. Vankomisin kaynaklı böbrek hasarının deneysel modellerde değerlendirilmesinde histopatolojik inceleme, doku hasarının varlığını, dağılımını ve şiddetini ortaya koyan temel yaklaşımdır. H&E ve gerektiğinde PAS veya Masson trikrom gibi boyamalarla desteklenen morfolojik incelemeler; KIM-1 ve NGAL gibi tübüler hasar belirteçleri, aktif kaspaz-3 gibi apoptoz göstergeleri ve araştırma hipotezine uygun oksidatif stres veya inflamasyon belirteçleriyle birleştirilebilir.

Bununla birlikte, her belirtecin farklı bir biyolojik süreci yansıttığı ve tek başına nedensellik göstermediği unutulmamalıdır. Standartlaştırılmış histolojik skorelama, doğrulanmış antikorlar, uygun kontroller, kör değerlendirme ve biyokimyasal sonuçlarla bütünleştirilmiş analizler, deneysel vankomisin nefrotoksitesisi araştırmalarının bilimsel gücünü artıracaktır.

KAYNAKLAR

- Akcakavak, G., Karatas, O., Akcakavak, F. K., Cifci, A. T., Jabbar, A. A. J., Kirgiz, O., Alakus, H., Alakus, I., Kirgiz, F. C., & Tuzcu, M. (2026). Proanthocyanidin alleviates vancomycin-induced kidney injury via modulation of Nrf2/Keap1/HO1, Bax/Bcl-2/Caspase-3, and TLR4/MyD88/NF- κ B pathways. *Tissue & cell*, 101, 103444.
- Balkrishna, A., Sharma, S., Gohel, V., Kumari, A., Rawat, M., Maity, M., Sinha, S., Dev, R., & Varshney, A. (2023). Renogrit attenuates Vancomycin-induced nephrotoxicity in human renal spheroids and in Sprague-Dawley rats by regulating kidney injury biomarkers and creatinine/urea clearance. *PloS one*, 18(11), e0293605.
- Darwish, S. F., Mahmoud, A. M. A., Abdel Mageed, S. S., Sallam, A. M., & Oraby, M. A. (2023). Dapagliflozin improves early acute kidney injury induced by vancomycin in rats: Insights on activin A/miRNA-21 signaling and FOXO3a expression. *European journal of pharmacology*, 955, 175908.
- Demirkapı Atik, H., Atik, O., Aslan, R., Birdane, Y. O., & Eryavuz, A. (2025). Antioxidant, Antiinflammatory and Antiapoptotic Effects of Lycopene in Rats With Vancomycin-Induced Nephrotoxicity. *Basic & clinical pharmacology & toxicology*, 137(2), e70084.
- Ekici, M., Taştumur, Ş., Baş-Ekici, H., Ateş, M. B., Denk, B., & Özgür, A. (2025). Infliximab ameliorates vancomycin-triggered nephrotoxicity: Biochemical, molecular, and histopathological insights. *Biochemical and biophysical research communications*, 782, 152570.
- El-Emam, M. M. A., Kilany, M. S., Ibrahim, M., Qelliny, M. R., Mostafa, M., El Sayed, M. M., Khamis, T., Agaga, R. A. A., Eltaweel, A. M., & Mansour, M. F. (2026). Nanocapsule-based vitamin B12 as a novel strategy against vancomycin-induced nephrotoxicity: Targeting oxidative stress, ER stress, inflammation, and fibrosis in rats. *Toxicology and applied pharmacology*, 506, 117662.
- El-Gendy, H. F., Salamah, S., Elhusseiny, E., Khalifa, H. O., El-Banna, H. A., Attia, T. A., Selim, S., & Hanbally, S. E. (2025). Daflon and Centrum mitigate vancomycin-induced nephrotoxicity in rats by ameliorating oxidative stress, DNA damage, apoptosis, and inflammation. *Frontiers in toxicology*, 7, 1673083. <https://doi.org/10.3389/ftox.2025.1673083>
- Elgendy, S. A., Soliman, M. M., Shukry, M., Mohammed, L. A., Ibrahim, M. H., Abdelhady Mohammed, D., Mahmood Fawzey Atta, M., Althobaiti, S. A., Abozeid, E. A., & Elnoury, H. A. (2026). Exploring the protective impacts of *Rhodiola rosea* extract against vancomycin-induced hepatic and renal toxicity through the activation of Nrf2/HO-1 and MAPK kinases, inhibition of NF- κ B and TGF- β 1 signaling pathways, role of

apoptosis and inflammation associated-markers. *Drug and chemical toxicology*, 1–17. Advance online publication.

Gencer, S., Şimşek, H., Akaras, N., İleritürk, M., Gür, C., Küçükler, S., Kankılıç, N. A., & Kandemir, F. M. (2025). Hesperidin ameliorates vancomycin-induced kidney injury via multipathway modulation: Nrf-2/HO-1, Caspase-3/Bax/Bcl-2, ATF-4, KIM-1 and improved renal tissue function. *Biochemical pharmacology*, 240, 117131.

Marianski, S., Pais, G. M., Jeantet, C., Melicor, R. P., Valdez, K., Schoech, L., Chang, J., Liu, J., Rhodes, N. J., & Scheetz, M. H. (2026). Evaluation of vancomycin bolus/standard and continuous infusion on nephrotoxicity in a rat model. *International journal of antimicrobial agents*, 67(12), 107988. Advance online publication.

Tekin, S., Bolat, M., Laçin, B. B., Karaarslan, T., Bolat, İ., Aykurt, F., Çinar, B., Warda, M., & Çinar, A. (2026). Morin attenuates vancomycin-induced nephrotoxicity via Nrf-2/HO-1, SIRT1/PGC1 α and AKT/FOXO1A pathways. *Molecular biology reports*, 53(1), 1418.

Xiao, Y., Teran, N. S., Hudson, C. S., Nigo, M., & Tam, V. H. (2026). Comparative adjuvant therapy to reduce vancomycin-associated nephrotoxicity in an animal model. *Antimicrobial agents and chemotherapy*, 70(10), e0088726.

Yu, P., Luo, J., Song, H., Qian, T., He, X., Fang, J., Dong, W., & Bian, X. (2022). N-acetylcysteine Ameliorates Vancomycin-induced Nephrotoxicity by Inhibiting Oxidative Stress and Apoptosis in the *in vivo* and *in vitro* Models. *International journal of medical sciences*, 19(4), 740–752. <https://doi.org/10.7150/ijms.69807>

TEMPOROMANDİBULAR RAHATSIZLIKLARDA KULLANILAN HASTA TARAFINDAN BİLDİRİLEN SONUÇ ÖLÇÜTLERİ VE PSİKOMETRİK ÖZELLİKLERİ: LİTERATÜR İNCELEMESİ

Doç. Dr., Nazım Tolgahan YILDIZ¹

¹ Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi,

Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü,

Mail: tolgafty@gmail.com, ORCID Numarası: 0000-0002-2404-2884

Özet

Amaç: Bu literatür incelemesi, temporomandibular rahatsızlığı (TMR) olan bireyler için geliştirilen ve/veya geçerliliği kanıtlanan duruma özgü hasta tarafından bildirilen sonuç ölçütlerini (HTBSÖ) ve bunların psikometrik özelliklerini kapsamlı bir şekilde değerlendirerek, klinisyen ve araştırmacılar için kanıta dayalı rehber ilkeler oluşturmayı hedeflemiştir. **Yöntem:** Anlatısal sentez yaklaşımı benimsenerek, mevcut literatürden elde edilen veriler; belirlenen araçların yapısal özellikleri ve klinik uygulama alanlarına göre sınıflandırılması ve ardından güvenilirlik, geçerlilik ile duyarlılık kanıtlarının özetlenmesi yoluyla yapılandırılmıştır. **Bulgular:** Duruma özgü HTBSÖ'ler beş ana alanda sınıflandırılmıştır: tarama/genel değerlendirme (Örn. Fonseca Anamnez İndeksi, TMR için Tanı Kriterleri), ağrı değerlendirmesi (Örn. Derecelendirilmiş Kronik Ağrı Ölçeği), fonksiyonel durum (Örn. Çenenin Fonksiyonel Kısıtlılık Ölçeği), psikososyal durum ve mental sağlık (TMR için Tampa Kinezyofobi Ölçeği) ve yaşam kalitesi (Örn. TMR için Ağız Sağlığı Etki Profili). Kültürlerarası uyarlama ve klasik güvenilirlik (Cronbach α ve Sınıf içi korelasyon katsayısı) çalışmalarında niceliksel bir artış gözlenmesine rağmen; yapısal geçerlilik, ölçüm hatası ve özellikle boylamsal duyarlılık (responsiveness) gibi ileri psikometrik özelliklerin mevcut literatürde oldukça yetersiz değerlendirildiği ve metodolojik olarak sınırlı kaldığı saptanmıştır. Mevcut araçların çoğunun statik yapıları ölçmeye odaklandığı, TMR'nin dalgalı seyrini yakalamakta ve altta yatan mekanistik/etiyojik risk faktörlerini entegre etmekte yetersiz kaldığı görülmüştür. **Sonuç:** Geçerliliği doğrulanmış duruma özgü HTBSÖ'lerin rutin klinik uygulamada kullanılması; ortak karar mekanizmalarını desteklemek, hekim-hasta iletişimini güçlendirmek ve tedavi etkinliğini sistematik olarak izlemek açısından kritik öneme sahiptir. Ancak kanıta dayalı, hasta merkezli bütüncül bir TMR yönetimi için, gelecekteki araştırmaların Sağlık Ölçüm Araçlarının Seçimi İçin Uzlaşıya Dayalı Standartlar (COSMIN) gibi yüksek standartlı kılavuzlara bağlı kalarak boylamsal duyarlılık analizlerine öncelik vermesi, modern psikometrik paradigmaları (Rasch Analizi) uygulaması ve objektif biyobelirteçlerle kombine edilmiş dinamik dijital veri toplama yöntemlerine geçiş yapması gerekmektedir.

Anahtar kelimeler: Temporomandibular rahatsızlıklar, hasta tarafından bildirilen sonuç ölçütleri, psikometrik özellikler, geçerlilik, duyarlılık

PATIENT-REPORTED OUTCOME MEASURES AND PSYCHOMETRIC PROPERTIES USED IN TEMPOROMANDIBULAR DISORDERS: A LITERATURE REVIEW

Abstract

Objectives: This literature review aimed to comprehensively evaluate condition-specific Patient-Reported Outcome Measures (PROMs) developed and/or validated for individuals with temporomandibular disorders (TMDs), along with their psychometric properties, thereby establishing evidence-based guidelines for clinicians and researchers. **Method:** Adopting a narrative synthesis approach, the extracted data from the existing literature were structured by categorizing the identified tools according to their structural characteristics and clinical applications, followed by summarizing the evidence on their reliability, validity, and responsiveness. **Results:** Condition-specific PROMs were classified into five main domains: screening/global assessment (e.g., Fonseca Anamnestic Index, Diagnostic Criteria for TMD), pain evaluation (e.g., Graded Chronic Pain Scale), functional status (e.g., Jaw Functional Limitation Scale), psychosocial status and mental health (Tampa Scale for Kinesiophobia for TMD), and quality of life (e.g., Oral Health Impact Profile for TMD). While a quantitative increase in cross-cultural adaptation and classical reliability (Cronbach's α and Intraclass correlation coefficient) studies was observed, advanced psychometric properties-specifically structural validity, measurement error, and longitudinal responsiveness-remain heavily under-evaluated and methodologically limited in the current literature. Most existing tools focus on static constructs, failing to fully capture the fluctuating nature of TMD or integrate underlying mechanical/etiological risk factors. **Conclusion:** Utilizing validated condition-specific PROMs in routine clinical practice is paramount to fostering shared decision-making, enhancing patient-physician communication, and systematically monitoring treatment efficacy. However, to establish evidence-based, patient-centered holistic TMD management, future research must prioritize longitudinal responsiveness analyses adhering to high-standard guidelines (e.g., Consensus-based Standards for the selection of health Measurement Instruments-COSMIN), implement modern psychometric paradigms (Rasch analysis), and transition toward dynamic digital data collection methods combined with objective biomarkers.

Keywords: Temporomandibular disorders, patient-reported outcome measures, psychometric properties, validation, responsiveness

1. GİRİŞ

Temporomandibular rahatsızlıklar (TMR); temporomandibular eklemi (TME), çiğneme kaslarını ve ilişkili yapıları etkileyen, heterojen bir nöromüsküler ve kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları grubunu oluşturur. TMR diş kaynaklı olmayan ağız-yüz ağrısının en yaygın nedenidir. Ağrı, eklem sesleri, mandibula hareket açıklığında kısıtlanma, çiğneme ve konuşma gibi önemli günlük yaşam aktivitelerinde fonksiyonel bozuklukları içeren karmaşık bir semptomlar bütünü ile karakterizedir (Manfredini ve ark., 2025; Ohrbach ve Dworkin, 2016). Yayımlanan yakın tarihli bir sistematik derleme ve meta-analiz çalışması, nüfusun %29,5'ini TMR'den etkilendiğini göstermiştir (Alqutaibi ve ark., 2025). TMR'nin kadınlarda erkeklere kıyasla anlamlı derecede daha yaygın görüldüğü ve kadınların TMR yaşama olasılığının 1,75 kat daha fazla olduğu gösterilmiştir. Yetişkinlerin %34,1'i, 18 yaş altındaki bireylerin %38,5'i TMR'den etkilenmektedir. TMR en yaygınlık olarak Avrupa'da (%33,8) görülürken, bunu sırasıyla Asya (%27,9) ve Güney Amerika (%27,3) izlemiştir; Kuzey Amerika'nın ise en düşük orana (%19,4) sahip olduğu bildirilmiştir (Alqutaibi ve ark., 2025). Türkiye'de yapılan epidemiyolojik çalışmalarda, TMR görülme oranının %22,4 ile %81 arasında oldukça geniş bir yelpazede olduğu rapor edilmiştir (Nekora-Azak ve ark., 2006; Omezli ve ark., 2023; Yıldız ve ark., 2025a). TMR'nin klinik bulgular arasında en sık bildirilen semptom kas ağrısı olup, bunu eklemlerde klik sesleri, eklem ağrısı, ağız açmada kısıtlılık, çenede krepitasyon, kilitlenme ve çiğneme güçlüğü izlemektedir (Yıldız ve ark., 2025a).

TMR'nin komplike ve heterojen klinik seyri dikkate alındığında, yalnızca klinik değerlendirmeler; bu bozuklukların hastaların günlük yaşamları ve iyi olma halleri üzerindeki etkisini tam olarak yansıtmayabilir. Dolayısıyla TMR'de rahatsızlığın belirtilerinin hastaların fonksiyonel durumları, günlük aktiviteleri, yaşam kaliteleri ve iyi olma halleri üzerindeki etkilerini standardize, geçerli ve güvenilir sonuç ölçütleri kullanarak ortaya koymak oldukça önemlidir. TMR'de sonuç ölçütleri ile yapılan değerlendirmeler büyük ölçüde çeşitlilik göstermekte; bu durum, hastaların sağlıkları, semptomları, işlevsel yetenekleri ve yaşam kaliteleri hakkında doğrudan hastalardan standartlaştırılmış bilgiler toplayan hasta tarafından bildirilen sonuç ölçütlerinin (HTBSÖ) (Patient-Reported Outcome Measures-(PROMs) önemini vurgulamaktadır. Klinik değerlendirmelerin aksine, HTBSÖ'leri hastanın kendi durumuna ilişkin algısına ve tedavilerin etkisine odaklanır. Hastaları bakımın merkezine yerleştirip onlar için en önemli olan sonuçları vurgulayarak modern sağlık hizmetlerinde önemli roller oynarlar. HTBSÖ'ler; klinik araştırmalarda tedavinin etkinliğini değerlendirmek, rutin uygulamada ortak karar vermeyi desteklemek ve gelişimi izlemek, sağlık sistemi değerlendirmesinde ise performansı karşılaştırmak ve politikalara yön vermek amacıyla kullanılır. HTBSÖ'ler aracılığıyla ölçülen yaygın kavramlar

arasında sağlık durumu, sağlıkla ilişkili yaşam kalitesi (HRQoL), iyi olma hali, tedavi memnuniyeti, semptomlar ve işlevsellik yer alır (Taimeh ve ark., 2023).

HTBSÖ'ler genel ve duruma özgü olmak üzere iki ana türe ayrılır. Genel HTBSÖ'ler, sağlık ve yaşam kalitesinin genel yönlerini değerlendirerek farklı durumlar ve popülasyonlar arasında karşılaştırma yapılmasına olanak tanır. Bununla birlikte, duruma özgü HTBSÖ'ler belirli hastalıklara veya hasta gruplarına özgü konulara odaklanır ve semptomlardaki ya da hastalığın etkisindeki değişikliklere karşı daha duyarlıdır (Churrua ve ark., 2021). Duruma özgü HTBSÖ'ler; tedavi sonuçlarının değerlendirilmesi, hastalığın seyrinin izlenmesi ve belirli hasta gruplarının karşılaştığı kendine özgü zorlukların anlaşılması açısından sıklıkla daha avantajlı kabul edilmektedir. Doğruluk ve kullanışlılığı sağlamak amacıyla HTBSÖ'ler; güvenilirlik, geçerlilik ve duyarlılıklarını test eden psikometrik doğrulama süreçlerinden geçirilirler (Taimeh ve ark., 2023). Taimeh ve arkadaşları (Taimeh ve ark., 2023) tarafından TMR'de kullanılan HTBSÖ'lerin kullanımına ilişkin yapılan derleme çalışmasında, genel amaçlı araçlara fazlaca bağımlılık olduğu ve duruma özgü araçlarda önemli bir eksiklik bulunduğu ortaya koyulmuştur. En sık kullanılan genel araçlar; Görsel Analog Skala (GAS), Ağız Sağlığı Etki Profili-14 (Oral Health Impact Profile-OHIP-14) ve Beck Depresyon Envanteri (BDI) olarak rapor edilmiştir. Genel ve spesifik olmayan araçlara duyulan bu bağımlılık, TMR'lerin hastanın günlük yaşamı ve ruhsal iyi olma hali üzerindeki kendine özgü ve çok yönlü etkisini yansıtmakta yetersiz kalabilir. Keller ve arkadaşlarının gerçekleştirdiği bir diğer sistematik derleme, mevcut TMR'ye özgü hasta bildirimli sonuç ölçütleri (HTBSÖ'ler) için özellikle de tedavi sonuçlarının zaman içindeki değişimini ölçme konusunda sağlam psikometrik kanıtların endişe verici düzeyde yetersiz olduğuna dikkat çekmiştir (Keller ve ark., 2023). Bu durum, yalnızca hastalığa özgü ilave araçlar geliştirme ihtiyacının değil, aynı zamanda mevcut araçların titiz ve kapsamlı bir psikometrik geçerlilik sürecinden geçirilmesini sağlama yönünde acil bir gerekliliğin de bulunduğunu ortaya koymaktadır.

Bunların ışığında bu çalışma, TMR'li bireylerde kullanılmak üzere geliştirilen ve/veya geçerliliği kanıtlanan, duruma özgü HTBSÖ'leri ve bunların psikometrik özelliklerini derleyerek sunmayı amaçlamıştır. Mevcut çalışma, klinisyenlere ve araştırmacılara; TMR'nin çok yönlü etkisini doğru ve kapsamlı bir şekilde yansıtan HTBSÖ'leri seçmeleri konusunda güvenilir ve psikometrik açıdan sağlam bir çerçeve sunmaktadır.

2. TEMPOROMANDİBULAR RAHATSIZLIKLARDA KULLANILAN HASTA TARAFINDAN BİLDİRİLEN SONUÇ ÖLÇÜTLERİ VE PSİKOMETRİK ÖZELLİKLERİ

Anlatısal sentez yaklaşımı benimsenerek, bulgular; önce tespit edilen araçların sınıflandırılması, ardından bu araçların güvenilirliği, geçerliliği ve diğer ilgili özelliklerine ilişkin kanıtların özetlenmesi yoluyla

yapılandırılmıştır. Belirlenen araçlar; yapısal özellikleri ve klinik uygulama alanları temel kategorilere ayrılmıştır.

2.1. Tarama/Genel Değerlendirme Araçları

Fonseca Anamnez İndeksi (FAİ) ve onun Kısa Formu (SFAİ), en kapsamlı şekilde değerlendirilen araçlar olup, bu özellikleri onları küresel ölçekte en yaygın kullanılan ve üzerinde en çok araştırma yapılan, hasta bildirimine dayalı tarama araçları haline getirmiştir. FAİ/SFAİ; Arapça, Brezilya Portekizcesi, Türkçe, Lehçe, İspanyolca, Çince ve Malayca dahil olmak üzere çok sayıda dilde ve kültürel bağlamda geçerliliği kanıtlanmış bir araçtır. Geniş bir aralıkta değişen iç tutarlılık değerleri (Cronbach $\alpha = 0,57-0,95$) sergilemiş olmakla birlikte, çalışmaların büyük çoğunluğu iyi ila mükemmel düzeyde güvenilirlik ($\alpha > 0,75$) bildirmiştir. 0,72 ile 0,99 arasında değişen sınıf içi korelasyon katsayıları (Intraclass Correlation Coefficient-ICC) değerleriyle, test-tekrar test güvenilirliği istikrarlı bir şekilde yüksek düzeyde seyretmiştir. Araç; TMR için Araştırma Tanı Kriterleri (RDC/TMR) ve TMR için Tanı Kriterleri (DC/TMR) gibi referans standartlara kıyasla mükemmel bir tanısal doğruluk sergilemiş; genellikle %78 ila %99 arasında değişen duyarlılık ve %65 ila %96 arasında değişen özgüllük değerleriyle, çeşitli popülasyonlarda TMR'yi dışlamak adına son derece etkili bir araç olduğunu ortaya koymuştur. TMR Ağrı Tarama Aracı (TMD Pain Screener), özellikle 3 ve 6 maddelik formlarıyla, son derece etkili bir araç olduğunu kanıtlamıştır. Araç, ağrı kaynaklı TMR'yi saptamada yüksek iç tutarlılık ($\alpha = 0,87-0,93$) ve mükemmel duyarlılık (%99) sergilemiş; özgüllük değerleri ise daha değişken (%59-%97) bir seyir izlemiştir. Kısa ve öz yapısı, aracı hızlı klinik triyaj için ideal kılmaktadır. (Alyessary ve ark., 2023; Arikan ve ark., 2024; Gałczyńska-Rusin ve ark., 2024; Yap ve ark., 2024; Zhang ve ark., 2020).

Kapsamlı TMR değerlendirmesinde uluslararası altın standart olarak kabul edilen temel araçlar RDC/TMR ve onun kanıta dayalı halefi olan DC/TMR'dir. Bu araçlar, fiziksel tanıya odaklanan Eksen I ve ağrıya bağlı işlev kaybı, psikolojik sıkıntı ve davranışsal faktörlerin değerlendirildiği Eksen II şeklindeki çift eksenli yaklaşımlarıyla karakterize edilir. RDC/TMR'nin Eksen II bileşeni, psikolojik sıkıntı ve ağrının değerlendirilmesinde tutarlı bir şekilde yüksek iç tutarlılık ($\alpha = 0,71$ ila $0,95$) sergilemiştir. Test-tekrar test güvenilirliği de güçlü olup, Derecelendirilmiş Kronik Ağrı Ölçeği (Graded Chronic Pain Scale-GCPS) için 0,97 ve Depresyon alt ölçeği için 0,95 gibi yüksek ICC değerleri bildirilmiştir. Araç; OHIP-14 gibi diğer ağız sağlığı etki ölçütleriyle anlamlı korelasyonlar göstererek iyi bir yakınsak geçerlilik sergilemiş ve TMR hastaları ile sağlıklı kontrol grubu arasında etkili bir ayrım yapmıştır. Güncellenmiş DC/TMR protokolü, geniş kapsamlı, uluslararası ve çok merkezli bir çalışmada doğrulanmıştır. Bu protokol, ağrı ile ilişkili yaygın TMR durumlarının tanısında mükemmel bir uygulayıcılar arası güvenilirlik sergilemiştir. DC/TMR, Eksen II (Axis II)

değerlendirmesi için klinik kullanıma son derece uygun olan, geçerliliği kanıtlanmış ve oldukça kısa ölçekleri bünyesinde barındırmaktadır. DC/TMR, genel olarak TMR hastalarının kapsamlı bir biyopsikososyal değerlendirmesi için güvenilir, geçerli ve kanıta dayalı bir sistem sunmaktadır (Schiffman ve ark., 2014).

2. 2. Ağrı Değerlendirme Araçları

En sık kullanılan ara ağrı değerlendirme aracı, hem Sürüm 1'i hem de revize edilmiş GCPS-2'yi kapsayan Derecelendirilmiş Kronik Ağrı Ölçeği (Graded Chronic Pain Scale-GCPS) olmuştur. Uygulama yöntemi olarak öncelikle bireyin kendi kendine doldurması tercih edilmiştir. GCPS, TMR'de ağrı şiddeti ve yeti yitimini değerlendirmek amacıyla altı dilde (İngilizce, Brezilya Portekizcesi, Fince, Malayca, Endonezce ve Farsça) doğrulanmış ve dünya genelinde yaygın bir kabul görmüş bir araçtır. Bu araç, tutarlı bir şekilde mükemmel iç tutarlılık (Cronbach α değeri 0,60 ila 0,95 arasında) ve iyi düzeyde test-tekrar test güvenilirliği (ICC = 0,79-0,99) sergilemiştir. Yakınsak geçerliliği; Kısa Ağrı Envanteri ve Ağız Sağlığı Etki Profili (OHIP) gibi diğer ağrı ve yeti yitimi ölçütleriyle olan orta ila güçlü korelasyonlarla desteklenmiştir. GCPS, çeşitli kültürlerde kapsamlı şekilde doğrulanmış ağrıya özgü araç olarak öne çıkmaktadır. Ağrı ve Engellilik İndeksi (Pain Disability Index-PDI), tek bir çalışmada değerlendirilmiş, diğer kronik ağrı popülasyonlarına benzer bir faktör yapısı sergilemiş ve kas kaynaklı TMR hastalarının daha yüksek düzeyde engellilik bildirmesiyle, TMR tanısız alt grupları arasında başarılı bir ayırım yapmıştır. Modifiye Semptom Şiddeti İndeksi (Modified Symptom Severity Index-SSI), TME kilitlenme durumunda çok boyutlu ağrıyı değerlendirmek için yüksek düzeyde yüksek iç tutarlılık ($\alpha \geq 0,92$) ve test-tekrar test güvenilirliği (ICC 0,89-0,97) sergilemiştir. Faktör analizi, şakak ağrısını çene ağrısından ayıran yapısını desteklemiştir. Ağrı Çizimlerinin, ağrı yeri ve yayılımını değerlendirmede uygulanabilir ve güvenilir yöntemler olduğu gösterilmiştir. Dijital versiyon, ağrı yayılımı (ICC = 0,85-0,94) ve ağrı yeri (Jaccard indeksi 0,68-0,80) açısından yüksek test-tekrar test güvenilirliği göstermiş; baş ağrısı ve boyun kaynaklı fonksiyon kaybı gibi klinik özelliklerle ilişkili olacak şekilde, TME bölgesinin ötesine uzanan yaygın ağrıyı ortaya koymuştur. Çok Boyutlu Ağrı Envanteri'nin (Multidimensional Pain Inventory-MPI) İspanyolca versiyonu, bazı psikososyal alt ölçekleri birleştirerek TMR hastalarına göre düzenlenmiş bir yapının doğrulayıcı faktör analiziyle desteklenmesinin ardından, iyi düzeyde iç tutarlılık sergilemiştir (Andreu ve ark., 2006; Bush ve ark., 1995; Da Cunha ve ark., 2012; John ve ark., 2006; Mafi ve ark., 2024; Nixdorf ve ark., 2010; Pitance ve ark., 2021; Tahir ve ark., 2020; Tanti ve ark., 2020).

2.3. Fonksiyonel Durum Değerlendirme Araçları

En sık kullanılan fonksiyonel değerlendirme araçları, Çenenin Fonksiyonel Kısıtlılık Ölçeği (Jaw Functional Limitation Scale-JFLS) ve Kraniyofasiyal Ağrı ve Engellilik Envanteri (Craniofacial Pain and Disability

Inventory-CFPDI) olmuştur. JFLS; tamamlama süresini 2–5 dakikanın altına indiren ve klinik uygulanabilirliği artıran çeşitli kısa formlarıyla (JFLS-8, JFLS-4) dikkat çekmiştir. JFLS; yedi dilde (İngilizce, Çince, Malayca, Türkçe, Brezilya Portekizcesi, İsveççe ve Almanca) doğrulanmıştır. CFPDI ayrıca beş dile (Brezilya Portekizcesi, Çince, İtalyanca, Almanca ve Türkçe) geniş çapta uyarlanmış olup, bu durum standartlaştırılmış fonksiyonel değerlendirmeleri hayata geçirmeye yönelik önemli bir küresel çabayı doğrulamaktadır. JFLS (Cronbach $\alpha = 0,71-0,99$), CFPDI ($\alpha = 0,77-0,99$) gibi yüksek güvenilirlik göstermiştir. Mandibular Fonksiyon Bozukluğu Anketi (Mandibular Function Impairment Questionnaire-MFIQ) de güçlü bir iç tutarlılık ($\alpha = 0,72-0,96$) sergilemiştir. JFLS (ICC = 0,81-0,99), CFPDI (ICC = 0,79-0,98) ve MFIQ (ICC = 0,72-0,97) için test-tekrar test güvenilirliği oldukça yüksek bulunmuştur. JFLS ayrıca MFIQ, ağrı şiddeti ve çene açıklığı gibi diğer işlevsel ölçütlerle de güçlü korelasyonlar göstermiştir. CFPDI; ağrı, boyun kaynaklı kısıtlılık ve psikososyal faktörlere ilişkin ölçütlerle tutarlı bir korelasyon sergilemiştir. TMR hastalarını sağlıklı kontrollerden başarıyla ayırt eden JFLS, CF-PDI ve MFIQ için "bilinen gruplar geçerliliği" (known-groups validity) güçlü bir şekilde ortaya konmuştur. Kapsamlı olmakla birlikte, bu araçlar hızlı taramadan ziyade ayrıntılı ölçüm amacıyla tasarlanmıştır. Mükemmel psikometrik özellikleri ve kültürlerarası uyarlanabilirlikleri, TMR'ye yönelik hem klinik hem de araştırma ortamlarında ayrıntılı işlevsel değerlendirme ve sonuç takibi amacıyla kullanılmalarını desteklemektedir (Arikan ve ark., 2024; Campos ve ark., 2012; Da Cunha ve ark., 2012; John ve ark., 2006; Monticone ve ark., 2019; Ohrbach ve ark., 2008; Xu ve ark., 2016; Xu ve ark., 2020; Yıldız ve ark., 2024a; Yıldız ve ark., 2025b).

2.4. Psikososyal Durum ve Mental Sağlık Değerlendirme Araçları

En yaygın olarak kullanılan değerlendirme araçları korku-kaçınma ve parafonksiyonel davranışlara yönelik önemli klinik ilgiyi yansıtan, TMR için Tampa Kinezyofobi Ölçeği (Tampa Scale for Kinesiophobia for TMR-TSK/TMR) ve Ağız Alışkanlıkları Kontrol Listesi (Oral Behaviours Checklist-OBC) olmuştur. Uygulama yöntemi olarak ağırlıklı biçimde öz-bildirim kullanılmıştır. DC/TMR Eksen II bataryasının temel bileşenleri olan Hasta Sağlık Anketi (Patient Health Questionnaire-PHQ-9/PHQ-8) ve Yaygın Anksiyete Bozukluğu-7 (Generalized Anxiety Disorder-GAD-7), TMR hastalarında depresyon ve anksiyete taraması için uluslararası standart haline gelmiştir. TMR'de korku-kaçınma davranışlarının değerlendirilmesine olanak sağlayan TSK/TMR, çeşitli dillerde (Brezilya Portekizcesi, Çince, İspanyolca, Felemenkçe, İngilizce ve Türkçe) doğrulanarak ölçeğin kültürlerarası kullanışlılığı kanıtlanmıştır. TSK/TMR, tutarlı bir şekilde iyi ila mükemmel düzeyde iç tutarlılık (Cronbach $\alpha = 0,66-0,94$ arasında) ve test-tekrar test güvenilirliği (ICC = 0,73-0,95) sergilemiştir. TMR'de ağızla ilgili parafonksiyonel davranışların varlığını ve sıklığını değerlendirmek amacıyla

kullanılan OBC'nin Türkçe ve Brezilya Portekizcesi versiyonları yüksek iç tutarlılık ($\alpha = 0,82-0,89$) ve iyi düzeyde test-tekrar test güvenilirliği ($ICC = 0,72-0,97$) göstermiştir. Temel duygu durum değerlendirmesinde, PHQ-9 ve GAD-7 yüksek iç tutarlılık (sırasıyla $\alpha = 0,81-0,95$ ve $\alpha = 0,91-0,93$) sergilemiştir. Kısa Symptom Envanteri-18 (Brief Symptom Inventory-BSI-18) ve Symptom Kontrol Listesi-90-R (Symptom Checklist-SCL-90 R) gibi daha kapsamlı tarama araçları, psikolojik sıkıntıya dair güvenilir ve çok boyutlu profiller sunmuştur (BSI-18 toplam $\alpha = 0,89$; SCL-90 R alt ölçekleri $\alpha = 0,83-0,93$). Diğer ölçüm araçlarıyla karşılaştırıldığında, bu araçlar genel olarak güçlü bir yakınsak geçerlilik ve iyi derecede ayırt edici özellikler sergilemiştir. OBC, TMR hastalarını sağlıklı kontrollerden başarıyla ayırt ederken, TSK/TMR farklı kinezyofobi düzeyleri arasında ayırım yapabilmektedir. Sonuç olarak bu araçlar, hem araştırmalarda hem de klinik uygulamalarda TMR'nin psikososyal boyutlarını değerlendirmek için sağlam ve uluslararası düzeyde doğrulanmış özellikler sunmaktadır (Aguiar ve ark., 2017; Da Cunha ve ark., 2012; Durá ve ark., 2006; He ve ark., 2016; John ve ark., 2006; Küçük ve ark., 2024; La Touche ve ark., 2020; Taimeh ve ark., 2024; Tanti ve ark., 2020; Visscher ve ark., 2010; Yıldız ve ark., 2024b).

2.5. Yaşam kalitesi Değerlendirme Araçları

TMR'ye özgü ağız sağlığı ile ilişkili yaşam kalitesinin değerlendirilmesinde standart kabul edilen TMR için Ağız Sağlığı Etki Profili (Oral Health Impact Profile for TMR-OHIP-TMR), en yaygın olarak kullanılan değerlendirme aracı olmuştur. TMR için Ağız Sağlığı Etki Profili; Malayca, İtalyanca, Tayca, Felemenkçe ve İngilizce dahil olmak üzere pek çok dilde ve kültürel bağlamda geçerlilik çalışmasına tabi tutulmuştur. Yapılan çalışmalarda, toplam puan açısından 0,91 ile 0,98 arasında değişen Cronbach alfa (α) değerleriyle tutarlı bir şekilde mükemmel iç tutarlılık sergilediği gösterilmiştir. TMR için Ağız Sağlığı Etki Profili, ayrıca yüksek test-tekrar test güvenilirliği sergilemiştir ($ICC = 0,69$ ve $0,99$). TMR için Ağız Sağlığı Etki Profili, TMR hastaları ile sağlıklı kontrolleri ayırt etmede oldukça etkili olduğunu kanıtlamış ve diğer ağrı ve işlev kaybı ölçütleriyle korelasyon göstererek iyi bir yakınsak geçerlilik sergilemiştir. Ağız Sağlığı Etki Profili'nin 14 maddelik versiyonu (Oral Health Impact Profile-14-OHIP-14), ağız ve diş sağlığının yaşam kalitesi üzerindeki etkisini ölçmek amacıyla dünya genelinde en yaygın kullanılan ve en fazla dil adaptasyonu yapılan ölçeklerin başında gelmektedir. OHIP-14'ün Türkçe versiyonu, Türk toplumunda ağız sağlığıyla ilişkili yaşam kalitesini ölçmek için güvenilir, geçerli ve anlaşılır bir ölçek olarak bulunmuştur. OHIP-14'ün ayrıca, Almanca, İspanyolca, Danimarka, Çince ve Arapça versiyonlarının da ağız sağlığıyla ilişkili yaşam kalitesini değerlendirmede geçerli ve güvenilir ölçüm araçları olduğu rapor edilmiştir (Apipi ve ark., 2022; Balci ve ark., 2017; Durham ve ark., 2011; Porntirit ve ark., 2024; Segù ve ark., 2005; Wojszko ve ark., 2025; Yule ve ark., 2015).

3. TARTIŞMA

Bu çalışma, TMR'li bireylerde kullanılmak üzere geliştirilen ve/veya geçerliliği kanıtlanan, duruma özgü HTBSÖ'lere ve bunların psikometrik özelliklerine ilişkin verileri kapsamlı bir şekilde derleyerek sunmaktadır. HTBSÖ'ler ağrı, fonksiyonel durum, psikososyal durum ve mental sağlık ve yaşam kalitesi değerlendirme araçları olmak üzere sınıflandırılmıştır. DC/TMR ve onun bir önceki versiyonu olan RDC/TMR, kapsamlı biyopsikososyal değerlendirme alanında uluslararası altın standart değerlendirme araçları olarak nitelendirilmektedir. DC/TMR çerçevesi dahilinde GCPS, PHQ-9 ve GAD-7 gibi araçların sergilediği güçlü performans, bu araçların klinik bakıma entegre edilmesinin kritik önemini vurgulamaktadır. Bulgular, TMR'ye özgü kayda değer ve giderek büyüyen bir HTBSÖ kümesi bulunduğunu ortaya koymaktadır. Bu değişim; işlevsel kısıtlılık (Örn. JFLS), TMR'ye özgü yaşam kalitesi (OHIP-TMR, OHIP-14) ve psikososyal faktörler (TSK/TMR, OBC) gibi, günümüzde kapsamlı kültürlerarası geçerlilik çalışmaları tamamlanmış alanlarda özellikle daha da belirgindir. TMR'de kullanılan HTBSÖ alanındaki ilerlemenin büyük ölçüde kapsamlı araçların sıfırdan geliştirilmesinden ziyade, mevcut araçların TMR popülasyonuna uyarlanması ve ardından titizlikle doğrulanması yoluyla sağlandığını göstermektedir.

HTBSÖ'lerin çeşitli versiyonlarının psikometrik çalışmalarında güvenilirlik ve iç tutarlılık en sık değerlendirilen özellikler olup, genellikle Cronbach's α ve sınıf içi korelasyon katsayıları (ICC) rapor edilmiştir; bu durum muhtemelen söz konusu yöntemlerin nispeten basit olmasından ve çoğu geçerlilik çalışmasının kesitsel tasarımından kaynaklanmaktadır. Yapısal geçerlilik, ölçüm hatası ve duyarlılık gibi daha karmaşık psikometrik özellikler birçok çalışmada yetersiz veya tutarsız bir şekilde değerlendirilmiş ya da tamamen göz ardı edilmiştir. Bu durum, ölçüm araçlarının zaman içindeki performansının veya temel yapı geçerliliklerinin tam olarak değerlendirilmesini önemli ölçüde kısıtlamıştır. Bu gözlem, Aguiar ve arkadaşlarının bulgularıyla tutarlılık göstermektedir. Araştırmacılar, TMR'ye özgü 10 adet HTBSÖ aracına yönelik COSMIN temelli sistematik değerlendirmelerinde, yapısal geçerlilik ve duyarlılık gibi temel psikometrik özelliklerin sıklıkla yetersiz değerlendirildiğini ortaya koymuş ve böylece alandaki süregelen metodolojik bir eksikliğe dikkat çekmişlerdir (Aguiar ve ark., 2021). Duyarlılığın yetersiz değerlendirilmesi özellikle endişe vericidir, çünkü bu durum hem metodolojik zorluklara neden olmakta hem de tanısal doğruluğu olumsuz etkilemektedir. Benzer şekilde, yapısal geçerliliğin tutarsız şekilde değerlendirilmesi, birçok aracın faktör yapılarının ve madde işlevlerinin yetersiz bir şekilde karakterize edildiğini göstermektedir. Sonuç olarak, klinisyenler ve araştırmacılar TMR'de değerlendirme araçlarını seçerken dikkatli olmalı, tedavi takibi için kanıtlanmış duyarlılığa sahip araçları tercih etmeli ve özel uygulamalarına uygun geçerlilik kanıtına sahip

araçlara öncelik vermelidir. Gelecekteki geçerlilik çalışmaları; duyarlılığa yönelik hedefe dönük araştırmalar, demografik ve tanısal alt gruplar arasında ölçüm değişmezliği testleri ve TMR değerlendirmesinin yapıldığı aracın performansını tam olarak ortaya koyacak ileri komplike psikometrik yaklaşımların benimsenmesi yoluyla bu eksiklikleri gidermelidir.

Özellikle yapısal geçerlilik ve duyarlılık açısından birçok HTBSÖ için gerekli doğrulamalar hala tamamlanmamış olup, bu durum uzunlamasına sonuç değerlendirmesinde bu araçların için kullanımlarını sınırlamaktadır. Araştırma araçları olarak rollerinin yanı sıra, uygun şekilde seçilmiş, TMR'ye özgü HTBSÖ'ler, rutin klinik bakım için oldukça önemli rollere sahiptir. Geçerliği ve güvenilirliği doğrulanmış uygun HTBSÖ'lerin uygulamaya entegrasyonu, yönetim stratejilerini hasta tarafından bildirilen önceliklerle uyumlu hale getirerek ortak karar alma sürecini güçlendirebilir, daha anlamlı klinik diyalog yoluyla hasta memnuniyetini artırabilir, tedavinin etkinliğini artırarak zaman içinde tedavi yanıtının sistematik olarak izlenmesini sağlayabilir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu literatür incelemesi, TMR'ler için psikometrik olarak doğrulanmış, TMR'lerin değerlendirilmesi, tanılanması, takibi ve yönetiminde hasta tarafından bildirilen sonuç ölçütlerinin (HTBSÖ) güncel durumunu ve psikometrik kanıt düzeylerini kapsamlı bir şekilde ortaya koymuştur. Elde edilen bulgular; Fonseca Anamnez İndeksi (FAİ) ve uluslararası altın standart olan DC/TMR protokolü gibi araçların TMR'nin biyopsikososyal boyutunu değerlendirmede; Derecelendirilmiş Kronik Ağrı Ölçeği (GCPS), Ağrı ve Engellilik İndeksi (PDI), Modifiye Semptom Şiddeti İndeksi (SSI) ve Çok Boyutlu Ağrı Envanteri (MPI)'nin ağrıyı değerlendirmede; Çenenin Fonksiyonel Kısıtlılık Ölçeği (JFLS), Kraniyofasiyal Ağrı ve Engellilik Envanteri (CFPDI) ve Mandibular Fonksiyon Bozukluğu Anketi (MFIQ)'nin fonksiyonel durumu değerlendirmede; TMR için Tampa Kinezyofobi Ölçeği (TSK/TMR), Ağız Alışkanlıkları Kontrol Listesi (OBC), Hasta Sağlık Anketi (PHQ-9/PHQ-8) ve Yaygın Anksiyete Bozukluğu-7 (GAD-7) ölçeklerinin psikososyal durum ve mental sağlığı değerlendirmede; MR için Ağız Sağlığı Etki Profili (OHIP-TMR) ve Ağız Sağlığı Etki Profili 14 maddelik versiyon (OHIP-14)'un yaşam kalitesini değerlendirmede güçlü enstrümanlar olduklarını doğrulamaktadır. HTBSÖ'lerin kültürlerarası uyarlama ve güvenilirlik (Cronbach α ve ICC) çalışmalarında niceliksel bir artış yaşanmakla birlikte; yapısal geçerlilik, ölçüm hatası ve özellikle klinik değişimleri hassasiyetle yakalayabilen "boylamsal duyarlılık" (responsiveness) analizlerinin literatürde henüz yetersiz düzeyde kaldığı saptanmıştır. Sonuç olarak; mevcut TMR'ye özgü araçların çoğunun statik yapıları ölçmeye odaklandığı, rahatsızlığın zaman içindeki dalgalı seyrini yakalamakta ve altta yatan mekanistik/patojenik risk faktörlerini (nosiseptif duyarlılık,

kas aktivite modelleri vb.) entegre etmekte sınırlı kaldığı görülmüştür. Klinik pratikte HTBSÖ'lerin yaygınlaştırılması; hekim-hasta iletişimini güçlendirme, ortak karar mekanizmalarını destekleme ve tedavi etkinliğini sistematik olarak izleme açısından kritik öneme sahiptir. Ancak kanıta dayalı ve hasta merkezli bütüncül bir TMR yönetimi için, mevcut ölçeklerin boylamsal psikometrik eksikliklerinin giderilmesi ve yenilikçi ölçüm paradigmalarının geliştirilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmanın ve incelenen literatürün çıktıları doğrultusunda, gelecekteki araştırmalar ve klinik uygulamalar için şu stratejik öneriler sunulmaktadır:

- Boylamsal duyarlılık ve geçerlilik çalışmalarının artırılması: Mevcut ve yeni geliştirilecek HTBSÖ'lerin, tedaviye bağlı klinik değişimleri ve zaman içindeki semptom dalgalanmalarını doğru yansıtabilmesi için boylamsal duyarlılık (responsiveness), ölçüm hatası ve yapısal geçerlilik analizlerine öncelik verilmeli; COSMIN metodolojisi gibi yüksek standartlı kılavuzlar titizlikle uygulanmalıdır.
- Modern psikometrik yaklaşımların benimsenmesi: Ölçeklerin farklı demografik gruplar ve klinik alt gruplar arasında tutarlı bir performans sergilediğini doğrulamak amacıyla; Madde Tepki Kuramı (MTK), geçerlik analizleri, Rasch Analizi ve boylamsal ölçüm değişmezliği (measurement invariance) gibi ileri düzey psikometrik yöntemler yaygın olarak kullanılmalıdır.
- Dinamik ve gerçek zamanlı veri toplama yöntemlerine geçiş: TMR semptomlarının değişken ve dinamik doğasını daha hassas yakalamak, hatırlama yanlılığını (recall bias) en aza indirmek amacıyla, akıllı telefon uygulamaları destekli Ekolojik Anlık Değerlendirme (EMA) gibi çağdaş dijital veri toplama yöntemleri HTBSÖ ekosistemine entegre edilmelidir.
- Mekanistik ve etiyolojik yapıların entegrasyonu: Gelecekteki araç geliştirme süreçlerinde, yalnızca ağrı ve fonksiyonel kısıtlılık gibi sonuç odaklı parametrelerle sınırlı kalınmamalı; uzun süreli kas gerginliği, stresle ilişkili parafonksiyonel davranışlar ve biyomekanik risk faktörleri de ölçek yapılarına dahil edilmelidir.
- Objektif biyobelirteçler ile kombinasyon: Hasta bildirimli öznel verilerin doğruluğunu ve etiyolojik duyarlılığını artırmak için, HTBSÖ çıktıları yüzeyel elektromiyografi (sEMG), kinezyolojik ölçümler veya algometrik nosiseptif değerlendirmeler gibi objektif klinik verilerle kombine edilerek multidisipliner "hibrit" değerlendirme algoritmaları oluşturulmalıdır.
- Klinik rutine entegrasyon ve standardizasyon: Geçerliliği kanıtlanmış TMR'ye özgü HTBSÖ'lerin dijital sağlık kayıt sistemlerine entegre edilmesi teşvik edilmeli; böylece klinisyenlerin hasta odaklı önceliklere göre kişiselleştirilmiş tedavi protokolleri geliştirmesi ve hasta memnuniyetini artırması teşvik edilmelidir.

KAYNAKLAR

- Aguiar, A. D. S., Bataglion, C., Visscher, C. M., Bevilaqua Grossi, D., & Chaves, T. C. (2017). Cross-cultural adaptation, reliability and construct validity of the Tampa scale for kinesiophobia for temporomandibular disorders (TSK/TMD-Br) into Brazilian Portuguese. *Journal of oral rehabilitation*, 44(7), 500-510.
- Aguiar, A. D. S., Nogueira Carrer, H. C., de Lira, M. R., Martins Silva, G. Z., & Chaves, T. C. (2021). Patient-reported outcome measurements in temporomandibular disorders and headaches: summary of measurement properties and applicability. *Journal of clinical medicine*, 10(17), 3823.
- Alqutaibi, A. Y., Alhammadi, M. S., Hamadallah, H. H., Altarjami, A. A., Malosh, O. T., Aloufi, A. M., ... & Almashraqi, A. A. (2025). Global prevalence of temporomandibular disorders: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Oral & Facial Pain and Headache*, 39(2), 48.
- Alyessary, A. S., Yap, A. U., & Almousawi, A. (2023). The Arabic Fonseca Anamnestic Index: Psychometric properties and use for screening temporomandibular disorders in prospective orthodontic patients. *Cranio®*, 41(2), 131-138.
- Andreu, Y., Galdon, M. J., Durá, E., Ferrando, M., Pascual, J., Turk, D. C., ... & Poveda, R. (2006). An examination of the psychometric structure of the Multidimensional Pain Inventory in temporomandibular disorder patients: a confirmatory factor analysis. *Head & Face Medicine*, 2(1), 48.
- Apipi, M., Yap, A. U., Ismail, S. M., Anwar Mohd Tahir, M. K., Kadir, K., & Mohd Yusof, Z. Y. (2022). Translation and Validation of the Malay Version of Oral Health Impact Profile for Temporomandibular Disorders. *Archives of Orofacial Science*, 17(2), 169.
- Arikan, H., Citaker, S., & Ucok, C. (2024). Psychometric properties of the Fonseca Anamnestic Index (FAI) for temporomandibular disorders: Turkish version, responsiveness, reliability, and validity study. *Disability and Rehabilitation*, 46(7), 1408-1415.
- Balci, N., Alkan, N., & Gurgan, C. A. (2017). Psychometric properties of a Turkish version of the oral health impact profile-14. *Nigerian Journal of Clinical Practice*, 20(1), 19-24.
- Bush, F. M., & Harkins, S. W. (1995). Pain-related limitation in activities of daily living in patients with chronic orofacial pain: psychometric properties of a disability index. *Journal of Orofacial Pain*, 9(1), 57-63.
- Campos, J. A. D. B., Carrascosa, A. C., & Maroco, J. (2012). Validity and reliability of the Portuguese version of Mandibular Function Impairment Questionnaire. *Journal of Oral Rehabilitation*, 39(5), 377-383.

Churruca, K., Pomare, C., Ellis, L. A., Long, J. C., Henderson, S. B., Murphy, L. E., ... & Braithwaite, J. (2021). Patient-reported outcome measures (PROMs): a review of generic and condition-specific measures and a discussion of trends and issues. *Health Expectations*, 24(4), 1015-1024.

Da Cunha, T. A., Chaves, T. C., Pereira Júnior, F. J., de Godoi Gonçalves, D. A., Alstergren, P., & Biasotto-Gonzalez, D. A. (2025). Brazilian Portuguese version of the diagnostic criteria for temporomandibular disorders Axis II: translation, cross-cultural adaptation and measurement properties. *Journal of Oral Rehabilitation*, 52(5), 712-721.

Durá, E., Andreu, Y., Galdón, M. J., Ferrando, M., Murgui, S., Poveda, R., & Jimenez, Y. (2006). Psychological assessment of patients with temporomandibular disorders: Confirmatory analysis of the dimensional structure of the Brief Symptoms Inventory 18. *Journal of Psychosomatic Research*, 60(4), 365-370.

Durham, J., Steele, J. G., Wassell, R. W., Exley, C., Meechan, J. G., Allen, P. F., & Moufti, M. A. (2011). Creating a patient-based condition-specific outcome measure for temporomandibular disorders (TMDs): Oral health impact profile for TMDs (OHIP-TMDs). *Journal of oral rehabilitation*, 38(12), 871-883.

Gałczyńska-Rusin, M., Pobudek-Radzikowska, M., & Czajka-Jakubowska, A. (2024). Polish language adaptation and validation of the Fonseca Anamnestic Index for individuals with temporomandibular disorders. *Dental and Medical Problems*, 61(5), 705-711.

He, S., Wang, J., & Ji, P. (2016). Validation of the Tampa Scale for Kinesiophobia for Temporomandibular Disorders (TSK-TMD) in patients with painful TMD. *The journal of headache and pain*, 17(1), 109.

John, M. T., Hirsch, C., Reiber, T., & Dworkin, S. F. (2006). Translating the research diagnostic criteria for temporomandibular disorders into German: evaluation of content and process. *Journal of Orofacial Pain*, 20(1), 43-52.

Keller, S., Bocell, F. D., Mangrum, R., McLorg, A., Logan, D., Chen, A. L., ... & Tarver, M. E. (2023). Patient-reported outcome measures for individuals with temporomandibular joint disorders: a systematic review and evaluation. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 135(1), 65-78.

Küçük, E., Coşkun, G., & Tonga, E. (2024). The reliability and validity of the Turkish version of the Tampa scale for kinesiophobia for temporomandibular disorders. *Journal of Basic and Clinical Health Sciences*, 8(1), 161-170.

La Touche, R., Pardo-Montero, J., Cuenca-Martínez, F., Visscher, C. M., Paris-Aleman, A., & López-de-Uralde-Villanueva, I. (2020). Cross-cultural adaptation and psychometric properties of the Spanish version of the Tampa Scale for Kinesiophobia for temporomandibular disorders. *Journal of Clinical Medicine*, 9(9), 2831.

Mafi, S., Ghahremani, F., Rahmani, M., & Alaei, A. (2024). Validity and reliability of the Persian version of the Graded Chronic Pain Scale 2.0 for determination of TMJ pain. *Journal of Research in Dental and Maxillofacial Sciences*, 9(2), 117-123.

Manfredini, D., Häggman-Henrikson, B., Al Jaghisi, A., Baad-Hansen, L., Beecroft, E., Bijelic, T., ... & International Network for Orofacial Pain and Related Disorders Methodology. (2025). Temporomandibular disorders: INFORM/IADR key points for good clinical practice based on standard of care. *Cranio®*, 43(1), 1-5.

Monticone, M., Rocca, B., Abelli, P., Tecco, S., Geri, T., Gherlone, E. F., ... & Testa, M. (2019). Cross-cultural adaptation, reliability and validity of the Italian version of the craniofacial pain and disability inventory in patients with chronic temporomandibular joint disorders. *BMC Oral Health*, 19(1), 244.

Nekora-Azak, A., Evlioglu, G., Ordulu, M., & İşsever, H. (2006). Prevalence of symptoms associated with temporomandibular disorders in a Turkish population. *Journal of Oral Rehabilitation*, 33(2), 81-84.

Nixdorf, D. R., John, M. T., Wall, M. M., Friction, J. R., & Schiffman, E. L. (2010). Psychometric properties of the modified Symptom Severity Index (SSI). *Journal of Oral Rehabilitation*, 37(1), 11-20.

Ohrbach, R., & Dworkin, S. F. (2016). The evolution of TMD diagnosis: past, present, future. *Journal of Dental Research*, 95(10), 1093-1101.

Ohrbach, R., Larsson, P., & List, T. (2008). The jaw functional limitation scale: development, reliability, and validity of 8-item and 20-item versions. *Journal of Orofacial Pain*, 22(3), 219-230.

Omezli, M. M., Torul, D., & Varer Akpinar, C. (2023). Temporomandibular disorder severity and its association with psychosocial and sociodemographic factors in Turkish adults. *BMC Oral Health*, 23(1), 34.

Pitance, L., De Longhi, B., Gerard, E., Cayrol, T., Roussel, N., Cescon, C., ... & Barbero, M. (2021). Digital pain drawings are a useful and reliable tool for assessing patients with temporomandibular disorders. *Journal of Oral Rehabilitation*, 48(7), 798-808.

Porntirit, R., Vanichanon, P., Potewiratnanond, P., Durham, J., & Chaweewannakorn, C. (2024). Cross-cultural validation of the Thai Oral Health Impact Profile for temporomandibular disorders. *International dental journal*, 74(4), 777-783.

Schiffman, E., Ohrbach, R., Truelove, E., Look, J., Anderson, G., Goulet, J. P., ... & Dworkin, S. F. (2014). Diagnostic criteria for temporomandibular disorders (DC/TMD) for clinical and research applications:

recommendations of the International RDC/TMD Consortium Network and Orofacial Pain Special Interest Group. *Journal of Oral & Facial Pain and Headache*, 28(1), 6-27.

Segù, M., Collesano, V., Lobbia, S., & Rezzani, C. (2005). Cross-cultural validation of a short form of the Oral Health Impact Profile for temporomandibular disorders. *Community dentistry and oral epidemiology*, 33(2), 125-130.

Taimah, D., Riordain, R. N., Fedele, S., & Leeson, R. (2023). Patient-reported outcome measures used in temporomandibular disorders: a review of the literature. *Journal of Oral & Facial Pain and Headache*, 37(2), 3264.

Taimah, D., Riordain, R. N., Fedele, S., & Leeson, R. (2024). Validity and internal consistency of four scales in patients with TMD: PHQ8, GAD7, PHQ15 and JFLS20. *Oral Diseases*, 30(4), 2473-2484.

Tahir, M., Kadir, K., Apipi, M., Ismail, S. M., Yusof, Z. Y. M., & Yap, A. U. (2020). Translation and adaptation of the diagnostic criteria for temporomandibular disorders into the Malay language: psychometric evaluation of contents. *J. Oral Facial Pain Headach*, 34(4), 323-330.

Tanti, I., Wira, V. V. W., Pragustine, Y., Himawan, L. S., & Ariani, N. (2020). Validation of the Indonesian version of the graded chronic pain scale 2.0 in pain-related temporomandibular disorders. *Medical Journal of Indonesia*, 29(1), 42-46.

Visscher, C. M., Ohrbach, R., van Wijk, A. J., Wilkosz, M., & Naeije, M. (2010). The tampa scale for kinesiophobia for temporomandibular disorders (TSK-TMD). *Pain*, 150(3), 492-500.

Wojaszko, Ł., Banaszek, K., Gagacka, O., & Bagińska, J. (2025). Oral Health Impact Profile (OHIP) as a tool for the assessment of the oral health-related quality of life-a scoping review. *Dentistry Journal*, 13(11), 490.

Xu, L., Cai, B., & Fang, Z. (2016). Translation and validation of a Chinese version of the Mandibular Function Impairment Questionnaire. *Journal of Oral Rehabilitation*, 43(8), 608-614.

Xu, L., He, Y., Fan, S., Cai, B., Fang, Z., & Dai, K. (2020). Validation of a Chinese version of the Jaw Functional Limitation Scale in relation to the diagnostic subgroup of temporomandibular disorders. *Journal of Oral Rehabilitation*, 47(1), 1-8.

Yap, A. U., Marpaung, C., & Gunardi, I. (2024). Psychometric properties of the Indonesian Fonseca anamnestic index and the presence/severity of temporomandibular disorders among Indonesian young adults. *Cranio®*, 42(4), 379-386.

Yıldız, N. T., Alkan, A., & Külünkoğlu, B. A. (2024a). Validity and reliability of the Turkish version of mandibular function impairment questionnaire. *Cranio®*, 42(2), 160-170.

Yıldız, N. T., Kocaman, H., & Bingöl, H. (2024b). Validity and reliability of the Turkish Version of the Oral Behaviors Checklist. *Oral Diseases*, 30(6), 4014-4023.

Yıldız, N. T., Kocaman, H., & Bingöl, H. (2025a). Validity and reliability of the Turkish version of the 8-item jaw functional limitation scale. *Journal of Oral & Facial Pain and Headache*, 39(2), 166-174.

Yıldız, N. T., Kocaman, H., & Bingöl, H. (2025b). Validity and reliability of the Turkish version of the 20-item jaw functional limitation scale. *Physiotherapy Theory and Practice*, 41(2), 377-389.

Yule, P. L., Durham, J., Playford, H., Moufti, M. A., Steele, J., Steen, N., ... & Ohrbach, R. (2015). OHIP-TMD s: a patient-reported outcome measure for temporomandibular disorders. *Community dentistry and oral epidemiology*, 43(5), 461-470.

Zhang, M. J., Yap, A. U. J., Lei, J., & Fu, K. Y. (2020). Psychometric evaluation of the Chinese version of the Fonseca anamnestic index for temporomandibular disorders. *Journal of Oral Rehabilitation*, 47(3), 313-318.

AKUT MÜDAHALEDEN TOPLUMSAL ENTEGRASYONA: AFET DÖNGÜSÜNDE FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON

Doç. Dr., Nazım Tolgahan YILDIZ¹

¹ Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi,

Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü,

Mail: tolgafty@gmail.com, ORCID Numarası: 0000-0002-2404-2884

Özet

Afetler; meydana geldikleri topluluklarda ani gelişen, yerel imkanlarla baş edilemeyen, kitlesel yaralanmalara ve kalıcı fonksiyon kayıplarına yol açan küresel boyuttaki büyük kriz dönemleridir. Geleneksel yaklaşım, fizyoterapi ve rehabilitasyon (FTR) hizmetlerini afetin üzerinden haftalar veya aylar geçtikten sonra başlayan kronik dönem tedavileri olarak konumlandırma eğilimindedir. Bununla birlikte modern afet tıbbı ve bütüncül yaklaşımlar, FTR uygulamalarının afetin "sıfırıncı anından" itibaren başlayan ve toplumsal entegrasyona kadar uzanan kesintisiz bir döngü olduğunu açıkça göstermektedir. Bu çalışmanın amacı; afet döngüsünün farklı evrelerinde yürütülen çok boyutlu FTR müdahalelerinin klinik önemini ortaya koymak ve gelecekteki afet senaryoları için kanıta dayalı bir yol haritası sunmaktır. Akut dönemde sahra hastaneleri, acil servisler ve yoğun bakım ünitelerinde başlayan erken müdahaleler; pulmoner komplikasyonların önlenmesi, mekanik ventilatör süresinin kısaltılması, derin ven trombozu ve yatak yaraları riskinin azaltılması açısından hayati önem taşır. Özellikle yıkıcı depremler sonrasında sık görülen ezilme (crush) sendromu yönetiminde, fizyoterapistlerin hastaların metabolik parametrelerini çok sıkı takip ederek uyguladığı erken pozisyonlama ve mobilizasyon stratejileri mortalite ve morbidite oranlarını doğrudan etkilemektedir. Subakut dönemde ise çok parçalı açık kırıklar, periferik sinir hasarları, yanık yönetimi ve amputasyon sonrası protez öncesi rehabilitasyon süreçleri ön plana çıkmaktadır. Sürecin son ve en çok ihmal edilen halkası olan uzun dönemde ise odağımız, kalıcı engellilik geliştiren afetzedelerin yaşam alanlarının evrensel erişilebilirlik ilkelerine göre yeniden düzenlenmesi, bağımsız hareket yeteneklerinin artırılması ve multidisipliner yaklaşımlarla psikososyal entegrasyonun desteklenmesidir. Sonuç olarak, proaktif bir afet kriz yönetimi için fizyoterapistlerin ulusal acil müdahale planlarında asli üye olarak konumlandırılması, lisans müfredatına afet rehabilitasyonu eğitimlerinin entegre edilmesi ve mobil rehabilitasyon ağlarının kurulması stratejik bir zorunluluktur. Erken dönemden itibaren sağlanan kesintisiz FTR, afet döngüsünün etkili şekilde yönetiminde kritik rollere sahiptir.

Anahtar kelimeler: Afet döngüsü, akut müdahale, fizyoterapi, rehabilitasyon, toplumsal entegrasyon

FROM ACUTE INTERVENTION TO SOCIAL INTEGRATION: PHYSIOTHERAPY AND REHABILITATION IN THE DISASTER CYCLE

Abstract

Disasters are large-scale global crisis periods that develop abruptly in the communities they strike, causing mass casualties, severe destruction, and permanent functional losses that cannot be managed solely by local resources. Traditional perspectives tend to position physiotherapy and rehabilitation (PTR) services as chronic-stage treatments starting weeks or months after the disaster. However, modern disaster medicine and holistic health approaches demonstrate that PTR interventions constitute an uninterrupted continuum beginning from the zero hour of the crisis to final social integration. This study aims to demonstrate the clinical significance of multidimensional PTR interventions across different phases of the disaster cycle and to provide a comprehensive, evidence-based roadmap for future disaster scenarios. Interventions starting in field hospitals, emergency departments, and intensive care units during the acute phase are vital for preventing pulmonary complications, shortening mechanical ventilation duration, and reducing the risk of deep vein thrombosis and pressure ulcers. Particularly in managing crush syndrome, which is frequently observed after devastating earthquakes, early positioning and mobilization strategies implemented by physiotherapists by closely monitoring patients' metabolic parameters directly affect mortality and morbidity rates. In the subacute phase, rehabilitation of multi-fragmented open fractures, peripheral nerve injuries, burn management, and pre-prosthetic training after amputation come to the fore. In the long term, the final and most neglected link of the cycle, the focus shifts to modifying the living environments of survivors with permanent disabilities according to universal accessibility principles, increasing independent mobility, and supporting psychosocial integration through multidisciplinary approaches. Consequently, for proactive disaster management, it is a strategic necessity to position physiotherapists as essential members in national emergency response plans, integrate disaster rehabilitation into undergraduate education, and establish mobile rehabilitation networks. Uninterrupted PTR provided from the early stages plays a critical role in the effective management of the disaster cycle.

Keywords: Disaster cycle, acute intervention, physiotherapy, rehabilitation, social integration

1. GİRİŞ

Afetler; meydana geldikleri topluluklarda ani gelişen, yerel imkanlarla baş edilemeyen, kitlesel yaralanmalara ve yapısal yıkımlara yol açan büyük kriz dönemleridir. Tarihsel süreçte ve yakın geçmişte yaşanan kitlesel afetler (özellikle yıkıcı depremler), sağlık dünyasının odağını sadece akut cerrahi müdahalelere değil, bu müdahalelerin hemen ardından başlayan bütüncül rehabilitasyon süreçlerine de çevirmesine neden olmuştur. Afet yönetimi literatüründe sıklıkla göz ardı edilen en kritik unsur, hayatta kalan bireylerin kalıcı bir engellilik geliştirmeden topluma kazandırılması sürecidir. Bu süreçte fizyoterapi ve rehabilitasyon (FTR) hizmetleri, lüks bir sonraki aşama tedavi değil; hayati bir erken dönem müdahale aracıdır. Geleneksel yaklaşım, fizyoterapi hizmetlerini afetin üzerinden haftalar veya aylar geçtikten sonra başlayan kronik dönem tedavileri olarak konumlandırma eğilimindedir. Oysaki modern afet tıbbı ve bütüncül yaklaşımlar, fizyoterapinin afetin "sıfırıncı anından" itibaren başlayan kesintisiz bir döngü olduğunu göstermektedir. Bu döngü; sahra hastanelerindeki triyaj ve yoğun bakım ünitelerindeki kardiyorespiratuar destek ile başlamakta, subakut dönemdeki karmaşık yaralanma (ezilme sendromu, amputasyon, omurilik yaralanmaları) yönetimiyle devam etmekte ve nihayetinde bireyin bağımsızlığını kazanarak toplumsal entegrasyonunun sağlanmasıyla tamamlanmaktadır. Bu kesintisiz zincirin herhangi bir halkasındaki kopukluk, afetzedelerin kalıcı fonksiyon kayıpları yaşamasına ve toplumsal bağımlılık oranlarının artmasına yol açmaktadır (Bahadır ve Uçku, 2018; Erden, 2013; Erden ve Yıldız, 2023). Fizyoterapistler, afet öncesi süreçte toplumsal farkındalığın artırılmasından, afet sonrasında meydana gelen kırık, ezilme (crush) sendromu, periferik sinir hasarları, amputasyon, travmatik beyin ve omurilik yaralanmaları ile yanık vakalarının klinik takibine kadar çok geniş bir yelpazede afet döngüsünde kritik sorumluluklar üstlenmektedir. Afet yönetiminin her evresinde üstlendikleri bu hayati rollere karşın, sahadaki fizyoterapist istihdamının henüz beklenen düzeyde olmadığı dikkat çekmektedir. Afet senaryolarında fizyoterapi disiplininin mevcut ve geleceğe yönelik potansiyelinin doğru analiz edilmesi ve sağlık kadrolarında bu mesleğe yeterince yer verilmesi, kriz anlarında sunulan sağlık hizmetlerinin etkinliğini ve afetlerle mücadele başarısını doğrudan artıracaktır. Afet süreçlerinde fizyoterapistlerin üstlenebileceği rollerin tıp camiası ve politika yapıcılar tarafından tam olarak kavranması ve istihdam yetersizliğinin giderilmesi, kitlesel krizlerdeki tıbbi başarı oranını en üst seviyeye çıkaracaktır (Atalay ve Yıldırım, 2023; Bahadır ve Uçku, 2018; Erden, 2013; Erden ve Yıldız, 2023).

Küresel ölçekte, uluslararası düzeyde müdahale gerektiren büyüklükte bir afetin ortalama haftada bir kez meydana geldiği bilinmektedir. Bu felaketlerden en yoğun şekilde etkilenen ilk 10 ülkeli küresel listede Türkiye'nin dördüncü sırada yer aldığı bildirilmiştir (Bahadır ve Uçku, 2018; Erden, 2013). Geniş çaplı kitleleri

etkileyen bu afetler; spinal kord yaralanması (SKY), travmatik beyin yaralanması (TBY), amputasyonlar, çok parçalı kırıklar, periferik sinir yaralanmaları (PSY), ezilme hasarları (crush sendromu) ve derin psikolojik travmalar başta olmak üzere, kronik sakatlıklara ve yüksek oranda ölümlere yol açmaktadır (Khan ve ark., 2015). Yaralanma ve mortalite dinamikleri afetin türüne ve şiddetine göre değişkenlik gösterse de küresel bazda doğal afetlerin her yıl 100.000'i aşkın can kaybına, çok daha yüksek sayılarda ise kalıcı fonksiyon kayıplarına ve yaralanmalara zemin hazırladığı kaydedilmiştir (Khan ve ark., 2015). Afet senaryolarında yaygın şekilde gelişen kırık, kas ezilmesi, SKY, TBY, amputasyon, PSY ve ciddi yanık vakaları, hayatta kalan bireylerin fonksiyonel kapasitelerinde majör limitasyonlara yol açmaktadır. Afet sonrasında yaralanan popülasyonun kayda değer bir bölümü, yetersiz veya gecikmiş klinik yaklaşımlar sebebiyle akut ya da kronik engellilik tablolarıyla karşı karşıya kalmaktadır. Kriz dönemlerinde tıbbi tedavi ve kapsamlı rehabilitasyon programlarının geciktirilmeksizin başlatılması; hastaların hastanede kalış sürelerini kısaltmakta, kalıcı sakatlık prevalansını düşürmekte ve sağlık bakımı çıktılarının kalitesini en üst seviyeye çıkarmaktadır (Atalay ve Yıldırım, 2023; Erden ve Yıldız, 2023; Mousavi ve ark., 2019). Ülkemizde epidemiyolojik açıdan en yüksek mortalite, morbidite ve sakatlık yüküne neden olan birincil afet unsuru sismik hareketlerdir (Bahadır ve Uçku, 2018). İstatistiksel veriler, Türkiye yüz ölçümünün %96'sının deprem kuşağı sınırları içinde bulunduğunu ve ülke nüfusunun %98'inin bu tehlikeli alanlarda yaşamını sürdürdüğünü ortaya koymaktadır (Kızıloğlu ve ark., 2006).

Bunların ışığında bu çalışmanın amacı; afet döngüsünün farklı evrelerinde FTR uygulamalarının klinik önemini ortaya koymak, akut müdahaleden toplumsal entegrasyona uzanan bu dinamik süreçte fizyoterapistlerin üstlendiği kritik rolleri tanımlamak ve gelecekteki afet senaryoları için kanıta dayalı bir klinik yol haritası sunmaktır.

2. AFET DÖNGÜSÜNDE FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON

Günümüzde küresel iklim ve tektonik değişimlerle görünürlüğü artan afetlerin oluşmasını durdurmak insanoğlunun elinde olmasa da proaktif yaklaşımlarla kriz öncesinde halkın bilinçlendirilmesi, afet esnasında ve sonrasındaki akut dönemde ise zamanında koordine edilen etkin müdahaleler sayesinde yıkımın ve yaralanmaların boyutu en alt seviyeye indirilebilir (Atalay ve Yıldırım, 2023; Erden ve Yıldız, 2023). Afet senaryolarında yaygın şekilde gelişen kırık, kas ezilmesi, SKY, TBY, amputasyon, PSY ve ciddi yanık vakaları, hayatta kalan bireylerin fonksiyonel kapasitelerinde majör limitasyonlara yol açmaktadır. Afet sonrasında yaralanan popülasyonun kayda değer bir bölümü, yetersiz veya gecikmiş klinik yaklaşımlar sebebiyle akut ya da kronik engellilik tablolarıyla karşı karşıya kalmaktadır. Kriz dönemlerinde tıbbi tedavi ve kapsamlı rehabilitasyon programlarının geciktirilmeksizin başlatılması; hastaların hastanede kalış sürelerini kısaltmakta,

kalıcı sakatlık prevalansını düşürmekte ve sağlık bakımı çıktılarının kalitesini en üst seviyeye çıkarmaktadır (Atalay ve Yıldırım, 2023; Erden ve Yıldız, 2023; Mousavi, 2019). Kriz yönetiminin her bir evresinde fizyoterapistlerin üstlendiği sorumluluklar kritik bir değere sahiptir (Trivedi, 2017). Dünya Fizyoterapistler Konfederasyonu (WCPT), acil sağlık organizasyonlarında fizyoterapist katılımının ne denli hayati olduğunu göstermek ve sahada aktif görev alacak meslek profesyonellerine rehberlik etmek amacıyla 2016 yılında kapsamlı bir rapor sunmuştur. WCPT tarafından yayımlanan bu raporda, afet süreçlerinin fizyoterapi disiplini doğrudan ilgilendiren boyutu kronolojik olarak üç temel başlık altında yapılandırılmıştır: Hazırlıklı Olma (Preparedness), Müdahale (Response) ve İyileşme (Recovery) (Erden ve Yıldız, 2023; WCPT, 2016).

3. AFET ÖNCESİ DÖNEM: HAZIRLIKLIL OLMA AŞAMASI VE PROAKTİF STRATEJİLER

Afet yönetim mekanizmasının başlangıç noktasını oluşturan "Hazırlıklı Olma (Preparedness)" evresi, muhtemel bir kriz durumunu efektif ve organize bir şekilde idare edebilmek adına gereksinim duyulan kuramsal bilgiyi, klinik tecrübeyi ve operasyonel kapasiteleri inşa etmeyi hedefler. Bu aşamanın bir diğer temel amacı ise, afetin meydana geldiği andan (müdahale fazından) uzun vadeli iyileşme sürecine kadar olan kronolojik geçişlerin düzenli, senkronize ve kesintisiz bir biçimde yürütülmesini güvence altına almaktır (WCPT, 2016). Afetlerin doğuracağı mortalite, morbidite, kalıcı yaralanma ve sakatlık gibi sosyo-tıbbi yıkımların minimize edilmesinde, toplumun her kademesindeki bireyin planlı eğitim programlarıyla bilinçlendirilmesi kritik bir öneme sahiptir. Bununla birlikte, arama-kurtarma ve hastaların tahliyesinde (nakil süreçlerinde) görev alan acil ekiplerin de özellikle segmental kırıklar, spinal kord yaralanması (SKY) ve travmatik beyin yaralanması (TBY) gibi multisistemik travmaların yönetimi konusunda üst düzey sahada müdahale eğitimi almış olmaları zorunludur (Erden ve Yıldız, 2023; Mousavi ve ark, 2019; WCPT, 2016).

Literatürde yer alan epidemiyolojik çalışmalar, kriz öncesi hazırlığın klinik bilançoğu nasıl etkilediğini çarpıcı bir şekilde ortaya koymaktadır. Örneğin Mallick ve çalışma arkadaşları (Mallick ve ark, 2010), 2005 yılında yaşanan büyük Pakistan depremini inceledikleri çalışmalarında; afet öncesi dönemde yıkımın yıkıcı etkilerini hafifletecek acil durum hazırlık adımlarının zamanında ve proaktif olarak atılması durumunda, amputasyon ve SKY gibi kalıcı fonksiyon kayıplarına yol açan engellilik oranlarının dramatik şekilde azaltılabileceğini rapor etmişlerdir. Bu klinik çıkarım, afet gerçekleşmeden önce kriz planlamasına rehabilitasyon perspektifinin entegre edilmesinin yaşamsal değerini kanıtlamaktadır (Mousavi ve ark, 2019).

3.1. WCPT Kılavuzuna Göre Hazırlıklı Olma Aşamasındaki Görev ve Sorumluluklar

Dünya Fizyoterapistler Konfederasyonu (WCPT), kriz öncesindeki bu stratejik hazırlık döneminde fizyoterapistlerin üstlenmesi gereken kurumsal, mesleki ve toplumsal ödevleri şu şekilde formüle etmiştir (WCPT, 2016):

- Bireysel Hazırlık Planlaması: Afet riski yüksek veya sismik açıdan aktif bölgelerde ikamet eden/çalışan fizyoterapistler, kriz anında hızla reaksiyon gösterebilmek adına kendilerine ait kişisel bir acil durum eylem planına sahip olmalıdır.
- Toplumsal Savunmasızlık ve Farkındalık: Bölgenin afete karşı yapısal ve epidemiyolojik zayıflıkları (savunmasızlık düzeyi) yakından takip edilmeli; felaketlerin olası klinik ve fonksiyonel sonuçlarına dair toplumsal farkındalık düzeyini artıracak faaliyetler yürütülmelidir.
- Mesleki Fonksiyonların Tanıtımı: Afetlerin farklı evrelerinde FTR uygulamalarının oynadığı hayati roller ve işlevsel önemi hakkında toplum ve ilgili otoriteler düzenli olarak bilgilendirilmelidir.
- Sivil Toplum Entegrasyonu: Afet alanında insani yardım ve lojistik desteği sağlayan sivil toplum kuruluşları (STK) ile sürekli ve dinamik bir iletişim ağı sürdürülmelidir.
- Savunmasız Grupların Dahiliyet Yönetimi: Engelli bireyler, geriatric popülasyon ve kronik morbiditeye sahip dezavantajlı grupların acil durum hazırlık ve tahliye simülasyonlarına entegre edilmesinde fizyoterapistler aktif rol üstlenmelidir.
- Uzmanlaşmış Alt Çalışma Grupları: Afet tıbbı, sahra koşulları ve kriz yönetimi konularında yeterli düzeyde teorik altyapı ve saha deneyimine sahip meslek profesyonellerinin yer aldığı ulusal ya da bölgesel düzeyde "FTR Afet Alt Çalışma Grupları" kurulmalıdır.
- Lojistik ve Ekipman Planlaması: Olası bir felaketin ardından akut ve subakut dönemde gereksinim duyulacak olan tekerlekli sandalye, koltuk değneği, yürüteç, splintleme materyalleri gibi temel rehabilitasyon ekipmanları önceden kategorize edilmeli, stoklanmalı ve tedarik zinciri planlanmalıdır.
- Eğitici Dokümantasyon Altyapısı: Afet sonrasındaki kaotik süreçte erken dönemde kullanılmak üzere; afetzedelerin ve ailelerin dikkat etmesi gereken hayati hususları, anti-deformite pozisyonlamalarını ve yatak içi güvenli egzersizleri içeren görsel ağırlıklı hasta eğitim dokümanları (broşürler, kılavuzlar vb.) kriz öncesinde tasarlanmalı ve basıma hazır halde bulundurulmalıdır.

4. AKUT VE SUBAKUT DÖNEM FİZYOTERAPİ YÖNETİMİ: MÜDAHALE AŞAMASI VE KLİNİK ROLLER

Afetlerin hemen ardından gelişen akut dönem (özellikle ilk saatler ve günler), mortalite ve morbidite oranlarının en yüksek olduğu kritik zaman dilimidir. Bu evrede FTR uygulamaları, geleneksel algının aksine kronik süreçleri beklemeksizin, sahra hastanelerinde, acil servislerde ve yoğun bakım ünitelerinde (YBÜ) multi-disipliner ekibin aktif bir parçası olarak başlar. Akut dönemdeki fizyoterapi müdahalelerinin birincil amaçları; hayati fonksiyonları desteklemek, hareketsizliğe bağlı gelişebilecek ölümcül komplikasyonları önlemek ve sekonder doku hasarlarını minimuma indirmektir. Afet yönetim mekanizmasının "Müdahale" evresi; hayatta kalan bireylerin enkaz ve yıkıntılardan süratle tahliye edilmesi, acil ilk yardım basamaklarının organize edilmesi ve temel insani ihtiyaçların (gıda, temiz su, geçici barınma) ivedilikle karşılanması yoluyla kriz kaynaklı mortalite ve morbidite oranlarının düşürülmesinde kritik bir zaman dilimidir. Süresi birkaç günden başlayıp birkaç aya kadar uzanabilen bu dinamik aşamada, mutlak öncelik hayat kurtarmak olmakla birlikte, sağlık sisteminin müdahale odağında majör ve karmaşık travmatik yaralanmaların yönetimi yer alır. Afetin ilk haftası geride kaldığında durumu stabilize olan afetzedelerin takipleri kademeli olarak ayaktan poliklinik hizmetlerine kaydırılsa da akut, multisistemik ve komplike hasara sahip bireylerin klinik tedavileri haftalarca veya çok daha uzun süreler boyunca yatarak devam edebilmektedir (Erden ve Yıldız, 2023; Mousavi ve ark, 2019; WCPT, 2016).

Fizyoterapistler, sahip oldukları derinlemesine teorik altyapı ve saha tecrübeleri sayesinde, afet sahası ve sahra hastaneleri gibi kısıtlı kaynaklara ve teknik yetersizliklere sahip kaotik ortamlarda bile kapsamlı ve hızlı kas-iskelet sistemi analizleri yapabilme esnekliğine sahiptir (Erden ve Yıldız, 2023; Trivedi ve Rathod, 2017). Akut dönem yaralanmalarında fizyoterapistlerin; kas-iskelet, nöromusküler ve kardiyopulmoner patolojilerin klinik triyajında, erken değerlendirilmesinde ve fonksiyonel tedavisinde aktif olarak konumlandıkları; ayrıca cerrahi öncesi hazırlık ile cerrahi sonrası erken dönem bakım süreçlerinde majör sorumluluklar üstlendikleri bilinmektedir (Erden, 2013; Gosney ve ark, 2011; Klappa ve ark, 2014; Mousavi ve ark, 2019).

4.1. Sahada Esnek Klinik Yetkinlikler ve Uygulamalar

Müdahale evresindeki kaotik sahra koşulları, hızlı adapte edilebilen esnek klinik yetkinlikleri zorunlu kılar. Fizyoterapistler bu dönemde; kırık, spinal kord yaralanması (SKY), amputasyon, travmatik beyin yaralanması (TBY), sinir hasarları, yanık ve solunum problemlerinin akut rehabilitasyonunda doğrudan rol alırlar (WCPT, 2016). Terapötik egzersiz reçetelemenin yanı sıra; ilk yardım, triyaj, cerrahi birimlere sevk koordinasyonu, geçici atelleme, anti-deformite pozisyonlamaları ve yürüme yardımcılarını eğitimi bu aşamadaki spesifik rolleri tanımlar

(Trivedi ve Rathod, 2017; WCPT, 2016). Müdahale aşamasında gecikmeden sağlanan erken rehabilitasyon; sekonder komplikasyonları, hastanede kalış sürelerini ve sağlık sisteminin yükünü azaltırken, afetzedelerin fonksiyonel bağımsızlıklarını ve yaşam kalitelerini doğrudan optimize eder (WCPT, 2016; Erden ve Yıldız, 2023).

Kitlesel afetlerde, özellikle göçük altında kalma durumlarında afetzedeler yoğun toz, duman ve toksik gazlara maruz kalmaktadır. Bu durum; akut solunum sıkıntısı sendromu (ARDS), atelektazi, inhalasyon hasarları ve akciğer enfeksiyonları riskini dramatik şekilde artırır. Yoğun bakım ve akut servislerde görev alan fizyoterapistler; sekresyon retansiyonunu önlemek, akciğer ekspansiyonunu artırmak ve ventilatörde kalış süresini kısaltmak amacıyla erken dönem solunum fizyoterapisi stratejilerini uygular. Pozisyonlama, perküsyon/vibrasyon gibi manuel teknikler, aktif asistif solunum egzersizleri ve erken evre mobilizasyon, pulmoner komplikasyonların azaltılmasında kanıta dayalı en etkin yöntemlerdir. Deprem gibi yapısal yıkımların yaşandığı afetlerde en sık karşılaşılan ve hayati tehdit oluşturan klinik tablolardan biri Ezilme (Crush) Sendromudur. Uzun süreli iskemi sonrası kas dokusunun yıkılmasıyla kana salınan miyogloblin, potasyum ve kreatin kinaz gibi metabolitler akut böbrek hasarına (ABH) ve kardiyak arrestlere yol açabilir. Bu süreçte fizyoterapistlerin rolü, medikal ekiple tam koordinasyon halinde çalışmayı gerektirir. Akut dönemde, etkilenen ekstremitelerin metabolik yükü artırmayacak şekilde doğru pozisyonlanması, ödem kontrolü, fasyotomi açılmış hastalarda yara bütünlüğünün korunması ve agresif egzersizlerden kaçınarak metabolik parametreler (özellikle serum potasyum seviyeleri) doğrultusunda pasif/aktif asistif hareketlerin planlanması kritik öneme sahiptir. Akut dönemde cerrahi fiksasyonlar veya medikal instabiliteler nedeniyle yatağa bağımlı kalan afetzedelerde, derin ven trombozu (DVT), pulmoner emboli, bası yaraları ve eklem kontraktürleri gibi ikincil komplikasyonların gelişme riski oldukça yüksektir. Fizyoterapistler, hastanın hemodinamik parametreleri stabilize olur olmaz yatak içi mobilizasyon süreçlerini başlatır. Pasif eklem hareket açıklığı (ROM) egzersizleri, anti-embolik pozisyonlamalar, yatak içi dönme ve oturma aktiviteleri, bu ölümcül komplikasyonların önlenmesinde farmakolojik tedavileri destekleyen en güçlü invaziv olmayan müdahalelerdir (Erden, 2013; Erden ve Yıldız, 2023; Gosney ve ark, 2011; Klappa ve ark, 2014; Trivedi ve Rathod, 2017).

Afet döngüsünün subakut dönemi (genellikle afeti takip eden 1. aydan 6. aya kadar olan süreç), hastaların hayati tehlikeyi atlattığı, cerrahi müdahalelerin tamamlandığı ve klinik tablonun stabilize olduğu evredir. Bu dönemde FTR yaklaşımlarının temel hedefi; akut dönemde korunan doku bütünlüğünü işlevsel hale getirmek, kaybolan hareket kabiliyetini geri kazandırmak ve gelişebilecek kalıcı engellilik oranını minimize etmektir. Subakut dönem, karmaşık kas-iskelet ve sinir sistemi hasarlarının multidisipliner yönetimini gerektirir. Afetlerde görülen

kırıklar genellikle çok parçalı, açık ve yumuşak doku hasarının eşlik ettiği yüksek enerjili travmalardır. Eksternal veya internal fiksasyon uygulanan afetzedelerde, kemik konsolidasyonu (kaynama) takip edilerek erken dönem eklem hareket açıklığı (ROM) egzersizlerine başlanmalıdır. Bu evrede fizyoterapistler; immobilizasyon atrofisini önlemek için izometrik egzersizleri, ilerleyen süreçte ise progresif dirençli egzersizleri sürece dahil eder. Hastanın radyolojik ve klinik bulgularına göre kademeli ağırlık aktarma (yük verme) eğitimleri planlanarak, bağımsız mobilizasyon seviyesinin artırılması amaçlanır. Enkaz altında kalma veya ezilme travmalarına bağlı olarak pleksus yaralanmaları, aşırı gerilme veya direkt bası nedeniyle periferik sinir lezyonları (özellikle nervus peroneus ve nervus radialis hasarları) sık görülür. Fizyoterapistler; denerve kasların atrofisini önlemek, eklem kısıtlılıklarını engellemek ve duyu-motor yeniden eğitimi sağlamak amacıyla uygun elektroterapi ajanlarını, spesifik egzersiz protokollerini ve splintleme (atel) yaklaşımlarını kullanır. Kitlesel yangınlar veya patlamalar sonucu gelişen yanık vakalarında ise, skar (yara) dokusunun kasılmasını ve eklemleri kilitlemesini önlemek için anti-deformite pozisyonlamaları, bası giysileri ve agresif germe egzersizleri subakut dönemin yapı taşlarını oluşturur. Afetlerde ekstremitte kurtarmanın mümkün olmadığı durumlarda hayat kurtarıcı bir cerrahi olarak amputasyon uygulanır. Subakut dönemde fizyoterapistin rolü, hastayı fonksiyonel bir protez kullanımına hazırlamaktır. Bu kapsamda; güdüğün (residual limb) ödem kontrolü ve şekillendirilmesi için elastik bandajlama teknikleri uygulanır, güdükteki aşırı hassasiyeti azaltmak amacıyla desensitizasyon (duyarsızlaştırma) çalışmaları yürütülür. Ayrıca postürün korunması, proksimal eklem mekaniklerinin güçlendirilmesi ve tekerlekli sandalye ya da koltuk değneği gibi yardımcı cihazların bağımsız kullanımı için denge-koordinasyon eğitimleri verilir (Erden, 2013; Erden ve Yıldız, 2023; Gosney ve ark, 2011; Klappa ve ark, 2014; Trivedi ve Rathod, 2017).

4.2. WCPT Kılavuzuna Göre Müdahale Aşamasındaki Görev ve Sorumluluklar

Dünya Fizyoterapistler Konfederasyonu (WCPT), acil müdahale sürecindeki stratejik ve klinik rolleri şu şekilde özetlemektedir (WCPT, 2016):

- Erken Koordinasyon: Rehabilitasyon hizmetlerinin sahaya erken sevki için hükümetler ve STK'lar ile hızlı bağlantı kurulmalıdır.
- Çok Disiplinli İş Birliği: Hem ekipler içinde hem de kuruluşlar arasında multidisipliner koordinasyon sağlanmalıdır.
- İhtiyaç Analizi: Afet bölgesindeki genel rehabilitasyon gereksinimleri hızla değerlendirilmelidir.
- Koordinasyon Grubu: Travmatik yaralanma sayısının fazla olduğu majör krizlerde özel bir rehabilitasyon koordinasyon grubu oluşturulmalıdır.

- Savunmasız Gruplar: Yaşlı, engelli ve kronik hastaların acil sağlık müdahalelerine dahil edilmesinde fizyoterapistler aktif rol oynamalıdır.
- Akut Rehabilitasyon: Ortopedik, nörolojik, pulmoner ve yanık rehabilitasyonunu içeren akut tedaviler derhal başlatılmalıdır.
- Psikososyal Destek: Afetzedelere psikolojik ilk yardım gibi temel psiko-sosyal yaklaşımlar sunulmalıdır.
- Yardımcı Cihaz Yönetimi: Endike olan mobilite cihazları değerlendirilmeli, reçete edilmeli ve bakımı/kullanımı konusunda eğitim verilmelidir.
- Standartlara Uyum: Sunulan hizmetler ve ekipmanlar yerel/uluslararası WCPT standartlarını tam karşılamalıdır.
- Güvenli Transport: İkincil hasarları önlemek için afetzedeler ve nakil personeli doğru pozisyonlama/taşıma teknikleri yönünden eğitilmelidir.
- Akran Eğitimi: Sahada deneyimli klinisyenler, ihtiyaç halinde meslektaşlarına SKY, TBY ve amputasyon gibi spesifik konularda eğitim vermelidir.
- Süreç Yönetimi: Yaralıların triyaj, yönlendirme, sevk, taburculuk ve klinik takip süreçleri koordine edilmelidir.
- Çevresel Adaptasyon: Yaralıların erişilebilirliğini sağlamak için geçici kamp ve barınma alanlarının çevresel koşulları analiz edilmelidir.
- Bakımın Sürekliliği: Rehabilitasyonun taburculukla bitmeyeceği gözetilerek, uzun vadeli bakım ve destek mekanizmaları planlanmalıdır.

4.3. Enfeksiyon Kontrolü, Dokümantasyon ve Yardımcı Cihaz Yönetimi

Afet sahasındaki gayrisihhi koşullar ve açık/enfekte yaraların yoğunluğu nedeniyle enfeksiyon kontrolü mutlak önceliktir; el hijyeni gibi temel uygulamalar klinisyen ve hasta güvenliği için aksatılmamalıdır (WCPT, 2016). Kaotik kriz ortamlarında yetersiz dokümantasyon ise koordinasyon eksikliğine, tedavi tekrarlarına ve tıbbi hatalara yol açmaktadır (Gosney, 2010; Bartels ve VanRooyen, 2012). Bu riskleri önlemek adına afetzedelerin kimlik, tanı, fonksiyonel durum ve ekipman gereksinimleri hasta kayıt notları olarak eksiksiz arşivlenmelidir (WCPT, 2016). Ayrıca kriz süreçlerinde tekerlekli sandalye, yürüteç ve koltuk değneği gibi mobilite cihazlarına talep hızla artar (Bloodworth ve ark, 2007). Protez ve ortezler dahil bu cihazların temini, muhafazası, cerrahi sonrası kişiye özel modifikasyonu ve hasta eğitimi süreçlerinde fizyoterapistler birincil mesleki sorumluluğa sahiptir (WCPT, 2016; Erden ve Yıldız, 2023).

5. İYİLEŞME AŞAMASINDA FİZYOTERAPİ YÖNETİMİ: FONKSİYONEL BAĞIMSIZLIK VE TOPLUMSAL ENTEGRASYON

İyileşme aşaması, afetten etkilenen toplumda tesislerin, geçim kaynaklarının ve yaşam koşullarının restorasyonu ve iyileştirilmesiyle birlikte toplumdaki işleyişin normalize edilmeye çalışıldığı aşamadır. Bu aşama ülkelerin afetlerle başa çıkma kapasitelerine bağlı olmakla birlikte deprem gibi büyük afetlerde birkaç yıl sürebilir (WCPT, 2016). Afetler, yaralanma, yetersiz cerrahi ve tıbbi tedavi ve psikolojik sorunlar nedeniyle yeni engelli bireyler yaratır. Bu bireylerin iyileşme aşamasına dahil edilmesi hayati önem taşır. Fizyoterapistler afetlerde, müdahale ve iyileşme aşamaları arasında önemli bir bağlantı oluşturur. Müdahale aşamasından iyileşme aşamasına ilerledikçe FTR hizmetlerinin devamlılığı, engelli ve yaralı bireyler için fonksiyonel kapasitenin geri kazanılması bakımından çok önemlidir (Landry ve ark., 2010). İyileşme aşaması için planlama mümkün olduğunca erken başlatılmalı, yerel olarak yönetilmeli ve çok disiplinli paydaşları içermelidir. Bu aşamadaki planlama sadece yaralıların ihtiyaçlarına odaklanmamalı, aynı zamanda önceden engeli olan kişileri de içermelidir. Afet döngüsünün en uzun ve genellikle en çok ihmal edilen evresi olan uzun dönem (afet sonrası 6. aydan itibaren başlayıp yıllarca sürebilen süreç), rehabilitasyonun nihai başarı kriteridir. Bu evrede FTR hizmetlerinin odağı, klinik yatak başı uygulamalarından ziyade bireyin sosyal, mesleki ve ailevi rollerine geri dönebilmesini sağlamaktır. Uzun dönem yaklaşımları, bireysel klinik başarıyı toplumsal faydaya dönüştüren en temel köprüdür (Erden ve Yıldız, 2023; Landry ve ark., 2010; WCPT, 2016).

5.1. Çevresel Adaptasyon, Mimari Engeller ve Ergonomi

Afet sonrasında kalıcı engellilik (spinal kord yaralanması, ileri derece nörolojik hasar veya majör amputasyonlar) geliştiren bireyler için en büyük engel fiziksel çevre yetersizliğidir. Uzun dönemde fizyoterapistler, afetzedelerin yaşamlarını sürdürdükleri alanları (geçici konteyner kentler, kalıcı konutlar, okul veya iş yerleri) evrensel erişilebilirlik ilkelerine göre analiz eder. Rampaların eğimi, kapı genişlikleri, tutunma barlarının konumlandırılması ve mutfak/banyo tezgâhlarının yüksekliği gibi ergonomik ve mimari düzenlemeler fizyoterapist rehberliğinde planlanır. Bu çevre modifikasyonları, bireyin tekerlekli sandalye veya protez gibi yardımcı cihazlarla kimseye bağımlı olmadan yaşayabilmesini sağlar (Erden, 2013; Erden ve Yıldız, 2023; Gosney ve ark, 2011; Khan ve ark, 2015; Klappa ve ark, 2014; Mallick ve ark, 2010).

5.2. Kalıcı Engellilikle Yaşam ve Kronik Problemlerin Yönetimi

Afetlerin üzerinden aylar geçmesine rağmen zamanında doğru müdahale alamamış ya da travmanın şiddetinden dolayı kalıcı sekeller geliştirmiş hastaların yönetimi süreklilik gerektirir. Omurilik yaralanmalı afetzedelerde bası yaralarının önlenmesi, spastisite yönetimi, mesane-barsak rehabilitasyonunun takibi ve transfer

aktivitelerinde bağımsızlığın korunması bu evrede hayati öneme sahiptir. Ayrıca, amputasyonlu veya kırık sekeli olan hastalarda aşırı kullanıma bağlı gelişen sekonder kas-iskelet sistemi ağrıları ve kronik travmatik ağrı sendromları (fantom ağrısı dahil), uzun dönemde kanıta dayalı fizyoterapi modaliteleri ve kişiselleştirilmiş egzersiz reçeteleriyle kontrol altına alınır (Erden, 2013; Erden ve Yıldız, 2023; Gosney ve ark, 2011; Khan ve ark, 2015; Klappa ve ark, 2014; Mallick ve ark, 2010).

5.3. Multidisipliner İş Birliği ve Psikososyal Entegrasyon

Fiziksel yetersizliklerin beraberinde getirdiği Travma Sonrası Stres Bozukluğu (TSSB) ve anksiyete, rehabilitasyon başarısını doğrudan etkileyen faktörlerdir. Fizyoterapistler, uzun dönemde psikologlar, psikiyatristler ve sosyal hizmet uzmanlarıyla koordineli çalışır. Literatür, afetzedelerin hareket kabiliyeti ve fonksiyonel bağımsızlığı arttıkça depresyon skorlarının azaldığını ve mental iyileşmenin hızlandığını açıkça göstermektedir. Bu bağlamda fizyoterapi seansları sadece fiziksel bir tedavi alanı değil, hastanın öz güvenini yeniden kazandığı ve toplumsal hayata katılım cesareti bulduğu bütüncül bir dönüştürücü süreçtir (Erden, 2013; Erden ve Yıldız, 2023; Gosney ve ark, 2011; Khan ve ark, 2015; Klappa ve ark, 2014; Mallick ve ark, 2010; Mousavi ve ark, 2019).

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Afetlerin bireyler ve toplumlar üzerinde yarattığı yıkıcı etkiler, sadece akut tıbbi yardımlarla sınırlandırılmayacak kadar karmaşık bir yapıya sahiptir. Bu çalışmada ele alındığı üzere, "Akut Müdahaleden Toplumsal Entegrasyona" uzanan süreç, afetten haftalar sonra başlayan kronik bir tedavi fazı değil; krizin "sıfırıncı anından" itibaren sürdürülmesi gereken birbirini takip eden bütüncül bir klinik zincirdir. Afetlerin bireyler ve toplumlar üzerinde meydana getirdiği yıkıcı sosyo-tıbbi etkiler, yalnızca akut cerrahi müdahalelerle sınırlandırılmaz. Afet döngüsünün her evresinde zamanında konumlandırılan (FTR hizmetleri; afetzedelerin hayatta kalma oranlarını, fonksiyonel bağımsızlıklarını ve yaşam kalitelerini doğrudan optimize eden stratejik bir kaldıraçtır. FTR uygulamaları, afet döngüsü zincirinin her halkasında afetzedelerin mortalite, morbidite ve kalıcı engellilik oranlarını düşürmede hayati bir kaldıraç görevi üstlenmektedir. Afetin ilk saatlerinden itibaren başlatılan erken solunum fizyoterapi yaklaşımları, ezilme sendromu yönetimi ve erken mobilizasyon stratejileriyle başlayan süreç; subakut dönemde karmaşık kırıklar, periferik sinir lezyonları, yanık yönetimi ve protez öncesi rehabilitasyonla derinleşmektedir. Döngünün en çok ihmal edilen halkası olan uzun dönemde (iyileşme aşaması) ise odak; kalıcı engellilik geliştiren afetzedelerin mimari, ergonomik ve psikososyal düzenlemelerle yaşam alanlarının evrensel erişilebilirlik ilkelerine göre ergonomik olarak modifiye edilmesi ve multidisipliner yaklaşımlarla psikososyal hayata bağımsız entegrasyonlarının sağlanmasıdır. Bilimsel yazın,

afetzedelerin hareket kabiliyeti arttıkça psikolojik travma ve depresyon skorlarının anlamlı derecede azaldığını göstermektedir. Afet döngüsünde FTR müdahalelerinin zamansal veya mekânsal olarak geciktirilmesi, hastanede kalış sürelerinin uzamasına, tedavi maliyetlerinin ve sağlık sistemindeki yükünün artmasına ve en önemlisi de önlenabilir kalıcı sakatlıkların yerleşmesine yol açabilmektedir.

Gelecekteki olası kitlesel afet senaryolarına karşı daha dirençli ve proaktif bir sağlık sistemi inşa edebilmek adına şu stratejik adımların atılması önerilmektedir:

- **Ulusal Afet Sağlık Politikalarına Entegrasyon:** Fizyoterapistler, ulusal acil müdahale planlarında (AFAD, UMKE vb.) sadece destek personeli olarak değil; akut dönem triyaj, sahra hastaneleri ve acil yönetim ekiplerinin asli üyesi olarak konumlandırılmalıdır.
- **Akademik Müfredat ve Uzmanlaşma:** Lisans düzeyindeki FTR eğitimi müfredatına "Afetlerde FTR" dersleri entegre edilmeli; mezuniyet sonrası süreçte ise sahra koşulları, ileri kardiyorespiratuar destek ve ezilme sendromu gibi spesifik alanları içeren sertifikalı uzmanlık programları geliştirilmelidir.
- **Kanıt Dayalı Ulusal Protokollerin Oluşturulması:** Dünya Fizyoterapi Konfederasyonu (WCPT) standartları referans alınarak, ulusal çapta uygulanabilir, standart ve kanıta dayalı "Afet Dönemi Akut Fizyoterapi ve Klinik Karar Verme Protokolleri" hazırlanmalı, dijital rehberler haline getirilmeli ve tüm klinisyenlerin erişimine sunulmalıdır.
- **Lojistik ve Mobil Rehabilitasyon Ağları:** Afet anlarında hastanelerin hasar görebileceği gerçeğinden hareketle; teknolojik rehabilitasyon altyapısına, temel mobilite cihazlarına ve modüler protez/ortez atölyelerine sahip "Mobil Afet Rehabilitasyon Üniteleri" kriz öncesinde planlanmalı ve stratejik bölgelerde hazır bulundurulmalıdır.
- **Gelecek Çalışmalar İçin Akademik Çağrı:** Afetlerde sağlanan FTR hizmetlerinin klinik başarısı bilinmekle birlikte; bu müdahalelerin maliyet-etkinliği, en verimli müdahale yoğunluğu, kaynak optimizasyonu ve bakım veren yükü üzerindeki etkilerine dair literatürdeki veri eksikliği ilerleyen çalışmalarda araştırılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Atalay, E. S., & Yıldırım, N. Ü. (2023). Afet ve Acil Cerrahilerde Fizyoterapi ve Rehabilitasyon: Geleneksel Derleme. *Afet ve Risk Dergisi*, 6(4), 1401-1409.
- Bahadır, H. ve Uçku, R. (2018). Uluslararası Acil Durum Veri Tabanına Göre Türkiye Cumhuriyeti Tarihindeki Afetler. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 4(1), 28-33.
- Bartels, S.A. ve VanRooyen, M.J. (2012). Medical Complications Associated with Earthquakes. *The Lancet*, 379(9817), 748-757.
- Bloodworth, D.M., Kevorkian, C.G., Rumbaut, E. ve Chiou-Tan, F.Y. (2007). Impairment and Disability in the Astrodome After Hurricane Katrina: Lessons Learned About the Needs of the Disabled After Large Population Movements. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 86(9), 770-775.
- Erden, Z. (2013). Afetlerde Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Yaklaşımları. *Ergoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi*, 1(2), 78-82.
- Erden, Z., & Yıldız, N. T. (2023). Afet yönetiminde ve afete bağlı yaralanmalarda fizyoterapistlerin rol ve görevleri. *İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 8(2), 835-843.
- Gosney, J., Reinhardt, J.D., Haig, A.J. ve Li, J. (2011). Developing Post-Disaster Physical Rehabilitation: Role of the World Health Organization Liaison Sub-Committee on Rehabilitation Disaster Relief of the International Society of Physical and Rehabilitation Medicine. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 43(11), 965-968.
- Khan, F., Amatya, B., Gosney, J., Rathore, F. A., & Burkle Jr, F. M. (2015). Medical rehabilitation in natural disasters: a review. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 96(9), 1709-1727.
- Kızıloğlu F.M., Okuroğlu M. ve Örüng İ. Kırsal Yerleşimler ve Doğal Afetler. (2006). *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23(2), 53-58.
- Klappa, S., Audette, J. ve Do, S. (2014). The Roles, Barriers and Experiences of Rehabilitation Therapists in Disaster Relief: Post-Earthquake Haiti 2010. *Disability and Rehabilitation*, 36(4), 330-338.
- Landry, M.D., O'Connell, C., Tardif, G. ve Burns, A. (2010). Post-Earthquake Haiti: the Critical Role for Rehabilitation Services Following a Humanitarian Crisis. *Disability and Rehabilitation*, 32(19), 1616-1618.
- Mousavi, G., Ardalan, A., Khankeh, H., Kamali, M. ve Ostadtaghizadeh, A. (2019). Physical Rehabilitation Services in Disasters and Emergencies: A Systematic Review. *Iranian Journal Of Public Health*, 48(5), 808-815.

Trivedi, N. ve Rathod, P. (2017). Physiotherapy in Disaster Management: Physiotherapist View. National Journal of Integrated Research in Medicine, 8(4), 32-34.

World Confederation for Physical Therapy. (2016). WCPT Report: The Role of Physical Therapists in Disaster Management. London, UK: WCPT; March 2016. <https://world.physio/sites/default/files/2020-06/Disaster-Management-Report-201603.pdf>. Aguiar, A. D. S., Nogueira Carrer, H. C., de Lira, M. R., Martins Silva, G. Z., & Chaves, T. C. (2021). Patient-reported outcome measurements in temporomandibular disorders and headaches: summary of measurement properties and applicability. Journal of clinical medicine, 10(17), 3823.

Alqutaibi, A. Y., Alhammadi, M. S., Hamadallah, H. H., Altarjami, A. A., Malosh, O. T., Aloufi, A. M., ... & Almashraqi, A. A. (2025). Global prevalence of temporomandibular disorders: a systematic review and meta-analysis. Journal of Oral & Facial Pain and Headache, 39(2), 48.

Alyessary, A. S., Yap, A. U., & Almousawi, A. (2023). The Arabic Fonseca Anamnestic Index: Psychometric properties and use for screening temporomandibular disorders in prospective orthodontic patients. Cranio®, 41(2), 131-138.

SAĞLIK ÇALIŞANLARINDA İŞ YÜKÜ VE TÜKENMİŞLİK ARASINDAKİ İLİŞKİ: GÜNCEL KANITLAR VE ÖRGÜTSEL ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Doç. Dr, Emel TUĞRUL¹

¹Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi,

etugrul@adu.edu.tr, 0000-0001-9046-0681

Özet

Sağlık çalışanları, artan hasta bakım gereksinimleri, personel yetersizliği, uzun çalışma saatleri ve yoğun mesleki sorumluluklar nedeniyle önemli düzeyde fiziksel, zihinsel ve duygusal iş yüküne maruz kalmaktadır. Sürekli ve yüksek düzeyde iş yükü, çalışanların psikolojik iyilik hâlini olumsuz etkileyerek mesleki tükenmişlik riskini artırabilmektedir. Tükenmişlik, bireysel sağlık sorunlarının yanı sıra iş doyumunda azalma, bakım kalitesinde düşüş ve hasta güvenliğine yönelik risklerle de ilişkilendirilmektedir. Bu derlemenin amacı, sağlık çalışanlarında iş yükü ile tükenmişlik arasındaki ilişkiyi güncel bilimsel literatür doğrultusunda incelemek ve tükenmişliğin önlenmesine yönelik örgütsel stratejileri değerlendirmektir. Literatürde, iş yükünün niceliksel boyutunun yanı sıra zihinsel ve duygusal taleplerinin de tükenmişliğin gelişiminde önemli rol oynadığı belirtilmektedir. İş Talepleri-Kaynaklar Modeli çerçevesinde, yüksek iş taleplerine karşılık yeterli örgütsel kaynakların bulunmaması, çalışanların enerji kaybını ve duygusal tükenmesini artırabilmektedir. Özellikle yoğun hasta yükü, sık nöbetler, yetersiz dinlenme süreleri, rol çatışması ve sınırlı mesleki özerklik tükenmişlikle ilişkili başlıca faktörler arasında gösterilmektedir. Buna karşılık destekleyici liderlik, etkili ekip iletişimi, adil iş dağılımı ve çalışanların karar süreçlerine katılımı koruyucu örgütsel kaynaklar olarak öne çıkmaktadır. Sonuç olarak, sağlık çalışanlarında iş yükü ve tükenmişlik arasındaki ilişkinin çok boyutlu olarak ele alınması gerekmektedir. Tükenmişliğin önlenmesinde bireysel baş etme yöntemlerinin yanı sıra yeterli insan gücü planlaması, dengeli iş yükü dağılımı, uygun çalışma koşulları ve çalışan odaklı yönetim politikalarının geliştirilmesi önem taşımaktadır. Bu yaklaşımların çalışan iyilik hâlinin korunmasına ve sağlık hizmetlerinin sürdürülebilirliğine katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sağlık çalışanları, iş yükü, mesleki tükenmişlik, örgütsel destek, çalışma koşulları.

THE RELATIONSHIP BETWEEN WORKLOAD AND BURNOUT AMONG HEALTHCARE PROFESSIONALS: CURRENT EVIDENCE AND ORGANIZATIONAL SOLUTIONS

Abstract

Healthcare professionals experience substantial physical, mental, and emotional workloads due to increasing patient care demands, staffing shortages, long working hours, and extensive professional responsibilities. Persistent excessive workload may negatively affect psychological well-being and increase the risk of occupational burnout. Burnout is associated not only with adverse outcomes for healthcare workers but also with reduced job satisfaction, poorer quality of care, and potential risks to patient safety. This narrative review aims to examine the relationship between workload and burnout among healthcare professionals in light of the scientific literature and to discuss organizational strategies for prevention. The literature suggests that both quantitative workload and the cognitive and emotional demands of healthcare work are relevant to burnout. According to the Job Demands–Resources model, high job demands combined with insufficient organizational resources may contribute to energy depletion and emotional exhaustion. Heavy patient assignments, frequent shifts, inadequate rest periods, role conflict, and limited professional autonomy are commonly reported factors associated with burnout. Conversely, supportive leadership, effective team communication, equitable workload distribution, and employee participation in decision-making are recognized as potentially protective organizational resources.

In conclusion, the relationship between workload and burnout among healthcare professionals requires a multidimensional approach. Prevention efforts should extend beyond individual coping strategies to include adequate workforce planning, balanced allocation of duties, appropriate working conditions, and employee-centered management policies. These organizational measures may help protect healthcare professionals' well-being and promote the sustainability and quality of healthcare services.

Keywords: Healthcare professionals, workload, occupational burnout, organizational support, working conditions.

1. GİRİŞ

Sağlık hizmetleri; kesintisiz bakım sunumu, hızlı klinik karar verme, çok disiplinli koordinasyon ve yoğun insani etkileşim gerektiren bir çalışma alanıdır. Artan hizmet talebi ve bakımın karmaşıklığı, sağlık çalışanlarının karşılaştığı iş taleplerini çeşitlendirmektedir. İş yükü yalnızca belirli bir sürede tamamlanması beklenen görevlerin sayısını değil, karar verme ve dikkat gereksinimini, duygusal emeği ve çalışma saatlerinin öngörülebilirliğini de içermektedir. Bu nedenle iş yükünün yalnızca hasta sayısı veya mesai süresiyle ölçülmesi, çalışanların maruz kaldığı toplam yükü açıklamakta yetersiz kalabilir [1,2].

Tükenmişlik, sağlık çalışanlarının mesleki iyilik hâlini ve sağlık kurumlarının işleyişini birlikte ilgilendirir. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), ICD-11’de tükenmişliği başarıyla yönetilemeyen kronik iş yeri stresinden kaynaklanan mesleki bir olgu olarak tanımlar; tıbbi bir hastalık olarak sınıflandırmaz [3]. Çalışan iyilik hâlinin desteklenmesi, yalnızca bireylerin baş etme kapasitesini artırmaya indirgenemeyecek kadar örgütsel bir sorumluluktur [2]. Bu derlemede iş yükü ile tükenmişlik ilişkisi kuramsal ve ampirik bulgularla tartışılmakta, sağlık yöneticilerine yönelik uygulanabilir müdahale alanları değerlendirilmektedir.

2. DERLEMENİN KAPSAMI VE YAKLAŞIMI

Bu metin, sağlık çalışanlarında iş yükü, tükenmişlik, çalışan iyilik hâli, hasta güvenliği ve örgütsel müdahaleler konularında yayımlanmış kuramsal çalışmalar, sistematik derlemeler, gözlemsel araştırmalar ve uluslararası kurum raporlarını tematik olarak bir araya getiren anlatı derlemesidir. Kaynaklar, konuyla doğrudan ilişkileri ve temel bulgularının erişilebilir kaynak kayıtları üzerinden doğrulanabilir olması esas alınarak seçilmiştir. Çalışma önceden kaydedilmiş bir protokole, kapsamlı ve tekrarlanabilir bir veri tabanı taramasına, çift bağımsız seçime veya meta-analize dayanmamaktadır. Dolayısıyla bütün yayınları kapsadığı ya da nedensellik gösterdiği iddia edilmemektedir.

3. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

3.1. İş yükünün boyutları

Niceliksel iş yükü, belirli zaman aralığında karşılanması beklenen hasta ve görev sayısına karşılık gelir. Niteliksel iş yükü ise bakımın karmaşıklığı, bilgi işleme gereksinimi ve uzmanlık düzeyiyle ilişkilidir. Zihinsel iş yükü; dikkat, bellek, klinik muhakeme ve eş zamanlı görev yönetimini içerirken duygusal iş yükü; hasta ve yakınlarının kaygısı, acı, ölüm, çatışma ve yoğun empati gerektiren durumlarda belirginleşir. Fiziksel yük, uzun süre ayakta kalma, hasta taşıma ve tekrarlayıcı hareketler gibi görevlerle ortaya çıkar. Bu boyutlar çoğunlukla birlikte deneyimlendiği için müdahalelerin yalnızca bir boyuta odaklanması tüm sorunu çözmeyebilir [1,2].

3.2. Tükenmişliğin tanımı ve ölçümü

DSÖ'nün tanımında tükenmişliğin üç temel boyutu enerji kaybı veya bitkinlik, işle zihinsel mesafenin artması ya da işe yönelik olumsuzluk/sinizm ve mesleki etkililikte azalmadır [3]. Literatürde tükenmişliğin değerlendirilmesi için farklı ölçekler, alt boyut eşikleri ve sınıflandırmalar kullanılmaktadır. Rotenstein ve arkadaşlarının hekimlerle ilgili sistematik derlemesi, tükenmişlik prevalansının ölçüm tanımlarına göre büyük farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur [4]. Dolayısıyla bir çalışmadaki tükenmişlik oranını başka bir çalışmayla karşılaştırırken meslek grubu, ölçek ve eşik değerleri dikkate alınmalıdır.

3.3. İş Talepleri–Kaynaklar Modeli

İş Talepleri–Kaynaklar Modeli (Job Demands–Resources, JD-R), işin sürdürülebilir çaba gerektiren yönlerini “talepler”, iş hedeflerine ulaşmayı kolaylaştıran ve taleplerin maliyetini azaltan yönlerini ise “kaynaklar” olarak ele alır [1]. Yüksek iş talepleri ve yetersiz kaynaklar bir araya geldiğinde sağlıkta bozulma süreci üzerinden tükenmişlik riski artabilir. Yönetici desteği, kontrol/özerklik, ekip dayanışması, eğitim olanakları ve uygun personel düzeyi koruyucu kaynaklar olarak düşünülebilir. Model, çalışanlar arasındaki farklılıkların ve birim düzeyindeki koşulların da dikkate alınmasını önerir [1].

4. İŞ YÜKÜ İLE TÜKENMİŞLİK ARASINDAKİ İLİŞKİ

4.1. Hasta yükü, personel planlaması ve zaman baskısı

Hizmetin sürekliliğini sağlamak için çalışan başına düşen görev miktarının yükselmesi, bakımın önceliklendirilmesini ve görevler arası geçişleri zorlaştırabilir. Personel yetersizliğiyle birlikte artan hasta bakım gereksinimi, çalışanlara dinlenme ve mesleki gelişim için daha sınırlı zaman bırakabilir. Bununla birlikte personel oranı ile tükenmişlik arasında kurulan ilişkinin bağlama duyarlı olduğu, tek başına bir sayıdan çok hasta bağımlılığı ve görevlerin niteliğinin değerlendirilmesi gerektiği unutulmamalıdır. Aiken ve arkadaşlarının dokuz Avrupa ülkesini kapsayan gözlemsel çalışması, hemşire personel düzeyinin hasta sonuçlarıyla ilişkisini göstererek uygun insan gücü planlamasının bakım güvenliği açısından da önemini desteklemiştir [5]. Bu sonuç tükenmişlik üzerine doğrudan nedensel bir kanıt olarak yorumlanmamalıdır.

4.2. Çalışma süresi, vardiya ve dinlenme olanakları

Uzun çalışma saatleri, sık nöbetler, düzensiz vardiyalar ve yetersiz dinlenme fırsatları çalışanların toparlanmasını zorlaştırabilir. Çalışma süresinin tek başına değil, nöbet yoğunluğu, vardiyalar arasındaki dinlenme, beklenmedik fazla mesai ve ev-iş yaşamı çatışmasıyla birlikte değerlendirilmesi gerekir. Sağlık kuruluşları açısından düzenli mola, tahmin edilebilir nöbet çizelgesi ve mümkün olduğunda esnek planlama, çalışma ortamına dönük temel müdahale alanlarıdır [2,6].

4.3. Duygusal emek, rol çatışması ve mesleki özerklik

Hasta kaybı, ağır hastalık, şiddet veya çatışmalı iletişim gibi olaylar, klinik görevin ötesinde duygusal düzenleme gerektirebilir. Çalışanların yüksek sorumluluk üstlenirken karar verme yetkisinin sınırlı olması, rol belirsizliği ve birbiriyle çelişen beklentiler stresin yönetimini güçleştirebilir. Özerklik ve adil iş bölümü, her çalışanın tüm koşulları kontrol etmesini sağlamasa da taleplerin daha öngörülebilir ve yönetilebilir hâle gelmesine katkı sunabilecek kaynaklardır [1,2,7].

5. TÜKENMİŞLİĞİN ÇALIŞAN VE KURUM ÜZERİNDEKİ SONUÇLARI

Tükenmişlik, duygusal enerji kaybı, işe yabancılaşma, motivasyonda azalma ve mesleki doyumsuzlukla birlikte ele alınmaktadır. Bununla birlikte depresyon ve diğer ruhsal bozukluklarla kavramsal olarak eş anlamlı değildir; değerlendirme ve destek süreçlerinde bu ayrım korunmalıdır [3,4]. Kurumsal düzeyde devamsızlık, personel devir hızı, ekip içi iletişim sorunları ve iş süreçlerinin sürekliliği önem kazanmaktadır [2].

Hall ve arkadaşlarının sistematik derlemesi, sağlık çalışanlarının olumsuz iyilik hâli ve tükenmişliği ile hasta güvenliği sonuçları arasında çalışmalarda sıklıkla ilişki bulunduğunu, ancak ileriye dönük çalışmaların azlığının nedensel yorumları sınırladığını belirtmektedir [8]. Bu nedenle tükenmişlik–hasta güvenliği bağlantısı önemli bir risk işareti olarak ele alınmalı, tüm olumsuz olayların tek nedeni gibi sunulmamalıdır. Hasta güvenliğini geliştirme ve çalışan sağlığını koruma politikalarının birlikte düşünülmesi, kurumsal iyileştirme açısından daha tutarlı bir yaklaşımdır [2,8].

6. TÜKENMİŞLİĞİ ÖNLEMeye YÖNELİK ÖRGÜTSEL STRATEJİLER

6.1. İnsan gücü ve görev tasarımı

Öncelikli yaklaşım, hasta bakım gereksinimi ve birim özellikleri doğrultusunda insan gücü planlamasını iyileştirmektir. Görevlerin açık tanımlanması, klinik dışı tekrar eden işlemlerin azaltılması, kayıt sistemlerinin kullanılabilirliğinin artırılması ve iş dağılımındaki adaletin izlenmesi önemli uygulama alanlarıdır. Aust ve arkadaşlarının 2024 tarihli sistematik derlemesi, sağlık çalışanlarında örgütsel müdahalelerin özellikle iş/görev düzenlemeleri, esnek çalışma ve fiziksel ortam düzenlemelerinde umut verici etkilerini bildirmiştir [6]. Müdahalelerin etkisi kurum ve uygulama özelliklerine göre değişebileceğinden yerel değerlendirme gereklidir.

6.2. Destekleyici liderlik ve katılımcı yönetim

Yöneticilerin iş yüküne ilişkin çalışan bildirimlerini cezalandırıcı olmayan kanallardan dinlemesi, iş yükü dağılımında şeffaflık sağlaması ve iyileştirmelerin sonuçlarını çalışanlarla paylaşması önemlidir. Çalışanların iş süreçlerinin yeniden tasarlanmasına katılımı, sorunların yalnızca bireysel dayanıklılık eksikliği olarak

görülmesini önler. Montgomery ve arkadaşları, sağlıkta tükenmişliğin ele alınmasında bireyin ötesine geçen kurumsal değişimin önemini vurgulamaktadır [7].

6.3. Çalışma saatleri, dinlenme ve psikososyal destek

Kurumlar dinlenme molalarını mümkün kılan iş akışlarını oluşturmali, öngörülebilir vardiya planlarını geliştirmeli ve yüksek stresli olayların ardından ekiplerin destek kaynaklarına erişimini kolaylaştırmalıdır. DSÖ'nün iş yerinde ruh sağlığı rehberi, örgütsel riskleri azaltmayı, yöneticileri eğitmeyi ve bireysel destek olanaklarını birbirini tamamlayan müdahaleler olarak değerlendirir [9]. Çalışan odaklı bireysel eğitimler ve psikolojik destek yararlı olabilir; ancak kronik aşırı iş yükü sürdüğünde tek başına yeterli çözüm olmayabilir.

6.4. Müdahalelere ilişkin kanıtların değerlendirilmesi

West ve arkadaşlarının sistematik derleme ve meta-analizi, hekim tükenmişliğini azaltmaya yönelik hem bireysel hem de örgütsel yaklaşımların etkili olabildiğini, müdahalelerin bağlama göre farklılaşabileceğini göstermektedir [10]. Bes ve arkadaşlarının meta-analizi, örgütsel müdahalelerin bitkinlik boyutunu azaltma potansiyeli bulunduğunu bildirmiştir; ancak bulguların heterojenliği ve kanıt kesinliği göz önünde tutulmalıdır [11]. Farklı sağlık mesleklerini kapsayan müdahale derlemelerinde de olumlu sonuçlar bildirilmiş, fakat çalışma tasarımları ve müdahale içeriklerindeki çeşitlilik nedeniyle tek bir en iyi müdahalenin belirlenmesi zorlaşmıştır [12,13].

7. SAĞLIK KURUMLARINA YÖNELİK UYGULAMA ÖNERİLERİ

İş yükü izlemi: Hasta sayısının yanında bakım karmaşıklığı, kesintiye uğrayan görevler, fazla mesai, mola kullanım oranı ve öznel iş yükü göstergeleri birlikte izlenmelidir.

Risk temelli insan gücü planlaması: Servis, yoğun bakım ve acil birimi gibi alanlar için birim temelli iş yükü göstergeleri kullanılmalıdır.

Katılımcı iyileştirme döngüleri: Çalışan temsilcilerinin ve yöneticilerin yer aldığı düzenli geri bildirim toplantıları düzenlenmeli; öneriler uygulama ve değerlendirme aşamalarına taşınmalıdır.

Psikososyal güvenlik: Şiddet, zorbalık, ayrımcılık ve cezalandırıcı iletişime karşı erişilebilir bildirim ve destek mekanizmaları oluşturulmalıdır.

Etki değerlendirmesi: Müdahaleler öncesi ve sonrası tükenmişlik alt boyutları, iş doyumu, personel devri, devamsızlık ve bakım güvenliği ölçütleri uygun zaman aralıklarıyla izlenmelidir.

Bu öneriler, kaynaklarda tanımlanan risk alanları ile müdahale bulgularının sağlık yönetimine uyarlanmasıdır; belirli bir kurumda etkililiği gösterilmiş hazır bir program olarak değerlendirilmemelidir [2,6,9,11].

8. TARTIŞMA

Mevcut kanıtlar, iş yükü ile tükenmişlik arasında tutarlı fakat bağlamsal farklılıklara açık bir ilişki bulunduğunu düşündürmektedir. İş yükü bireysel algı, klinik deneyim ve mesleki rollerle değişebilse de örgütsel kaynakların niteliği bu ilişkinin anlaşılmasında merkezi konumdadır [1,2]. Özellikle personel planlaması, görev tasarımı ve çalışma programlarının yeniden düzenlenmesi, çalışanlardan yalnızca daha fazla dayanıklılık göstermelerini beklemeye kıyasla sorunun kök nedenlerine daha yakındır [6,7].

Bununla birlikte literatürdeki çalışmalarda ölçme araçları, örneklemeler ve çalışma koşulları farklılık göstermektedir. Sağlık çalışanlarının tüm meslek gruplarını tek tip bir nüfus gibi değerlendirmek uygun değildir. Hekimler ve hemşireler üzerine elde edilen sonuçların diğer sağlık mesleklerine aktarılması dikkatli yapılmalıdır. Dahası gözlemsel ilişki, iş yükünün her durumda tek başına tükenmişliğe yol açtığını kanıtlamaz; ters yönlü etki ve üçüncü değişken olasılıkları vardır [4,8]. Gelecekte çok merkezli, uzunlamasına ve müdahale temelli çalışmaların, iş yükünün farklı boyutlarını ve çalışan sonuçlarını birlikte değerlendirmesi yararlı olacaktır.

9. SONUÇ

Sağlık çalışanlarında yüksek ve uzun süreli iş yükü, tükenmişlik açısından önemli bir örgütsel risk alanıdır. İş yükünün niceliksel, zihinsel, fiziksel ve duygusal boyutları; çalışanların yararlanabildiği destek ve kaynaklarla birlikte değerlendirilmelidir. Tükenmişlik riskini azaltmak için yeterli ve gereksinime dayalı personel planlaması, adil görev paylaşımı, öngörülebilir çalışma süreleri, destekleyici liderlik ve çalışan katılımı içeren bütüncül stratejiler önerilmektedir. Müdahalelerin başarısı, çalışan refahına ilişkin göstergeler ve hizmet kalitesi ölçütleriyle izlenmelidir. Böylece tükenmişlik yalnızca bireysel bir sorun olarak değil, sağlık kurumlarının sürdürülebilirliğiyle bağlantılı bir çalışma yaşamı göstergesi olarak yönetilebilir.

KAYNAKLAR

1. Bakker AB, Demerouti E, Sanz-Vergel A. Job Demands–Resources Theory: Ten Years Later. *Annu Rev Organ Psychol Organ Behav*. 2023;10:25–53. doi:10.1146/annurev-orgpsych-120920-053933.
2. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. Taking Action Against Clinician Burnout: A Systems Approach to Professional Well-Being. Washington, DC: National Academies Press; 2019. doi:10.17226/25521.
3. World Health Organization. Burn-out an occupational phenomenon: International Classification of Diseases (ICD-11). 2019. <https://www.who.int/news/item/28-05-2019-burn-out-an-occupational-phenomenon-international-classification-of-diseases>
4. Rotenstein LS, Torre M, Ramos MA, et al. Prevalence of Burnout Among Physicians: A Systematic Review. *JAMA*. 2018;320(11):1131–1150. doi:10.1001/jama.2018.12777.
5. Aiken LH, Sloane DM, Bruyneel L, et al. Nurse staffing and education and hospital mortality in nine European countries: a retrospective observational study. *Lancet*. 2014;383(9931):1824–1830. doi:10.1016/S0140-6736(13)62631-8.
6. Aust B, Leduc C, Cresswell-Smith J, et al. The effects of different types of organisational workplace mental health interventions on mental health and wellbeing in healthcare workers: a systematic review. *Int Arch Occup Environ Health*. 2024;97(5):485–522. doi:10.1007/s00420-024-02065-z.
7. Montgomery A, Panagopoulou E, Esmail A, Richards T, Maslach C. Burnout in healthcare: the case for organisational change. *BMJ*. 2019;366:l4774. doi:10.1136/bmj.l4774.
8. Hall LH, Johnson J, Watt I, Tsipa A, O'Connor DB. Healthcare Staff Wellbeing, Burnout, and Patient Safety: A Systematic Review. *PLoS One*. 2016;11(7):e0159015. doi:10.1371/journal.pone.0159015.
9. World Health Organization. WHO Guidelines on Mental Health at Work. Geneva: WHO; 2022. ISBN:9789240053052.
10. West CP, Dyrbye LN, Erwin PJ, Shanafelt TD. Interventions to prevent and reduce physician burnout: a systematic review and meta-analysis. *Lancet*. 2016;388(10057):2272–2281. doi:10.1016/S0140-6736(16)31279-X.
11. Bes I, Shoman Y, Al-Gobari M, Rousson V, Guseva Canu I. Organizational interventions and occupational burnout: a meta-analysis with focus on exhaustion. *Int Arch Occup Environ Health*. 2023. doi:10.1007/s00420-023-02009-z.
12. Araújo D, Bártolo A, Fernandes C, Pereira A, Monteiro S. Intervention Programs Targeting Burnout in Health Professionals: A Systematic Review. *Iran J Public Health*. 2024;53(5):997–1008. doi:10.18502/ijph.v53i5.15580.
13. Kiratipaisarl W, Surawattanasakul V, Sirikul W. Individual and organizational interventions to reduce burnout in resident physicians: a systematic review and meta-analysis. *BMC Med Educ*. 2024;24:1234. doi:10.1186/s12909-024-06195-3.

SUBKÜTAN ENJEKSİYON UYGULAMALARINDA GÜNCEL KANITA DAYALI YAKLAŞIMLAR: GELENEKSEL UYGULAMALARDAN GÜNCEL ÖNERİLERE

Doç. Dr, Emel TUĞRUL¹

¹Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi,

etugrul@adu.edu.tr, 0000-0001-9046-0681

Özet

Subkütan enjeksiyon, insülin, antikoagülanlar ve çeşitli biyolojik ilaçların uygulanmasında yaygın kullanılan bir ilaç uygulama yoludur. Uygulama tekniğindeki farklılıklar ilaç emilimini, hasta konforunu ve lokal komplikasyonların görülme olasılığını etkileyebilmektedir. Bu derlemenin amacı, subkütan enjeksiyonlara ilişkin güncel kanıtları değerlendirerek güvenli ve hasta odaklı hemşirelik uygulamalarına yönelik önerileri ortaya koymaktır. Çalışma, subkütan enjeksiyon tekniklerine ilişkin güncel kılavuzlar ve bilimsel araştırmalar temelinde hazırlanan anlatı derlemesi niteliğindedir. Literatür; enjeksiyon bölgesinin seçimi, iğne uzunluğu ve giriş açısı, deri kıvrımı oluşturulması, bölge rotasyonu, enjeksiyon süresi, aspirasyon, masaj ve lokal komplikasyonların önlenmesi başlıklarında ele alınmıştır. Güncel diyabet bakım standartlarında insülinin kas dokusu yerine subkütan dokuya verilmesi, uygun kısa iğnelerin kullanılması, enjeksiyon bölgelerinin düzenli rotasyonu ve lipohipertrofi açısından değerlendirilmesi vurgulanmaktadır. İnsülin uygulamasında iğne uzunluğu ve deri altı doku özellikleri, enjeksiyon açısı ile deri kıvrımı gereksinimini etkileyebilmektedir. Subkütan düşük molekül ağırlıklı heparin uygulamalarında ise daha yavaş enjeksiyonun ağrı ve ekimozu azaltılabileceğine ilişkin bulgular bulunmakla birlikte kanıtların kesinliği düşüktür. Dolayısıyla bir ilaç grubuna ilişkin teknik önerilerin bütün subkütan ilaçlara doğrudan genellenmesi uygun değildir. Enjeksiyon öncesi hasta değerlendirmesi, ilaca ve uygulama cihazına özgü talimatların izlenmesi, aseptik uygulama ve hastanın eğitimi güvenli bakımın temel bileşenleridir. Sonuç olarak subkütan enjeksiyonlarda standart, değişmez bir teknik yerine ilacın özelliklerini, hastanın subkütan doku yapısını ve mevcut kanıtların gücünü dikkate alan bireyselleştirilmiş hemşirelik yaklaşımı benimsenmelidir. Klinik protokollerin güncel kanıtlarla düzenli olarak güncellenmesi ve uygulayıcıların becerilerinin değerlendirilmesi önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: Subkütan enjeksiyon, kanıta dayalı hemşirelik, enjeksiyon tekniği, hasta güvenliği, enjeksiyon komplikasyonları.

CURRENT EVIDENCE-BASED APPROACHES TO SUBCUTANEOUS INJECTIONS: FROM TRADITIONAL PRACTICES TO CONTEMPORARY RECOMMENDATIONS

Abstract

Subcutaneous injection is widely used to administer insulin, anticoagulants, and various biological medications. Variations in injection technique may influence drug absorption, patient comfort, and the occurrence of local complications. This narrative review aims to evaluate current evidence on subcutaneous injection techniques and identify recommendations for safe, patient-centered nursing practice. The review draws on contemporary clinical guidelines and scientific studies addressing injection-site selection, needle length and insertion angle, skinfold formation, site rotation, injection duration, aspiration, massage, and prevention of local complications. Current diabetes care standards emphasize delivering insulin into subcutaneous rather than muscular tissue, using appropriately short needles, rotating injection sites systematically, and assessing for lipohypertrophy. In insulin administration, needle length and subcutaneous tissue characteristics may influence the appropriate insertion angle and the need for a skinfold. For subcutaneous low-molecular-weight heparin injections, evidence suggests that slower administration may reduce pain and bruising, although the certainty of this evidence remains low. Therefore, recommendations developed for one medication group should not automatically be generalized to all subcutaneous therapies. Pre-injection assessment, adherence to medication- and device-specific instructions, aseptic practice, and patient education are essential components of safe care. The findings underscore that injection technique should be adapted to the medication, individual patient characteristics, and the strength of the available evidence rather than treated as a single uniform procedure. In conclusion, an individualized, evidence-informed nursing approach may support safer subcutaneous medication administration and improved patient comfort. Regular updating of institutional protocols and ongoing assessment of healthcare professionals' injection skills are recommended.

Keywords: Subcutaneous injection, evidence-based nursing, injection technique, patient safety, injection-related complications.

1. GİRİŞ

Subkütan (SC) enjeksiyon, ilacın deri altındaki yağ ve bağ dokusuna uygulanmasını sağlayan yaygın bir parenteral yöntemdir. İnsülin, heparin ve düşük molekül ağırlıklı heparinler (DMAH), glukagon benzeri peptid-1 reseptör agonistleri ve bazı biyolojik tedaviler bu yolla uygulanabilmektedir. Bununla birlikte her ilacın formülasyonu, kullanıldığı cihaz, enjeksiyon hacmi ve ürün bilgisi farklıdır. Bu nedenle tek bir teknik tüm subkütan ilaçlar için mutlak standart olarak kabul edilmemelidir [1–3].

Enjeksiyon tekniğinde iğne uzunluğu, giriş açısı, deri kıvrımının kullanımı, bölge rotasyonu, enjeksiyon hızı ve enjeksiyon sonrası işlemler, hasta konforu ve ilaç emilimiyle ilişkili olabilir. Geleneksel hemşirelik eğitimindeki bazı rutin uygulamaların güncel kanıtlarla yeniden değerlendirilmesi gerekmektedir. En güçlü pratik kılavuzlar insülin uygulamasına odaklanırken, heparin enjeksiyonunda ağrı ve ekimoz yönetimi ayrı bir kanıt alanı oluşturur [2–6].

Bu derlemenin amacı, subkütan enjeksiyonlarla ilgili temel klinik karar noktalarını güncel kılavuzlar ve araştırmalar ışığında tartışmak, ilaç gruplarına özgü farklılıkları görünür kılmak ve hemşirelik bakımına uygulanabilir öneriler sunmaktır.

2. DERLEMENİN KAPSAMI VE YAKLAŞIMI

Bu çalışma anlatı derlemesidir. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezleri (CDC), Amerikan Diyabet Derneği (ADA) ve enjeksiyon tekniği üzerine uzman uzlaşa metinleri ile heparin uygulamalarını inceleyen sistematik derlemeler temel alınmıştır [1–8]. Çalışmada önceden kaydedilmiş bir protokol, kapsamlı/sistematik veri tabanı taraması, çalışma seçimi akış şeması veya meta-analiz bulunmamaktadır. Bu nedenle sunulan bulgular kanıtların betimsel ve eleştirel sentezi niteliğindedir; bir kanıt kesinliği derecelendirmesi iddiası taşımamaktadır.

3. SUBKÜTAN ENJEKSİYONDA TEMEL KLİNİK İLKELER

3.1. Bölge seçimi ve doku değerlendirmesi

İnsülin için karın, uyluk, üst kol ve kalça kullanılabilen başlıca alanlardır. Bölge seçimi yapılırken subkütan doku kalınlığı, önceki enjeksiyonlar, deri bütünlüğü, ödem, enfeksiyon, ağrı ve lipohipertrofi açısından değerlendirme yapılmalıdır. Lipohipertrofik dokuya insülin verilmesi emilimi öngörülemez hale getirebilir. Bölge rotasyonu ve her uygulamada dokunun gözlenmesi ve gerektiğinde palpasyonu bu açıdan önemlidir [2–4]. Buna karşılık DMAH ve diğer subkütan ürünlerin önerilen uygulama bölgeleri aynı olmayabilir. Örneğin bazı hazır antikoagülan enjektörlerinde karın bölgesi ve üretici tarafından belirlenmiş uygulama noktaları önceliklidir. Farklı ilaçların bölge önerileri otomatik biçimde birbirine aktarılmamalıdır.

3.2. İğne uzunluğu, giriş açısı ve deri kıvrımı

Geleneksel öğretimde 45° enjeksiyon açısı sık vurgulansa da iğne uzunluğu ve hastanın anatomisi belirleyicidir. ADA'nın 2026 standartları, insülin kalemlemlerinde 4 mm iğneleri kas içi uygulama riskini azaltmak amacıyla önermektedir [2]. Diyabet Teknoloji Derneği derlemesinde 4 mm kalem iğnesinin genellikle 90° açıyla kullanılması; deri kıvrımının ise küçük çocuklar ve çok zayıf yetişkinler gibi seçilmiş gruplarda değerlendirilmesi belirtilmektedir [4]. Bu sonuçlar özellikle insülin kalemlemlerine aittir; tüm subkütan hazır enjektörler veya biyolojik ilaç cihazları için evrensel bir 90° kuralı anlamına gelmez.

3.3. Rotasyon ve lipohipertrofinin önlenmesi

Tekrarlayan insülin enjeksiyonlarının aynı sınırlı alana yapılması lipohipertrofi riskini artırabilir. Planlı bölge rotasyonu, ardışık enjeksiyon noktaları arasında yeterli uzaklık bırakılması ve mevcut doku değişikliklerinin kullanılmaması önerilir. Enjeksiyon bölgesinin rutin değerlendirmesi, hasta eğitimi ve teknik becerinin yeniden gözden geçirilmesi diyabet yönetiminin önemli bileşenleridir [2–4].

4. ASPIRASYON, MASAJ VE ENJEKSİYON HIZI

4.1. Aspirasyon

Aspirasyonun her subkütan enjeksiyonda rutin gerçekleştirilmesini destekleyen genel bir kanıt çerçevesi bulunmamaktadır. İnsülin kalemlemlerinin kullanım tekniği aspirasyonu içermemektedir. Hazır antikoagülan enjektörlerinde de aspirasyondan kaçınma yaygın ürün talimatlarının parçası olabilir. Ancak enjeksiyon öncesi bu karar ilaca, cihaza ve güncel ürün kullanım bilgisine göre verilmelidir; bütün subkütan ilaçlar için tek tip bir hüküm kurulmamalıdır [3,4].

4.2. Enjeksiyon sonrası masaj

İnsülin uygulamasında enjeksiyon yerinin masajla ovulması önerilmemektedir [4]. Antikoagülan uygulamalarında da masaj lokal travma ve morarma riskini artırabileceğinden genel olarak kaçınılan bir işlemdir. Gerekliğinde çok hafif basınç uygulanması, masajdan farklıdır ve klinik durum ile ürün önerileri dikkate alınarak değerlendirilmelidir.

4.3. Heparin enjeksiyonunda uygulama süresi

Cochrane sistematik derlemesinde, subkütan heparinin 30 saniyede uygulanması ile 10 saniyede uygulanması karşılaştırılmış; yavaş enjeksiyonun 48 saat sonraki ağrıyı ve bazı morarma ölçütlerini azaltabileceği bildirilmiştir. Ancak çalışmaların azlığı, örneklemelerin küçüklüğü ve tutarsız sonuçlar nedeniyle kanıt kesinliği düşük veya çok düşüktür [5]. Dolayısıyla “30 saniye tüm subkütan enjeksiyonlar için zorunlu süredir” sonucuna ulaşılamaz; sonuçlar özellikle çalışılan heparin uygulamalarına aittir.

5. AĞRI, EKİMOZ VE SOĞUK UYGULAMA

Subkütan antikoagülan uygulamasında ağrı, ekimoz ve bazen hematoma görülebilir. Soğuk uygulamanın etkilerini değerlendiren bir meta-analizde 8 çalışma ve 694 katılımcı incelenmiş; bazı zaman noktalarında ağrı ve morarma açısından olumlu sonuçlar elde edilmiştir [6]. Buna karşılık 9 çalışma ve 896 katılımcıyı değerlendiren başka bir meta-analizde ağrı azalması desteklenmekle birlikte 48–72 saatteki ekimoz boyutu ve görülme sıklığı açısından anlamlı bir üstünlük tutarlı biçimde gösterilememiştir [7].

Bu farklı bulgular, soğuk uygulamanın enjeksiyon öncesi/sonrası süresinin, kullanılan soğuk aracının, değerlendirme zamanının ve katılımcı özelliklerinin sonuçları etkileyebileceğini düşündürmektedir. Soğuk uygulama, cilt bütünlüğü, periferik dolaşım, soğuğa duyarlılık ve hastanın tercihi değerlendirilerek bireyselleştirilmelidir; evrensel zorunlu işlem gibi sunulmamalıdır.

6. GÜVENLİ İLAÇ UYGULAMASI VE HEMŞİRELİK SORUMLULUKLARI

Subkütan enjeksiyon güvenliği yalnızca iğnenin dokuya girişini kapsamaz. Doğru hasta, ilaç, doz, zaman ve yolun doğrulanması; el hijyeni, aseptik hazırlık, tek kullanımlık iğne ve enjektörün yeniden kullanılmaması, kesici-delici atıkların güvenli uzaklaştırılması ve hastaya eğitim verilmesi sürecin ayrılmaz parçalarıdır. DSÖ ve CDC güvenli enjeksiyon rehberleri, kontaminasyonun ve kan yoluyla bulaşan enfeksiyonların önlenmesinin önemini vurgular [1,8].

İnsülin uygulamalarında cihaz kullanım eğitimi ve enjeksiyon tekniğinin periyodik kontrolü; antikoagülanlarda lokal kanama ve hematoma izlemi; biyolojik ajanlarda ise ilaca özgü saklama, hazırlama ve uygulama talimatlarına uyum ön plana çıkmaktadır. Uygulama sonrasında beklenmeyen lokal reaksiyonlar, belirgin ağrı veya sistemik belirtiler hastanın durumu doğrultusunda değerlendirilmelidir.

Tablo 1. Subkütan enjeksiyonda geleneksel yaklaşımlar ve güncel önerilerin karşılaştırılması

Geleneksel / genelleyici yaklaşım	Güncel değerlendirme ve sınırları	Kaynak
Her subkütan enjeksiyon 45° yapılır	İğne ve dokuya göre değişir; insülin kaleminde 4 mm iğne sıklıkla 90° kullanılır.	[2–4]
Her hastada deri kıvrımı şarttır	4 mm insülin kaleminde genellikle gerekmez; çok zayıf kişilerde/çocuklarda değerlendirilebilir.	[4]
Aynı uygun alana tekrarlayan enjeksiyon yapılabilir	İnsülinde sistematik rotasyon ve lipohipertrofi kontrolü gereklidir.	[2–4]
Her subkütan ilaçta aspirasyon yapılır	Rutin aspirasyon genellenmemeli; ilaç ve cihazın güncel talimatına bakılmalıdır.	[3,4]
Enjeksiyon sonrası masaj rahatlatır	İnsülinde masajdan kaçınılır; antikoagülanlarda da ovma lokal travmayı artırabilir.	[4]
Enjeksiyon hızı tüm ilaçlarda aynıdır	Heparinde yavaş enjeksiyon yararlı olabilir ancak kanıt kesinliği düşüktür.	[5]
Soğuk uygulama her zaman gereklidir	Heparinde bazı yararlar bildirilmiştir; çalışma sonuçları heterojendir.	[6,7]
İğne/enjektör tekrar kullanılabilir	Tek kullanımlık malzemenin yeniden kullanımı güvenli değildir.	[1,8]

7. TARTIŞMA

Mevcut kanıtlar subkütan enjeksiyon tekniğinin “her ilaç ve her hasta için aynı işlem dizisi” biçiminde öğretilmesinin yetersiz olduğunu göstermektedir. İnsülin uygulamalarında en belirgin kanıt alanları uygun kısa kalem iğnesi, subkütan dokunun hedeflenmesi, lipohipertrofidan kaçınma ve rotasyondur [2–4]. Heparin çalışmalarında ağrı ve ekimoza ilişkin teknik müdahaleler öne çıkmakta, fakat enjeksiyon hızına ve soğuk uygulamaya ait veriler tümüyle tutarlı değildir [5–7].

Güvenli tekniklerin klinik bakım süreçlerine aktarılmasında hemşirelerin eğitimci rolü belirleyicidir. Kurum içi kontrol listelerinde “subkütan enjeksiyon” tek bir basamak dizisi yerine, ilaç grubuna ve cihaz tipine özgü dallanan kararları içerebilir. Öğrenciler ve çalışanlar için beceri değerlendirmelerinde uygun bölge seçimi, ürün talimatı okuma, rotasyon planlama, asepti ve iğne güvenliği ölçülmelidir. Ayrıca uygulamaların hasta ağrısı, ekimoz, lipohipertrofi, tedaviye uyum ve uygulama hataları gibi sonuçlarla izlenmesi önerilebilir.

Derlemenin sınırlılıkları; sistematik seçme ve kalite değerlendirmesi yapılmaması, farklı ilaç gruplarında kanıt yoğunluğunun eşit olmaması ve çalışmaların çeşitli müdahale süreleri ile sonuç ölçümleri kullanmasıdır. Bu nedenle tablodaki öneriler, karar desteği olarak görülmeli; bireysel reçete, üretici talimatı ve yerel klinik protokolün yerini almamalıdır.

8. SONUÇ VE ÖNERİLER

Subkütan enjeksiyonlarda kanıta dayalı yaklaşım, ilaca özgü güvenli teknik seçimini ve hastanın anatomik özelliklerine göre bireyselleştirmeyi gerektirir. İnsülin kalemlerinde kısa iğneler, uygun açısı, rotasyon ve lipohipertrofi izlemi güçlü uygulama alanlarıdır. Heparin enjeksiyonunda yavaş uygulama ve soğuk uygulama yararlı olabilmekle birlikte kanıtların sınırlılığı açıkça belirtilmelidir. Hemşirelik eğitim materyalleri ve kurum protokolleri, kesin olmayan önerileri mutlak kural olarak sunmamalı; güvenli enjeksiyon ilkeleri, hasta eğitimi ve uygulama becerisinin sürekli değerlendirilmesi temel öncelikler olmalıdır.

KAYNAKLAR

1. World Health Organization. WHO guideline on the use of safety-engineered syringes for intramuscular, intradermal and subcutaneous injections in health care settings. Geneva: WHO; 2016. <https://www.who.int/publications/i/9789241549820>
2. American Diabetes Association Professional Practice Committee. 9. Pharmacologic approaches to glycemic treatment: Standards of Care in Diabetes—2026. Diabetes Care. 2026. doi:10.2337/dc26-s009.
3. Frid AH, Kreugel G, Grassi G, et al. New insulin delivery recommendations. Mayo Clin Proc. 2016;91(9):1231–1255. doi:10.1016/j.mayocp.2016.06.010.
4. Diabetes Technology Society. Lipohypertrophy and insulin: An update from the Diabetes Technology Society. 2023. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10658672/>
5. Mohammady M, Radmehr M, Janani L. Slow versus fast subcutaneous heparin injections for prevention of bruising and site pain intensity. Cochrane Database Syst Rev. 2021. doi:10.1002/14651858.CD008077.pub6.
6. Effect of cold application on pain and bruising in patients with subcutaneous injection of low-molecular-weight heparin: A meta-analysis. 2020. PubMed PMID:32372652. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32372652/>
7. Effect of cold application on bruising and pain following heparin subcutaneous injection: A systematic review and meta-analysis. J Nurs Scholarsh. 2020. doi:10.1111/jnu.12598.
8. Centers for Disease Control and Prevention. Safe injection practices to prevent transmission of infections to patients. 2024. <https://www.cdc.gov/injection-safety/hcp/clinical-gui>

EMZİRME SORUNLARI VE VAROLUŞSAL EMZİRME GÜÇLÜĞÜ: EBELİK YAKLAŞIMI

Ebe /Yüksek Lisans Öğrencisi İrem Kırpık O.

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü ,Ebelik Anabilim Dalı

Tokat, Türkiye

iremsu.kirpiko.3222@gop.edu.tr

ORCID Code: 0009-0000-1549-5067

Prof. Dr. Özgür ALPARSLAN

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik Anabilim Dalı

Tokat, Türkiye

ORCID Code: 000-0002-2264-2886

ozgur.alparslan@gop.edu.tr

Arş.Gör.Dr Emine KILIÇ DOĞAN

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik Anabilim Dalı

Tokat, Türkiye

ORCID Code: 0000-0002-5999-1166

emine24kilic@gmail.com

ÖZET

Emzirme, yenidoğanın sağlıklı büyüme ve gelişimini destekleyen, anne ve bebek sağlığı açısından fizyolojik yararlar sağlayan ve annenin psikososyal iyilik hâliyle ilişkili olan önemli bir süreçtir .Ancak emzirme döneminde karşılaşılan sorunlar, annelerin emzirme deneyimlerini olumsuz etkileyebilmektedir. Bu sorun ve güçlükler yalnızca fiziksel bulgularla sınırlı kalmamakta, annelerin psikososyal iyilik hâlini ve annelik deneyimlerini de etkileyebilmektedir. Emzirme güçlüğü, annenin emzirme sürecinde yaşadığı sorunları kendi annelik kimliği, yeterlilik algısı, beklentileri ve bireysel deneyimleriyle ilişkilendirerek duygusal ve varoluşsal bir zorlanma yaşamasıyla açıklanabilmektedir. Bu süreçte emzirmenin toplumsal beklentilerle ilişkilendirilmesi bu duyguları derinleştirme olasılığı yüksektir. Bu nedenle emzirme güçlüklerinin yalnızca fizyolojik açıdan değil, annenin bireysel deneyimleri ve psikososyal gereksinimleri doğrultusunda bütüncül olarak değerlendirilmesi önem taşımaktadır. Emzirme sorunlarının yönetiminde ebeler, anneye özgü güçlüklerin erken dönemde belirlenmesi, doğru emzirme tekniklerinin öğretilmesi, emzirme öz yeterliliğinin desteklenmesi ve bireyselleştirilmiş danışmanlık sunulmasında önemli sorumluluklar üstlenmektedir. Ayrıca annenin duygularının yargılamadan dinlenmesi, beklentilerinin değerlendirilmesi ve karar verme sürecinde

desteklenmesi, kadın merkezli ebelik bakımının temel bileşenlerindendir. Sonuç olarak, emzirme güçlüklerinin fiziksel, psikolojik ve varoluşsal boyutlarıyla ele alınması, annelerin bireysel gereksinimlerine uygun bakım sunulması açısından önemlidir. Ebelerin emzirme danışmanlığında bütüncül ve kadın merkezli yaklaşımları benimsemeleri, annelerin psikososyal iyilik hâlinin desteklenmesine ve olumlu emzirme deneyimlerinin geliştirilmesine katkı sağlayabilir.

Anahtar Kelimeler: Emzirme sorunları, varoluşsal emzirme güçlüğü, emzirme danışmanlığı, annelik deneyimi, ebelik.

BREASTFEEDING PROBLEMS AND EXISTENTIAL BREASTFEEDING DIFFICULTY: A MIDWIFERY APPROACH

ABSTRACT

Breastfeeding is an important process that supports the healthy growth and development of newborns, provides physiological benefits for maternal and infant health, and is associated with maternal psychosocial well-being. However, problems encountered during breastfeeding may negatively affect mothers' breastfeeding experiences. These problems and difficulties are not limited to physical manifestations but may also affect mothers' psychosocial well-being and experiences of motherhood. Breastfeeding difficulty can be explained as the emotional and existential distress experienced by a mother when she relates the problems encountered during breastfeeding to her maternal identity, perception of competence, expectations, and individual experiences. During this process, associating breastfeeding with societal expectations is likely to intensify these feelings. Therefore, it is important to evaluate breastfeeding difficulties holistically, considering not only physiological aspects but also the mother's individual experiences and psychosocial needs. In the management of breastfeeding problems, midwives assume important responsibilities in the early identification of difficulties specific to each mother, teaching appropriate breastfeeding techniques, supporting breastfeeding self-efficacy, and providing individualized counselling. Furthermore, listening to mothers' feelings without judgment, assessing their expectations, and supporting them in the decision-making process are fundamental components of woman-centred midwifery care. In conclusion, addressing the physical, psychological, and existential dimensions of breastfeeding difficulties is important for providing care tailored to mothers' individual needs. The adoption of holistic and woman-centred approaches by midwives in breastfeeding counselling may contribute to supporting mothers' psychosocial well-being and promoting positive breastfeeding experiences.

Keywords: Breastfeeding problems, existential breastfeeding difficulty, breastfeeding counselling, motherhood experience, midwifery.

GİRİŞ

Emzirme, bebeğin sağlıklı büyüme ve gelişimini destekleyen, anne sağlığına katkı sağlayan ve halk sağlığı açısından önem taşıyan doğal bir beslenme sürecidir(Pérez-Escamilla et al., 2023). Anne sütü, içerdiği besin öğeleri ve biyoaktif bileşenlerle yenidoğanın gereksinimlerinin karşılanmasına ve bağışıklık sisteminin desteklenmesine yardımcı olmaktadır(Szyller et al., 2024) . Dünya Sağlık Örgütü ve UNICEF, emzirmenin doğumdan sonraki ilk bir saat içerisinde başlatılmasını, ilk altı ay yalnızca anne sütü verilmesini ve uygun tamamlayıcı beslenmeyle birlikte iki yaşına kadar veya daha uzun süre sürdürülmesini önermektedir(World Health Organization, 2023) . Bu öneriler, emzirmenin bireysel yararlarının yanı sıra toplum sağlığının geliştirilmesindeki yerini de ortaya koymaktadır(Pérez-Escamilla et al., 2023) .Emzirme süreci her kadında aynı şekilde ilerlememekte ve çeşitli güçlüklerle karşılaşılabilir. Meme başı ağrısı, çatlaklar, bebeğin memeye yerleşmesinde yaşanan sorunlar ve süt miktarına ilişkin endişeler, özellikle doğum sonrası erken dönemde annelerin karşılaştığı yaygın problemlerdendir(Mahurin-Smith, 2023; Scime et al., 2023) . Bu durumlar emzirmenin sürdürülmesini zorlaştırırken annenin kendi yeterliliğine ilişkin düşüncelerini de etkileyebilmektedir. Emzirme deneyimlerini inceleyen araştırmalar, karşılaşılan güçlüklerin yalnızca fiziksel belirtilerle açıklanamayacağını; bireysel beklentiler, sosyal çevre ve duygusal gereksinimlerin de sürece eşlik ettiğini göstermektedir(Hacking et al., 2024; Konukbay et al., 2024) .Emzirmenin annelik kimliğiyle ilişkilendirilmesi, yaşanan sorunlara farklı anlamlar yüklenmesine neden olabilmektedir. Beklentilerinin karşılanmadığını düşünen bazı kadınlar suçluluk, başarısızlık veya yetersizlik duyguları yaşayabilir(Grattan et al., 2024; Hayley Billings1*, 2024) . Bu deneyimler, emzirme güçlüğünün psikolojik etkilerin ötesinde kadının kendisini ve annelik rolünü algılama biçimini etkileyen varoluşsal bir boyut kazanabileceğini düşündürmektedir. Palmér (2019), olumsuz emzirme deneyimlerinin kadınlarda kalıcı duygusal izler bırakabileceğini ve sonraki emzirme süreçlerine yönelik korku ile isteğin bir arada bulunabileceğini bildirmiştir (Palmér, 2019) .Bu nedenle emzirme danışmanlığında yalnızca teknik problemlerin çözümüne odaklanılması yeterli değildir. Ebelerin kadınların yaşadıkları deneyimleri yargılamadan dinlemesi, bireysel gereksinimlerini değerlendirmesi ve kararlarına saygı göstererek kanıta dayalı destek sunması önemlidir(WHO, 2024) . Empatik ve kadın merkezli bakım, annenin emzirme sürecinde kendisini anlaşılmış ve desteklenmiş hissetmesine katkı sağlayabilir. Bu derlemenin amacı, emzirme sorunlarını ve bu sorunların kadınlarda oluşturabileceği varoluşsal güçlükleri güncel literatür doğrultusunda inceleyerek ebelik yaklaşımını değerlendirmektir.

EMZİRME SORUNLARI VE ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Emzirme sürecinde karşılaşılan sorunlar, annenin fizyolojik özellikleri, bebeğin beslenme becerileri ve bakım ortamına ilişkin koşulların etkileşimiyle ortaya çıkabilmektedir(Bauer et al., 2024) . Bu güçlükler kimi zaman kısa süreli ve çözülebilir nitelikteyken bazı durumlarda emzirmenin devamlılığını etkileyebilecek düzeye ulaşmaktadır(Mabuchi et al., 2023) . Anneler tarafından sık bildirilen sorunlar arasında meme başı ağrısı, çatlaklar ve emzirme sırasında hissedilen rahatsızlık bulunmaktadır(Pommeret-de Villepin et al., 2022) . Özellikle bebeğin memeye uygun yerleşememesi veya etkili emmenin sağlanamaması, meme başında travmaya yol açarak beslenme deneyimini güçleştirebilmektedir(Atli et al., 2026) . Mahurin-Smith'in (2023) araştırmasında emzirme sırasında yaşanan ağrının yaygın sorunlardan biri olduğu, süt miktarı ve bebeğin yeterli süt almasına ilişkin endişelerin ise annelerin psikolojik sıkıntılarıyla ilişkili bulunduğu bildirilmiştir(Mahurin-Smith, 2023) .

Meme dolgunluğu, süt kanallarındaki daralmayla ilişkili inflamatuvar süreçler ve mastit gibi durumlar da emzirme döneminde karşılaşılabilen diğer problemlerdir(Morcomb et al., 2024) . Bu sorunların belirtileri farklılık gösterebilmekte; ağrı, şişlik, kızarıklık ve bazı durumlarda sistemik yakınmalar ortaya çıkabilmektedir. Mitchell ve arkadaşlarının (2022) klinik protokolünde, mastitin farklı klinik tabloları kapsayan bir süreç olduğu ve değerlendirme ile tedavinin mevcut bulgulara göre düzenlenmesi gerektiği belirtilmektedir. Bunun yanında annelerin sütlerinin yetersiz olduğunu düşünmeleri, gerçek süt üretimi yetersizliğinden bağımsız olarak emzirme davranışlarını etkileyebilmektedir(Mitchell et al., 2022) . Bu nedenle algılanan süt yetersizliği ile bebeğin beslenme durumunu gösteren objektif bulguların birbirinden ayrılması önemlidir. Uygun emzirme tekniğine ilişkin bilgi eksikliği ve yeterli danışmanlık alamama da karşılaşılan güçlüklerin sürmesine katkıda bulunabilmektedir.

Emzirmenin başarılı biçimde başlatılması ve devam ettirilmesinde bebeğe bağlı özellikler de belirleyicidir(Bauer et al., 2024) . Memeyi kavrama gücü, etkili süt transferinin sağlanamaması ve emme becerilerinin yeterince gelişmemesi beslenme sürecini zorlaştırabilmesiyle özellikle prematüre doğumlarda bebeğin fizyolojik olgunlaşmasının tamamlanmamış olması ve yenidoğan yoğun bakım gereksinimi nedeniyle doğrudan emzirme gecikebilmektedir(Kinoshita et al., 2024) . McLeish ve arkadaşlarının (2024) nitel araştırmasında, çok prematüre bebeklerin annelerinin süt sağma sürecini sürdürürken çeşitli fiziksel, duygusal ve kurumsal engellerle karşılaştıkları belirlenmiştir. Anne-bebek ayrılığı ve sağlık kuruluşlarındaki uygulama farklılıkları, bu güçlükleri artırabilen etkenler arasında yer almaktadır(McLeish et al., 2024) . Doğum şekli de emzirme deneyimini etkileyebilir. Sezaryen sonrasında görülebilen ağrı, hareket kısıtlılığı ve yorgunluk,

anneninin bebeğini uygun pozisyonunda tutmasını veya erken emzirmeyi başlatmasını güçleştirebilir(Perrella et al., 2024) . Bununla birlikte uygun ağrı yönetimi ve profesyonel destek sağlandığında bu engellerin azaltılması mümkündür(Ulfa et al., 2023) .Emzirme güçlüklerinin etkileri yalnızca fiziksel yakınmalarla sınırlı kalmamakla beraber beklentilerinin karşılanmadığını düşünen kadınlarda kaygı, suçluluk, yetersizlik hissi ve emzirme öz-yeterliliğinde azalma görülebilmektedir(Billings, 2024). Konukbay ve arkadaşlarının (2024) araştırmasında algılanan sosyal destek ile emzirme öz-yeterliliği arasında olumlu, depresif belirtilerle ise olumsuz bir ilişki belirlenmiştir. Bu bulgu, annenin duygusal durumunun ve çevresinden aldığı desteğin emzirme deneyimiyle yakından ilişkili olduğunu göstermektedir. Aile bireylerinin tutumları, kültürel annelik beklentileri ve sağlık çalışanlarının iletişim biçimi de kadının yaşadığı sorunları nasıl anlamlandırdığını etkileyebilmektedir (Konukbay et al., 2024) . Özellikle çelişkili öneriler veya yargılayıcı yaklaşımlar, annelerin kendilerine duydukları güveni zayıflatabilir. Emzirmenin planlanandan önce sonlandırılması ise bazı kadınlar için rahatlama sağlarken diğerlerinde üzüntü, suçluluk ve başarısızlık duygularıyla birlikte yaşanabilmektedir(Wheeler et al., 2024) . Mahon ve Dreyer'in (2024) nitel araştırması, istenmeyen erken emzirme sonlandırmasının annelik kimliği ve kişisel beklentiler açısından zorlayıcı bir deneyime dönüştüğünü ortaya koymaktadır(Mahon et al., 2026) . Bu nedenle emzirme sorunlarının değerlendirilmesinde klinik belirtiler kadar kadının bireysel deneyiminin ve sosyal koşullarının da dikkate alınması gerekmektedir.

Varoluşsal Emzirme Güçlüğü: Kavramsal Çerçeve ve Anne Deneyimi

Emzirme, bebeğin beslenmesini sağlamanın ötesinde, bazı kadınlar için annelik kimliğinin gelişmesi, kendi bedenini algılama biçimi ve bebeğiyle yakınlık kurma açısından özel anlamlar taşıyan bir deneyimdir(Owen et al., 2024) . Bu nedenle emzirme sırasında karşılaşılan güçlükler yalnızca ağrı, süt üretimi veya bebeğin memeyi kavrayamaması gibi fiziksel sorunlarla sınırlı değerlendirilemez(Whelan et al., 2024) . Varoluşsal emzirme güçlüğü, kadının emzirmeye yüklediği anlamın yaşadığı deneyimle çatışması sonucunda annelik rolünü, yeterlilik duygusunu ve bebeğiyle kurduğu ilişkiyi sorgulayabildiği bir süreci ifade etmektedir. Palmér ve arkadaşlarının (2012) fenomenolojik araştırmasında, ciddi emzirme sorunları yaşayan kadınların kendilerini annelik deneyimi içerisinde kaybolmuş ve bebeklerinden uzaklaşmış hissedebildikleri ortaya konulmuştur(Palmér et al., 2012) . Bu bulgular, emzirme güçlüğü'nün fizyolojik belirtilerin yanında bireysel anlamlar ve ilişkiisel deneyimler üzerinden de değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.Kadınların gebelik döneminde emzirmeye ilişkin oluşturdukları beklentiler, doğum sonrasındaki deneyimlerini anlamlandırmalarında önemli rol oynayabilmektedir(Kehinde et al., 2024) . Emzirmenin kolay başlayacağını veya anneliğin doğal bir parçası olarak kendiliğinden ilerleyeceğini düşünen kadınlar, beklenmedik sorunlarla

karşılaştıklarında hayal kırıklığı yaşayabilir(Billings et al., 2024) . Özellikle emzirmenin başarılı annelikle özdeşleştirildiği sosyal ortamlarda bu durum, kişisel bir yetersizlik olarak algılanabilmektedir. Billings ve arkadaşlarının (2024) sistematik derleme ve tematik sentezinde, perinatal ruh sağlığı sorunları yaşayan bazı kadınların emzirme deneyimleri ile annelik beklentileri arasındaki farklılıklar nedeniyle suçluluk ve başarısızlık duyguları yaşadıkları bildirilmiştir. Bununla birlikte toplumsal beklentilerin ve çevreden gelen yönlendirmelerin, kadınların emzirmeye ilişkin kararlarını etkileyebildiği görülmektedir(Billings et al., 2024) . Grattan ve arkadaşlarının (2024) araştırmasında da algılanan emzirme baskısının doğum sonrası psikolojik zorlanmayla ilişkili olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla emzirme başarısının annelik yeterliliğinin tek göstergesi olarak sunulması, bazı kadınların yaşadığı güçlükleri daha da derinleştirebilir(Grattan et al., 2024) .Varoluşsal boyut kazanan emzirme deneyimlerinde suçluluk, utanç ve yalnızlık duygularına kontrol kaybı ile kırılganlık hissi eşlik edebilmektedir(Mahon et al., 2026) . Kadın, emzirmek istemesine rağmen bedeninin beklentilerine karşılık vermediğini düşünebilir veya bebeğinin gereksinimlerini karşılayamadığı endişesine kapılabilir(Rowles et al., 2025) . Bu durum kimi zaman anne-bebek yakınlığının beklenen biçimde yaşanamamasıyla ilişkili bir kopukluk hissi oluşturabilir ancak emzirme güçlüğü yaşanması, anne-bebek bağının mutlaka olumsuz etkilendiği anlamına gelmemektedir(Roth et al., 2021) . Kadınların bu süreçte yaşadıkları duygular ve bebeğiyle kurduğu yakınlık farklılık gösterebilir bununla birlikte emzirme sorunlarına ilişkin fenomenolojik araştırmalar, annelerin deneyimlerini paylaşabilmelerinin, anlaşılmasının ve güven veren bakım ilişkileri içerisinde desteklenmelerinin önemini vurgulamaktadır (Palmér et al., 2015) . Bu nedenle kadının kişisel anlatısına yer verilmesi, yaşadığı güçlüğün yalnızca dışarıdan gözlenen belirtiler üzerinden değerlendirilmesini önleyebilir.Önceki emzirme deneyimleri de sonraki gebeliklerde kadınların beklentilerini ve kararlarını şekillendirebilmektedir. Palmér'in (2019) nitel araştırmasında geçmişte ciddi emzirme güçlükleri yaşayan bazı kadınların bu deneyimleri uzun süre duygusal olarak taşıdıkları belirlenmiştir(Palmér, 2019) . Araştırmacı tarafından kullanılan “varoluşsal emzirme travması” kavramı, olumsuz deneyimlerin kadının annelik algısında bırakabildiği derin izleri açıklamaktadır. Çalışmada sonraki emzirme sürecine yönelik korku ve yeniden emzirebilme özleminin bir arada bulunabildiği ortaya konulmuştur. Bununla birlikte bu kavram, bütün emzirme sorunlarının travmatik olduğu anlamına gelmemektedir. Kadının deneyimi; karşılaştığı güçlüğün niteliğine, kişisel beklentilerine ve aldığı desteğe göre farklılaşabilmektedir(Hacking et al., 2024) .Varoluşsal güvenin desteklenmesi, emzirme bakımında kadının kendisini anlaşılmış, değerli ve karar süreçlerine katılabilen bir birey olarak hissetmesiyle ilişkilidir lakin bu yaklaşımda sağlık çalışanlarının yalnızca emzirme tekniğini değerlendirmesi yeterli değildir(Palmér et al., 2015; Shipton et al., 2025) . Kadının duygularının yargılanmadan

dinlenmesi, önceki deneyimlerinin dikkate alınması ve bireysel tercihlerine saygı gösterilmesi gerekmektedir(Castro et al., 2025) . Shipton ve arkadaşlarının (2025) nitel araştırması, kadınların emzirme desteğinde teknik bilgilendirmenin yanında duygusal ve ilişkisel gereksinimlerinin de karşılanmasını beklediklerini göstermektedir(Shipton et al., 2025). Bu doğrultuda destekleyici bakımın amacı yalnızca emzirmenin sürdürülmesini sağlamak değil, kadının kendi koşullarına uygun ve bilgilendirilmiş kararlar verebilmesini desteklemektir(Castro et al., 2025) . Böylece emzirme süreci, tek bir başarı ölçütüne indirgenmeden anne ve bebeğin gereksinimlerinin birlikte değerlendirildiği kadın merkezli bir bakım anlayışıyla ele alınabilir.

Emzirme Sorunları ve Varoluşsal Güçlükte Ebelik Yaklaşımı

Emzirme sürecinde ortaya çıkan varoluşsal güçlüklerin belirlenebilmesi, annenin fiziksel belirtileriyle birlikte duygusal ve ilişkisel deneyimlerinin de değerlendirilmesini gerektirmektedir (Palmér, 2019) . Bu kapsamda bebeğin memeye yerleşmesi, süt transferinin yeterliliği, emzirme sırasında yaşanan ağrı ve anne-bebek etkileşimi göz önünde bulundurulabilir ancak değerlendirme yalnızca klinik gözlemlerle sınırlandırılmamalıdır. Kadının emzirmeye ilişkin beklentilerini, önceki deneyimlerini ve karşılaştığı sorunlara yüklediği anlamı ifade edebilmesine olanak sağlanmalıdır(Pommeret-de Villepin et al., 2022). “Emzirme süreci sizin için nasıl ilerliyor?” veya “Bu süreçte sizi en fazla zorlayan durum nedir?” gibi açık uçlu sorular, annenin bireysel gereksinimlerinin anlaşılmasına yardımcı olabilir(Castro et al., 2025) . Görüşmelerin yargılayıcı olmayan ve güven veren bir ortamda gerçekleştirilmesi, kadın merkezli emzirme danışmanlığını desteklemektedir (World Health Organization, 2018) .Varoluşsal boyutların daha sistematik değerlendirilmesine yönelik araçlardan biri, Palmér ve Jutengren (2019) tarafından geliştirilen Varoluşsal Emzirme Güçlüğü Ölçeği'dir (Palmér et al., 2015) . Ölçek, emzirmenin başlangıcında yaşanan güçlüklerin annelerde oluşturabileceği varoluşsal etkileri belirlemek amacıyla geliştirilmiştir. Anne-çocuk karşılıklı bağımlılığı, maruz kalma ve kırılganlık ile güvenlik ve güven olmak üzere üç boyuttan oluşmaktadır. Ölçeğin Türkçe uyarlaması Bakırlıoğlu ve Çetinkaya (2023) tarafından 139 anneye gerçekleştirilmiş, 14 maddelik Türkçe formun geçerli ve güvenilir olduğu bildirilmiştir. Bununla birlikte tek merkezli örneklem nedeniyle farklı gruplarda ek değerlendirmelere gereksinim bulunmaktadır.Palmer , emzirme deneyiminin öznel yönlerini görünür kılmak ve destek gereksinimlerini belirlemek amacıyla kullanılabilecek bir tarama aracıdır. Ancak varoluşsal zorlanma; doğum sonrası depresyon, anksiyete bozukluğu veya travma sonrası stres bozukluğuyla eşdeğer değildir. Bu nedenle belirgin psikiyatrik belirtiler gözlemlendiğinde uygun değerlendirme araçlarından yararlanılması ve gerektiğinde ruh sağlığı uzmanlarına yönlendirme yapılması önem taşımaktadır (Moore Simas et al., 2023) .

SONUÇ

Emzirme sürecinde karşılaşılan güçlükler, yalnızca fiziksel sorunlarla sınırlı kalmayıp kadınların psikolojik, sosyal ve varoluşsal deneyimlerini de etkileyebilmektedir. Bu nedenle emzirme sorunlarının değerlendirilmesinde biyolojik belirtilerin yanı sıra annelik kimliği, bireysel beklentiler, duygusal gereksinimler ve sosyal çevrenin etkileri birlikte ele alınmalıdır. Özellikle varoluşsal emzirme güçlüğünün anlaşılması, kadınların yaşadıkları deneyimlere yükledikleri anlamın ve bakım sürecinde hissettikleri güvenin dikkate alınmasını gerektirmektedir. Ebelik bakımında emzirme tekniklerine yönelik danışmanlığın yanında annelerin deneyimlerini özgürce ifade edebilecekleri, kararlarına saygı gösterilen ve yargılayıcı olmayan bir iletişim ortamı oluşturulmalıdır. Bu doğrultuda ebelerin kadın merkezli ve kanıta dayalı emzirme danışmanlığı konusundaki hizmet içi eğitimlerinin güçlendirilmesi, doğum öncesinden doğum sonrası döneme kadar bakım sürekliliğinin sağlanması ve gerektiğinde disiplinler arası yönlendirme mekanizmalarının geliştirilmesi önerilmektedir. Ayrıca Türkiye'de emzirmeye ilişkin kültürel beklentilerin ve toplumsal tutumların kadınların varoluşsal deneyimleri üzerindeki etkilerini inceleyen nitel araştırmaların artırılması önem taşımaktadır. Böylece emzirme desteğinin yalnızca emzirme süresine veya başarısına odaklanmadan anne ve bebeğin bireysel gereksinimlerini gözeterek bütüncül bir yaklaşımla sunulması mümkün olabilir.

KAYNAKÇA

- Atli, N., Özkan, H., & Serin, E. K. (2026). Prevention and management of nipple wound: a systematic review. *BMC Pregnancy and Childbirth*, 26(1), 474. <https://doi.org/10.1186/S12884-026-08911-X>
- Bauer, S. H., Abele, H., & Graf, J. (2024). Challenges and Choices in Breastfeeding Healthy, Sick and Preterm Babies: Review. *Healthcare (Switzerland)*, 12(23), 2418. <https://doi.org/10.3390/HEALTHCARE12232418/S1>
- Billings. (2024). Breastfeeding experiences of women with perinatal mental health problems: a systematic review and thematic synthesis. *BMC Pregnancy and Childbirth*, 24(1), 582-. <https://doi.org/10.1186/S12884-024-06735-1/TABLES/4>
- Billings, H., Horsman, J., Soltani, H., & Spencer, R. L. (2024). Breastfeeding experiences of women with perinatal mental health problems: a systematic review and thematic synthesis. *BMC Pregnancy and Childbirth*, 24(1), 582. <https://doi.org/10.1186/S12884-024-06735-1>
- Castro, B., Johnsson, A., & Karlsson, M. (2025). A Qualitative Survey of Mothers' Experiences of Breastfeeding Support at a Family Centre. *Nursing Open*, 12(2), e70152. <https://doi.org/10.1002/NOP2.70152>
- Grattan, R. E., London, S. M., & Bueno, G. E. (2024). Perceived pressure to breastfeed negatively impacts postpartum mental health outcomes over time. *Frontiers in Public Health*, 12, 1357965. <https://doi.org/10.3389/FPUBH.2024.1357965>
- Gustafsson, I., Spångby, M., Arvidsdal, A., Golsäter, M., & Palmér, L. (2022). The Existential Breastfeeding Difficulty Scale's influences on the caring dialogue—Child healthcare nurses' lived experiences. *Scandinavian Journal of Caring Sciences*, 36(2), 558. <https://doi.org/10.1111/SCS.13072>
- Hacking, M., Jackson, L., Fallon, V., Harrold, J. A., Davie, P., Silverio, S. A., & Slade, P. (2024). An interpretive phenomenological analysis of the experiences of mothers who continue to breastfeed despite facing difficulties. *Women and Birth: Journal of the Australian College of Midwives*, 37(2), 387–393. <https://doi.org/10.1016/J.WOMBI.2023.12.001>
- Huang, Y., Liu, Y., Yu, X. Y., & Zeng, T. Y. (2021). The rates and factors of perceived insufficient milk supply: A systematic review. *Maternal & Child Nutrition*, 18(1), e13255. <https://doi.org/10.1111/MCN.13255>

- Jackson, L., De Pascalis, L., Harrold, J., & Fallon, V. (2021). Guilt, shame, and postpartum infant feeding outcomes: A systematic review. *Maternal & Child Nutrition*, 17(3), e13141. <https://doi.org/10.1111/MCN.13141>
- Kehinde, J., O'Donnell, C., & Grealish, A. (2024). A qualitative study on the perspectives of prenatal breastfeeding educational classes in Ireland: Implications for maternal breastfeeding decisions. *PLOS ONE*, 19(12), e0315269. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0315269>
- Kinoshita, M., White, M. J., & Doolan, A. (2024). Clinical assessment of breastfeeding in preterm infants. *European Journal of Clinical Nutrition*, 78(10), 825. <https://doi.org/10.1038/S41430-024-01471-3>
- Konukbay, D., Öksüz, E., & Guvenc, G. (2024). Breastfeeding self-efficacy in terms of sleep quality, perceived social support, depression and certain variables: a cross-sectional study of postpartum women in Turkey. *BMC Pregnancy and Childbirth*, 24(1), 231. <https://doi.org/10.1186/S12884-024-06456-5>
- Mabuchi, Y., Cui, X., Xie, L., Kim, H., Jiang, T., & Yapici, N. (2023). GABA-mediated inhibition in visual feedback neurons fine-tunes Drosophila male courtship. *BioRxiv*, 2023.01.25.525544. <https://doi.org/10.1101/2023.01.25.525544>
- Mahon, J., Ejlersen, C., Dreyer, P., & Francis, S. R. (2026). Mothers' experiences of unwanted early cessation of breastfeeding: a scoping review. *International Breastfeeding Journal*, 21(1), 77. <https://doi.org/10.1186/S13006-026-00883-0>
- Mahurin-Smith, J. (2023). Challenges with Breastfeeding: Pain, Nipple Trauma, and Perceived Insufficient Milk Supply. *MCN. The American Journal of Maternal Child Nursing*, 48(3), 161–167. <https://doi.org/10.1097/NMC.0000000000000909>
- McLeish, J., Aloysius, A., Gale, C., Quigley, M. A., Kurinczuk, J. J., & Alderdice, F. (2024). What supports mothers of very preterm babies to start and continue breast milk feeding neonatal units? A qualitative COM-B analysis of mothers' experiences. *BMC Pregnancy and Childbirth*, 24(1), 725-. <https://doi.org/10.1186/S12884-024-06910-4/TABLES/4>
- Mitchell, K. B., Johnson, H. M., Rodríguez, J. M., Eglash, A., Scherzinger, C., Zakarija-Grkovic, I., Cash, K. W., Berens, P., & Miller, B. (2022). Academy of Breastfeeding Medicine Clinical Protocol #36: The Mastitis Spectrum, Revised 2022. *Breastfeeding Medicine: The Official Journal of the Academy of Breastfeeding Medicine*, 17(5), 360–376. <https://doi.org/10.1089/BFM.2022.29207.KBM>
- Moore Simas, T. A., Hoffman, M. C., Miller, E. S., Metz, T., Byatt, N., & Roussos-Ross, K. (2023). Screening and Diagnosis of Mental Health Conditions during Pregnancy and Postpartum: ACOG Clinical Practice

Guideline No. 4. *Obstetrics and Gynecology*, 141(6), 1232–1261.
<https://doi.org/10.1097/AOG.0000000000005200>

Morcomb, E. F., Dargel, C. M., & Anderson, S. A. (2024). Mastitis: Rapid Evidence Review. *American Family Physician*, 110(2), 174–182. <https://www.aafp.org/afp/2024/0800/mastitis>

Owen, A., Cameron, L., Cassidy, H., & Taylor, J. (2024). The body image experiences of breastfeeding mothers in the UK: A qualitative exploration. *Journal of Health Psychology*, 29(4), 275–288.
<https://doi.org/10.1177/13591053231206159>

Palmér, L. (2019). Previous breastfeeding difficulties: an existential breastfeeding trauma with two intertwined pathways for future breastfeeding—fear and longing. *International Journal of Qualitative Studies on Health and Well-Being*, 14(1), 1588034. <https://doi.org/10.1080/17482631.2019.1588034>

Palmér, L., Carlsson, G., Brunt, D., & Nyström, M. (2015). Existential security is a necessary condition for continued breastfeeding despite severe initial difficulties: a lifeworld hermeneutical study. *International Breastfeeding Journal*, 10(1), 17. <https://doi.org/10.1186/S13006-015-0042-9>

Palmér, L., Carlsson, G., Mollberg, M., & Nyström, M. (2012). Severe breastfeeding difficulties: Existential lostness as a mother—Women’s lived experiences of initiating breastfeeding under severe difficulties. *International Journal of Qualitative Studies on Health and Well-Being*, 7, 10.3402/qhw.v7i0.10846.
<https://doi.org/10.3402/QHW.V7I0.10846>

Pérez-Escamilla, R., Tomori, C., Hernández-Cordero, S., Baker, P., Barros, A. J. D., Bégin, F., Chapman, D. J., Grummer-Strawn, L. M., McCoy, D., Menon, P., Ribeiro Neves, P. A., Piwoz, E., Rollins, N., Victora, C. G., & Richter, L. (2023). Breastfeeding: crucially important, but increasingly challenged in a market-driven world. *The Lancet*, 401(10375), 472–485. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(22\)01932-8/ASSET/0F6338E1-FB5C-49C2-A7E7-E916135EDF82/MAIN.ASSETS/GR2.JPG](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(22)01932-8/ASSET/0F6338E1-FB5C-49C2-A7E7-E916135EDF82/MAIN.ASSETS/GR2.JPG)

Perrella, S. L., Abelha, S. G., Vlaskovsky, P., McEachran, J. L., Prosser, S. A., & Geddes, D. T. (2024). Australian Women’s Experiences of Establishing Breastfeeding after Caesarean Birth. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 21(3), 296.
<https://doi.org/10.3390/IJERPH21030296>

Pommeret-de Villepin, B., Barasinski, C., & Rigourd, V. (2022). Initiating and Supporting Breastfeeding: Guidelines for Interventions during the Perinatal Period from the French National College of Midwives. *Journal of Midwifery & Women’s Health*, 67, S56–S73. <https://doi.org/10.1111/JMWH.13420>

- Rodríguez-Gallego, I., Corrales-Gutierrez, I., Gomez-Baya, D., & Leon-Larios, F. (2024). Effectiveness of a Postpartum Breastfeeding Support Group Intervention in Promoting Exclusive Breastfeeding and Perceived Self-Efficacy: A Multicentre Randomized Clinical Trial. *Nutrients*, 16(7), 988. <https://doi.org/10.3390/NU16070988/S1>
- Roth, M. C., Humphreys, K. L., King, L. S., Gotlib, I. H., & Robakis, T. K. (2021). Breastfeeding Difficulties Predict Mothers' Bonding with Their Infants from Birth to Age Six Months. *Maternal and Child Health Journal*, 25(5), 777–785. <https://doi.org/10.1007/S10995-020-03036-9>
- Rowles, G., Keenan, J., Wright, N. J., Hughes, K., Pearson, R., Fawcett, H., & Braithwaite, E. C. (2025). Investigating the impact of breastfeeding difficulties on maternal mental health. *Scientific Reports*, 15(1), 13572. <https://doi.org/10.1038/S41598-025-98357-6>
- Scime, N. V., Metcalfe, A., Nettel-Aguirre, A., Nerenberg, K., Seow, C. H., Tough, S. C., & Chaput, K. H. (2023). Breastfeeding difficulties in the first 6 weeks postpartum among mothers with chronic conditions: a latent class analysis. *BMC Pregnancy and Childbirth*, 23(1), 90-. <https://doi.org/10.1186/S12884-023-05407-W/TABLES/2>
- Shipton, E. V., Foxcroft, K., de Jersey, S. J., Callaway, L., & Lee, N. (2025). “Butterflies in the air, you’re now a breastfeeding mother”: A qualitative study of women’s experiences receiving postnatal midwifery breastfeeding support. *Women and Birth: Journal of the Australian College of Midwives*, 38(1). <https://doi.org/10.1016/J.WOMBI.2024.101859>
- Szyller, H., Antosz, K., Batko, J., Mytych, A., Dziedziak, M., Wrześniewska, M., Braksator, J., & Pytrus, T. (2024). Bioactive Components of Human Milk and Their Impact on Child’s Health and Development, Literature Review. *Nutrients*, 16(10), 1487. <https://doi.org/10.3390/NU16101487>
- Ulfa, Y., Maruyama, N., Igarashi, Y., & Horiuchi, S. (2023). Women’s experiences of breastfeeding after a cesarean section: A meta-synthesis. *Japan Journal of Nursing Science: JJNS*, 20(3). <https://doi.org/10.1111/JJNS.12534>
- Victora, C. G., Bahl, R., Barros, A. J. D., França, G. V. A., Horton, S., Krasevec, J., Murch, S., Sankar, M. J., Walker, N., Rollins, N. C., Allen, K., Dharmage, S., Lodge, C., Peres, K. G., Bhandari, N., Chowdhury, R., Sinha, B., Taneja, S., Giugliani, E., ... Richter, L. (2016). Breastfeeding in the 21st century: epidemiology, mechanisms, and lifelong effect. *Lancet (London, England)*, 387(10017), 475–490. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)01024-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)01024-7)

- Wheeler, A., Farrington, S., Sweeting, F., Brown, A., & Mayers, A. (2024). Perceived Pressures and Mental Health of Breastfeeding Mothers: A Qualitative Descriptive Study. *Healthcare (Basel, Switzerland)*, 12(17). <https://doi.org/10.3390/HEALTHCARE12171794>
- Whelan, C., O'Brien, D., & Hyde, A. (2024). Mother's Emotional Experiences of Breastfeeding with Primary Low Milk Supply in the First Four Months Postpartum: An Interpretative Phenomenological Analysis. *Breastfeeding Medicine : The Official Journal of the Academy of Breastfeeding Medicine*, 19(3), 197–207. <https://doi.org/10.1089/BFM.2023.0231>
- WHO. (2024). Guideline: counselling of women to improve breastfeeding practices. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241550468>, 1–110.
- World Health Organization. (2018). *Evidence and Recommendations*. World Health Organization. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK539310/>
- World Health Organization. (2023). WHO guideline for complementary feeding of infants and young children 6–23 months of age. Geneva: World Health Organization. *WHO*.
- Yuen, M., Hall, O. J., Masters, G. A., Nephew, B. C., Carr, C., Leung, K., Griffen, A., McIntyre, L., Byatt, N., & Moore Simas, T. A. (2022). The Effects of Breastfeeding on Maternal Mental Health: A Systematic Review. *Journal of Women's Health (2002)*, 31(6), 787–807. <https://doi.org/10.1089/JWH.2021.0504>

PREMATÜRE BEBEKLERDE NÖROGELİŞİMSEL BAKIM UYGULAMALARI VE EBELİK YAKLAŞIMI

Ebe /Yüksek Lisans Öğrencisi İremso Kırpık O .

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ebelik Anabilim Dalı

Tokat, Türkiye

iremsu.kirpiko.3222@gop.edu.tr

ORCID Code: 0009-0000-1549-5067

Prof. Dr. Özgür ALPARSLAN

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik Anabilim Dalı

Tokat, Türkiye

ORCID Code: 000-0002-2264-2886

ozgur.alparslan@gop.edu.tr

Arş.Gör.Dr Emine KILIÇ DOĞAN

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik Anabilim Dalı

Tokat, Türkiye

ORCID Code: 0000-0002-5999-1166

emine24kilic@gmail.com

ÖZET

Prematüre olarak tanımlanan 37. gebelik haftasından önce doğan yenidoğanlar, fizyolojik ve nörolojik sistemlerinin olgunlaşmamış olması nedeniyle özel bakım gereksinimleri bulunan hassas bir grubu oluşturmaktadır. Özellikle klinik açıdan risk taşıyan prematüre yenidoğanların, yenidoğan yoğun bakım ünitelerinde (NICU) izlenmesi ve bireyselleştirilmiş bakım uygulamalarıyla desteklenmesi önem taşımaktadır. Yenidoğan yoğun bakım ortamında maruz kalınan gürültü, yoğun ışık, ağırlı girişimler ve tekrarlayan çevresel uyaranlar, prematüre yenidoğanların stres yanıtlarını artırarak nörogelişimsel süreçlerini olumsuz etkileyebilmektedir. Nörogelişimsel bakım, prematüre yenidoğanların bireysel gereksinimleri doğrultusunda bakım ortamının düzenlenmesini, çevresel stres faktörlerinin azaltılmasını, fizyolojik stabilitenin desteklenmesini ve nörolojik gelişimin korunmasını amaçlayan bütüncül bir bakım yaklaşımıdır. Bu kapsamda kanguru bakımı, gelişimsel pozisyon verme, çevresel uyaranların düzenlenmesi, ağrı ve stres yönetimi, uyku düzeninin korunması, bireyselleştirilmiş gelişimsel bakım ve aile merkezli bakım uygulamaları yer almaktadır. Bu uygulamalarla prematüre yenidoğanların fizyolojik stabilitesinin ve davranışsal organizasyonunun desteklenmesi, zararlı çevresel uyaranlara maruziyetlerinin azaltılması ve bireysel gelişimsel gereksinimlerinin

karşlanması amaçlayabilmektedir. Ebeveynlerin bakım sürecine aktif katılımı ise anne-bebek etkileşiminin güçlendirilmesine ve ailenin psikososyal iyilik hâlinin desteklenmesine katkı sağlayabilmektedir. Nörogelişimsel bakımda ebeler; bebeğin bireysel gereksinimlerinin değerlendirilmesi, uygun koşullarda erken ten tene temasın desteklenmesi, anne sütüyle beslenmenin teşvik edilmesi, ebeveynlerin bakıma katılımının sağlanması ve ailelere eğitim verilmesinde önemli sorumluluklar üstlenmektedir. Ayrıca ailelerin taburculuk sonrasındaki bakım sürecine hazırlanması ve bakımın sürekliliğinin desteklenmesi ebelik yaklaşımının önemli bileşenlerindendir. Sonuç olarak, nörogelişimsel bakım uygulamalarının prematüre yenidoğanların bakımına entegre edilmesi, gelişimsel gereksinimlerinin karşılanması ve aile merkezli bakımın güçlendirilmesi açısından önemlidir. Bu doğrultuda ebelerin kanıta dayalı nörogelişimsel bakım uygulamalarına yönelik bilgi ve becerilerinin geliştirilmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Prematürite, nörogelişimsel bakım, gelişimsel bakım, yenidoğan, ebelik.

NEURODEVELOPMENTAL CARE PRACTICES IN PRETERM INFANTS AND THE MIDWIFERY APPROACH

ABSTRACT

Infants born before 37 weeks of gestation, defined as preterm infants, constitute a vulnerable population requiring specialized care due to the immaturity of their physiological and neurological systems. In particular, preterm infants at clinical risk require monitoring in neonatal intensive care units (NICUs) and support through individualized care practices. Exposure to noise, excessive lighting, painful procedures, and repeated environmental stimuli in the neonatal intensive care environment may increase stress responses in preterm infants and adversely affect their neurodevelopmental processes. Neurodevelopmental care is a holistic approach aimed at adapting the care environment to the individual needs of preterm infants, reducing environmental stressors, supporting physiological stability, and protecting neurological development. This approach encompasses kangaroo care, developmental positioning, regulation of environmental stimuli, pain and stress management, preservation of sleep patterns, individualized developmental care, and family-centered care practices. These interventions aim to support physiological stability and behavioral organization in preterm infants, reduce exposure to harmful environmental stimuli, and address their individual developmental needs. Active parental involvement in the care process may also contribute to strengthening mother–infant interactions and supporting the psychosocial well-being of families. Midwives play an important role in neurodevelopmental care by assessing infants' individual needs, facilitating early skin-to-skin contact when clinically appropriate, promoting breast milk feeding, encouraging parental participation in care, and providing education to families. Furthermore, preparing families for post-discharge care and supporting continuity of care are essential components of the midwifery approach. In conclusion, integrating neurodevelopmental care practices into the care of preterm infants is essential for addressing their developmental needs and strengthening family-centered care. Accordingly, improving midwives' knowledge and skills regarding evidence-based neurodevelopmental care practices is recommended.

Keywords: Prematurity, neurodevelopmental care, developmental care, newborn, midwifery.

GİRİŞ

Gebeliğin 37. haftası tamamlanmadan doğan yenidoğanlar prematüre olarak sınıflandırılmaktadır (Ohuma et al. 2023) Prematüre doğumlar, dünya genelinde yenidoğan sağlığını etkileyen önemli halk sağlığı sorunları arasında yer almaktadır. Ohuma ve arkadaşlarının (2023) gerçekleştirdiği sistematik analizde, 2020 yılında dünya genelinde yaklaşık 13,4 milyon prematüre doğum gerçekleştiği ve bu sayının tüm canlı doğumların %9,9'unu oluşturduğu bildirilmiştir. Prematüre doğumların sıklığı ülkeler ve bölgeler arasında farklılık göstermekle birlikte, özellikle Güney Asya ve Sahra Altı Afrika bölgelerinde daha yüksek sayıda prematüre doğum gerçekleşmektedir (Ohuma et al. 2023) . Prematürite, yenidoğan ölümleri ve uzun dönem gelişimsel sorunlarla ilişkili olması nedeniyle yalnızca doğum sonrası dönemi değil, çocukluk dönemindeki sağlık ve gelişim süreçlerini de etkileyebilmektedir (Lawn et al. 2023) .Prematüre yenidoğanlar, organ ve sistemlerinin fizyolojik olgunlaşmasını tamamlamamış olmaları nedeniyle çeşitli sağlık sorunları açısından risk taşıyabilmektedir (Zivaljevic et al. 2024) . Bu komplikasyonlar arasında respiratuvar distres sendromu (RDS), bronkopulmoner displazi (BPD), intraventriküler kanama (IVH), nekrotizan enterokolit (NEK), sepsis ve prematüre retinopatisi (ROP) yer almaktadır (Zivaljevic et al. 2024) . Ayrıca hipoglisemi, hipotermi, beslenme güçlükleri ve hiperbilirubinemi gibi sorunlarla da karşılaşılabilir (Arham and Wróblewska-Seniuk 2025) Özellikle merkezi sinir sisteminin gelişimini henüz tamamlamamış olması, prematüre yenidoğanları nörolojik açıdan çeşitli risklere açık hâle getirmektedir (Boardman and Counsell 2020) Beyin gelişiminin önemli bir bölümünün gebeliğin son trimesterinde gerçekleşmesi de prematüre yenidoğanların nörogelişimsel açıdan daha hassas bir gruba oluşturmalarına neden olmaktadır (Zivaljevic et al. 2024) Bu sağlık sorunları, doğum sonrası dönemde özel bakım ve yakın izlem gereksinimini artırmaktadır (Song 2022) . Özellikle klinik açıdan risk taşıyan prematüre yenidoğanların yenidoğan yoğun bakım ünitelerinde izlenmesi ve destekleyici bakım uygulamalarıyla takip edilmesi önem taşımaktadır (Soleimani et al. 2026) Bununla birlikte yenidoğan yoğun bakım ortamında maruz kalınan yoğun ışık, gürültü, tekrarlayan ağırlı girişimler ve çevresel uyaranlar, prematüre yenidoğanların stres yanıtlarını artırabilmekte ve gelişmekte olan sinir sistemi üzerinde olumsuz etkiler oluşturabilmektedir (McPherson et al. 2020) Bu doğrultuda nörogelişimsel bakım, prematüre yenidoğanların fizyolojik ve davranışsal gereksinimlerini dikkate alarak gelişimlerini desteklemeyi amaçlayan bireyselleştirilmiş bakım yaklaşımı olarak öne çıkmaktadır (MacHo 2017) Nörogelişimsel bakım uygulamaları kapsamında çevresel uyaranların düzenlenmesi, ağrı ve stresin azaltılması, uygun pozisyonlandırma, kanguru bakımı ve ailenin bakım sürecine katılımının desteklenmesi yer almaktadır (Velasco Arias et al. 2025). Bu uygulamaların prematüre yenidoğanların fizyolojik stabilitesini ve gelişimsel sonuçlarını olumlu yönde

destekleyebileceği bildirilmektedir (Muirhead and Bates 2023; Sivanandan and Sankar 2023). Prematüre yenidoğanların bakımında multidisipliner ekibin bir parçası olan ebeler, anne-bebek etkileşiminin güçlendirilmesi, emzirmenin desteklenmesi ve kanguru bakımının teşvik edilmesinde önemli sorumluluklar üstlenmektedir (Anderson et al. 2023; Hakimi 2022) Aile merkezli bakım kapsamında ebeveynlere sunulan eğitim ve danışmanlık hizmetlerinin, ebeveynlerin bakım sürecine aktif katılımını desteklediği ve prematüre yenidoğanların bakım sonuçlarına olumlu katkılar sağlayabildiği bildirilmektedir (Samsudin et al. 2023; Tiryaki, Çınar, and Caner 2024) Bu nedenle nörogelişimsel bakım uygulamalarının ebelik bakımına bütüncül bir yaklaşımla entegre edilmesi önem taşımaktadır. Bu derlemenin amacı, prematüre yenidoğanlarda uygulanan nörogelişimsel bakım yöntemlerini güncel bilimsel literatür doğrultusunda incelemek ve bu uygulamaların yenidoğan sağlığı üzerindeki etkileri ile ebelerin bakım sürecindeki rollerini değerlendirmektir.

PREMATÜRE BEBEKLERDE NÖROGELİŞİMSEL ÖZELLİKLER

Prematüritenin Tanımı ve Sınıflandırılması

Prematürite, doğumun gerçekleştiği gestasyon haftası esas alınarak sınıflandırılmaktadır. Gebeliğin 37. haftası tamamlanmadan gerçekleşen canlı doğumlar prematüre olarak kabul edilmektedir (Blencowe et al. 2024). 28. haftadan önce doğanlar aşırı prematüre, 28–31 hafta 6 gün arasında doğanlar çok prematüre, 32–36 hafta 6 gün arasında doğanlar ise orta-geç prematüre olarak tanımlanmaktadır (Morgan et al. 2022). Bu sınıflandırma, yenidoğanın gelişimsel olgunluğunun değerlendirilmesi ve bakım gereksinimlerinin belirlenmesi açısından önem taşımaktadır (Anderson and Narvey 2022). Bununla birlikte gelişimsel sonuçlar yalnızca gebelik haftasına değil, yenidoğanın klinik özelliklerine ve sunulan bakım koşullarına da bağlı olarak değişebilmektedir (Morgan et al. 2022).

Prematüre Bebeklerde Sinir Sistemi Gelişimi

İntrauterin dönemde beyin gelişimi, nöronların oluşumu, farklılaşması, göç etmesi ve aralarında bağlantılar kurulmasıyla ilerlemektedir (Zhou, Song, and Ming 2023). Gebeliğin son trimesterinde serebral korteksin yapısal organizasyonu belirginleşirken, beyin bölgeleri arasındaki sinirsel bağlantılar gelişmeye devam etmektedir (Taymourtash et al. 2022). Sinirsel iletimin etkinliğinde önemli rol oynayan beyaz cevherde ise oligodendrositlerin olgunlaşması ve miyelin oluşumu sürmektedir (Motavaf and Piao 2021). Prematüre yenidoğanlarda gelişimin erken aşamalarında bulunan oligodendrosit öncül hücreleri, inflamasyon ve oksidatif stres gibi etkenlere karşı duyarlılık gösterebilmektedir (He et al. 2022). Prematüre doğum sonrasında bu nörolojik süreçler, intrauterin ortamdan farklı koşullarda devam etmektedir. Duyusal sistemlerin olgunlaşma zamanları birbirinden farklı olduğundan, yenidoğanın dokunma, ses ve ışık uyaranlarına verdiği tepkiler

gelişimsel düzeyine göre değişebilmektedir (Arimitsu et al. 2023). Ayrıca otonom düzenleme mekanizmaları ile uyku-uyanıklık örüntüleri postmenstrüel yaşın ilerlemesiyle olgunlaşmaktadır (Hadas et al. 2021; Whitehead et al. 2023)

Yenidoğan Yoğun Bakım Ortamının Nörogelişim Üzerindeki Etkileri

Yenidoğan yoğun bakım ortamında kullanılan tıbbi cihazlar, alarmlar ve aydınlatma sistemleri, prematüre bebeklerin maruz kaldıkları duyuşsal uyarınları artırabilmektedir(Sibrecht, Wróblewska-Seniuk, and Bruschetti 2024) . Özellikle yoğun ışık, yüksek gürültü ve tekrarlayan bakım girişimleri fizyolojik stabilizeyi ve davranışsal düzenlenmeyi zorlaştırabilmektedir (Pineda et al. 2023). Kan alma ve damar yolu açılması gibi ağırlı işlemler ise stres yanıtlarının ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Yenidoğan döneminde yaşanan stresin ilerleyen dönemlerdeki bilişsel ve motor gelişimle olumsuz ilişkiler gösterebildiği bildirilmektedir (Van Dokkum et al. 2021). Yoğun bakım sürecinde bakım işlemleri ve çevresel uyarınları uyku sürekliliğini bozabilirken, anne-bebek ayrılığı erken dönem etkileşim olanaklarını sınırlandırabilmektedir(Gu et al. 2024; Karlsson, Blomqvist, and Ågren 2022) . Bu nedenle prematüre yenidoğanların gelişimsel özellikleri dikkate alınarak duyuşsal uyarınları düzenlenmesi, stres belirtilerinin izlenmesi ve ebeveyn yakınlığının desteklenmesi, nörogelişimsel bakımın temel gerekçelerini oluşturmaktadır.

NÖROGELİŞİMSEL BAKIMIN TANIMI VE TEMEL İLKELERİ

Nörogelişimsel bakım, prematüre yenidoğanların gelişimsel özelliklerini merkeze alarak bakımın içeriğini ve uygulanma biçimini bireysel gereksinimler doğrultusunda şekillendiren bir yaklaşımdır(Olsson et al. 2025) . Bu yaklaşımda yalnızca tıbbi gereksinimlerin karşılanması değil, yenidoğanın fizyolojik dengesinin korunması ve davranışsal tepkilerinin dikkate alınması da hedeflenmektedir(Cistone et al. 2024) . Bakım sırasında bebeğin verdiği işaretlerin değerlendirilmesi, girişimlerin zamanlamasının ve yoğunluğunun düzenlenmesine olanak sağlamaktadır (MacHo 2017). Nörogelişimsel bakımın temel amaçları arasında stres oluşturan deneyimlerin sınırlandırılması, gereksiz duyuşsal uyarınları azaltılması ve kesintisiz dinlenme dönemlerinin desteklenmesi bulunmaktadır(Velasco Arias et al. 2025) . Bunun yanında anne-bebek yakınlığının sürdürülmesi ve ebeveynlerin bakım sürecinde yer alması önem taşımakla beraber yenidoğanın mevcut uyum becerilerinin korunması ve ilerleyen dönemlerdeki gelişimsel sonuçların desteklenmesi amaçlanmaktadır(Silveira et al. 2024) . Ancak uzun dönem etkilerin kullanılan bakım yöntemine göre farklılık gösterebildiği ve bütün uygulamalar için aynı düzeyde kanıt bulunmadığı belirtilmektedir (MacHo 2017; Velasco Arias et al. 2025) Bu farklılıklar, bakım uygulamalarının yenidoğanın bireysel özellikleri ve gelişimsel gereksinimleri doğrultusunda planlanmasının önemini ortaya koymaktadır. Bireyselleştirilmiş gelişimsel bakımın yapılandırılmış

yaklaşımlarından biri, Yenidoğan Bireyselleştirilmiş Gelişimsel Bakım ve Değerlendirme Programı (NIDCAP)'dır(Vittner et al. 2025). Bu modelde yenidoğanın hareketleri, davranışsal durumu, fizyolojik tepkileri ve stres belirtileri gözlemlenerek bakım planı oluşturulmasıyla beraber bebeğin rahatlık ve zorlanma belirtilerinin ayırt edilmesi, bakım uygulamalarının gelişimsel kapasitesine uygun biçimde düzenlenmesini sağlamaktadır(Chandebois et al. 2021) . NIDCAP, standart işlemlerin her yenidoğana aynı şekilde uygulanması yerine bireysel farklılıkların dikkate alınmasını esas almaktadır(MacHo 2017). Aile merkezli gelişimsel bakım ise ebeveynleri yalnızca bilgilendirilen kişiler olarak değil, bakım sürecinin aktif katılımcıları olarak ele almaktadır. Anne ve babanın yenidoğanın gereksinimlerini tanıması, bakım kararlarına katılması ve bebekleriyle güvenli temas kurabilmesi bu yaklaşımın önemli bileşenleridir(Adella, Maraschin, and Nagraj 2025; Toivonen et al. 2020) . Aile katılımını inceleyen sistematik derlemelerde ebeveyn stresinin azalması, anne sütüyle beslenmenin desteklenmesi ve bazı yenidoğan sonuçlarında iyileşme bildirilmiştir(North et al. 2022) .Böylece gelişimsel bakım, yenidoğanın bireysel gereksinimleri ile ailenin bakım sürecindeki rolünü bir arada değerlendiren bütüncül bir yapı kazanmaktadır.

PREMATÜRE BEBEKLERDE NÖROGELİŞİMSEL BAKIM UYGULAMALARI

Çevresel Uyaranların Düzenlenmesi

Prematüre yenidoğanların gelişimsel gereksinimlerine uygun bir bakım ortamının oluşturulması, nörogelişimsel bakımın önemli bileşenlerindendir(Lee, Park, and Cho 2022) . Yenidoğan yoğun bakım ünitelerinde monitör alarmları, tıbbi cihazlar ve ortam aydınlatması nedeniyle oluşan uyaranların kontrol altında tutulması amaçlanmaktadır(Giordano et al. 2026). Bu kapsamda ani seslerin sınırlandırılması, kuvöz çevresindeki gereksiz hareketliliğin azaltılması ve ışık düzeylerinin yenidoğanın dinlenme gereksinimleri doğrultusunda düzenlenmesi önerilmektedir(Sibrecht et al. 2024) . Pineda ve arkadaşlarının (2023) 57 araştırmayı değerlendirdiği bütünlleştirici derlemede, gelişimsel döneme uygun işitsel ve görsel deneyimlerin bazı fizyolojik ve nörodavranışsal sonuçlarla olumlu ilişkiler gösterebildiği bildirilmiştir. Ancak bu düzenlemelerde yalnızca uyaranların azaltılması değil, bebeğin gelişimini destekleyebilecek uygun duyuşal deneyimlerin korunması da önem taşımaktadır(Pineda et al. 2023) .

Gelişimsel Pozisyonlama ve Destekleyici Yatış

Gelişimsel pozisyonlama, prematüre yenidoğanın motor kontrolünü ve vücut bütünlüğünü desteklemek amacıyla kullanılan bakım yöntemlerinden biridir(Carneiro et al. 2024) . Fleksiyon pozisyonunun korunması, ekstremitelerin orta hatta yaklaştırılması ve ellerin yüze ulaşmasının kolaylaştırılması bu yaklaşımın temelini oluşturmaktadır(Ar and Balcı 2025) . Yuva (nesting) uygulamasında ise bebeğin çevresine yerleştirilen

desteklerle kontrollü bir pozisyon sağlanması hedeflenmektedir(Carneiro et al. 2024) . Bu yöntemlerin konforu artırabileceği, motor organizasyonu destekleyebileceği ve dinlenme sırasında hareketlerin düzenlenmesine yardımcı olabileceği düşünülmektedir(Yang, Fu, and Zhang 2023) . Prescott ve arkadaşlarının (2024) Cochrane derlemesinde gelişimsel pozisyonlama yöntemlerinin etkileri değerlendirilmiş, ancak uzun dönem gelişimsel yararları ilişkin kanıtların sınırlı olduğu belirtilmiştir(Prescott et al. 2024).Bu uygulamalar yalnızca klinik gereklilik bulunduğunda ve sağlık profesyonellerinin gözetiminde gerçekleştirilmelidir. Amerikan Pediatri Akademisinin önerileri doğrultusunda, tıbbi durumu uygun hâle gelen yenidoğanların taburculuktan önce sırtüstü uyku pozisyonuna geçirilmesi ve ev ortamında yastık, yuva veya gevşek yatak materyallerinin kullanılmaması gerekmektedir (Moon et al. 2022) .

Ağrı ve Stres Yönetimi

Prematüre yenidoğanlarda ağrı yönetimi, bakım girişimleri sırasında oluşabilecek fizyolojik zorlanmanın azaltılmasını amaçlamaktadır(Weng, Zhang, and Chen 2024). Ağrı değerlendirmesinde yüz ifadesi, ağlama, motor hareketler, kalp atım hızı ve oksijen satürasyonu gibi davranışsal ve fizyolojik göstergelerden yararlanılmaktadır(Campbell-Yeo, Eriksson, and Benoit 2022). Gereksiz invaziv girişimlerin sınırlandırılması ve işlemlerin bebeğin toleransına göre planlanması, bireyselleştirilmiş bakımın önemli bir parçasıdır(Cistone et al. 2024) . Farmakolojik olmayan yöntemler arasında destekli fleksiyon pozisyonu, emzikle besleyici olmayan emme, ten tene temas ve uygun durumlarda oral sakkaroz uygulaması bulunmaktadır(Sutton and Lerner 2024) . Pillai Riddell ve arkadaşlarının (2023) Cochrane derlemesinde 138 randomize kontrollü araştırma değerlendirilmiş; destekli fleksiyon ve besleyici olmayan emmenin prematüre yenidoğanlarda işlem sırasındaki ağrı davranışlarını azaltabileceği bildirilmiştir. Bununla birlikte kanıtların güvenilirliği çoğunlukla düşük düzeydedir. Bu nedenle yöntem seçimi, girişimin ağrı düzeyi ve bebeğin klinik durumuna göre yapılmalı; farmakolojik olmayan uygulamalar gerekli analjezik tedavinin yerine kullanılmamalıdır(Pillai Riddell et al. 2023) .

Uyku ve Dinlenmenin Desteklenmesi

Uyku, prematüre yenidoğanların enerji kullanımının düzenlenmesi ve gelişimsel süreçlerinin sürdürülmesi açısından önemli bir fizyolojik gereksinimdir(Groot, Dudink, and Austin 2024) . Nörogelişimsel bakımda uyku dönemlerinin korunması için zorunlu olmayan işlemlerin sınırlandırılması, bakım girişimlerinin uygun aralıklarla planlanması ve bebeğin dinlenme belirtilerinin dikkate alınması önerilmektedir(Cistone et al. 2024) . Bununla birlikte işlemlerin gruplandırılması, uzun süreli bakım uygulamalarına dönüşmemeli ve yenidoğanın fizyolojik toleransı gözetilmelidir. Gu ve arkadaşlarının (2024) prematüre yenidoğanlarda uyku korunmasına

yönelik kanıtları değerlendirdiği derlemede, çevresel düzenlemeler, bireyselleştirilmiş bakım ve uyku örüntülerinin izlenmesine ilişkin 27 öneri belirlenmiştir. Bu yaklaşımlar uyku sürekliliğini desteklemeyi hedeflese de uzun dönem nörogelişimsel sonuçlara etkilerinin daha kapsamlı araştırmalarla değerlendirilmesi gerekmektedir(Gu et al. 2024) .

Kanguru Bakımı ve Ten Tene Temas

Kanguru bakımı, prematüre yenidoğanın ebeveyninin göğsünde doğrudan ten tene temas sağlayacak biçimde tutulmasına dayanan bir bakım yaklaşımıdır(Hall et al. 2024) . Uygulama sırasında yenidoğanın vücut sıcaklığının korunması, kardiyorespiratuvar uyumunun desteklenmesi ve ebeveyniyle yakınlığının artırılması amaçlanmaktadır. Ten tene temas, ebeveynlerin bakım sürecine katılmasına ve bebekleriyle etkileşim kurmasına da olanak sağlamaktadır(Altit, Hamilton, and O'brien 2024; DURMAZ, SEZICI, and AKKAYA 2023) . Dünya Sağlık Örgütü (2022), prematüre ve düşük doğum ağırlıklı bebeklerde kanguru bakımının mümkün olan en erken dönemde başlatılmasını önermektedir. Güncel bir meta-analizde 31 araştırma ve 15.559 bebek değerlendirilmiş, kanguru bakımının standart bakıma kıyasla erken dönem ölüm riskini yaklaşık %32 azalttığı belirlenmiştir (2023)(Sivanandan and Sankar 2023) . Ayrıca enfeksiyon ve hipotermi riskinde azalma bildirilmiştir. Uygulama sırasında hava yolu açıklığının sağlanması, bebeğin güvenli biçimde sabitlenmesi ve klinik izlemin sürdürülmesi gerekmektedir(Altit et al. 2024) . Şok, resüsitasyon sonrasında spontan solunumun sağlanamaması veya mekanik ventilasyon gereksinimi gibi durumlarda uygulama kararı özel değerlendirme gerektirir(Darmstadt et al. 2023) .

Anne Sütü ve Gelişimsel Beslenmenin Desteklenmesi

Prematüre yenidoğanların beslenmesinde anne sütü, içerdiği besin öğeleri ve biyolojik bileşenler nedeniyle öncelikli olarak önerilmektedir(Hellström et al. 2024) . Anne sütüyle beslenmenin desteklenmesi, uygun zamanda süt sağma eğitiminin verilmesini ve annenin laktasyon sürecinin izlenmesini de kapsamaktadır(Anderson et al. 2023) . Dünya Sağlık Örgütü (2022), çok prematüre ve çok düşük doğum ağırlıklı bebekler dâhil olmak üzere prematüre yenidoğanların beslenmesinde annenin kendi sütünün kullanılmasını önermektedir(Evidence and recommendations 2022) . Prematüre bebeklerde oral beslenmeye geçiş, emme, yutma ve solunum hareketleri arasındaki koordinasyonun gelişmesiyle ilişkilidir(El-Kassas et al. 2024) . Beslenmeye hazır olma belirtileri arasında uyanıklık, emme arayışı, ellerin ağza yönelmesi ve fizyolojik stabilite bulunmaktadır(Bala et al. 2024) . Bu nedenle beslenmenin ilerletilmesinde yalnızca belirli saatlerin değil, bebeğin verdiği işaretlerin de dikkate alınması önem taşımaktadır (Bala et al. 2024). Zhang ve

arkadaşlarının (2024) sistematik derlemesinde emzirmenin daha olumlu bilişsel sonuçlarla ilişkili olabileceği bildirilmiş, ancak motor gelişime ilişkin kanıtların tutarlı olmadığı belirtilmiştir(Zhang et al. 2024) .

Duyusal Gelişimin Desteklenmesi

Duyusal bakım, yenidoğanın gelişimsel düzeyine uygun dokunsal, işitsel ve görsel deneyimlerin planlanmasını kapsamaktadır(Pineda et al. 2023) . Nazik ve sabit temas, ebeveynin sakin bir ses tonuyla konuşması ve bebeğin tepkileri doğrultusunda etkileşimin sürdürülmesi bu yaklaşımın örnekleridir(Filippa and Kuhn 2024) . Uygulamalar sırasında huzursuzluk, fizyolojik zorlanma veya geri çekilme belirtileri gözlemlendiğinde uyaranların azaltılması gerekmektedir(Séassau et al. 2023) . Pineda ve arkadaşlarının (2023) derlemesinde anne sesi, müzik, uygun dokunsal temas ve çoklu duyuşsal girişimlerin bazı davranışsal, fizyolojik ve gelişimsel göstergelerle olumlu ilişkiler sergilediği bildirilmiştir. Ancak uygulamaların süresi, başlatılma zamanı ve değerlendirme yöntemleri çalışmalar arasında farklılık göstermektedir. Dolayısıyla duyuşsal etkileşimlerin bireysel olgunluk düzeyine göre düzenlenmesi, nörogelişimsel bakımın güvenli biçimde sürdürülmesi açısından temel bir gerekliliktir.(Pineda et al. 2023)

NÖROGELİŞİMSEL BAKIMDA EBELİK YAKLAŞIMI

Prematüre yenidoğanların nörogelişimsel bakımında ebelik yaklaşımı, gebelik döneminden başlayarak doğum, yenidoğan bakımı ve taburculuk sonrası izlem süreçlerini kapsayan bütüncül bir anlayışa dayanmaktadır(Bradford et al. 2022) . Prematüre doğum riski taşıyan gebelerin izlenmesinde ebeler, anne adayının fiziksel ve psikososyal gereksinimlerini değerlendirerek doğum sürecine ilişkin bilgilendirme yapmalı ve olası yenidoğan yoğun bakım gereksinimine yönelik hazırlığını desteklemelidir(Randriamboarison et al. 2024) . Doğum sırasında yenidoğan ekibiyle koordinasyonun sağlanması, bebeğin klinik durumuna uygun bakım koşullarının hazırlanması ve mümkün olduğunda erken anne-bebek temasının desteklenmesi önem taşımaktadır(Klemming et al. 2023) . Doğum sonrasında ise ebeler, görev yaptıkları birimin yetki ve sorumlulukları doğrultusunda yenidoğanın fizyolojik ve davranışsal belirtilerinin değerlendirilmesine katkı sağlayabilir(Vittner et al. 2025) . Bebeğin solunum düzeni, vücut sıcaklığı, uyku-uyanıklık durumu ve bakım girişimlerine verdiği tepkilerin gözlemlenmesi, bireyselleştirilmiş bakımın planlanmasını desteklemektedir(Cistone et al. 2024) . Bununla birlikte çevresel uyaranların düzenlenmesi, stres belirtilerinin dikkate alınması ve dinlenme sürelerinin korunması nörogelişimsel bakımın önemli bileşenlerindendir(Velasco Arias et al. 2025) . Kanguru bakımının uygulanabildiği durumlarda anneye güvenli pozisyon ve ten tene temas hakkında rehberlik edilmesi, ebeveyn katılımını desteklemektedir (WHO recommendations for care of the preterm or low-birth-weight infant 2022). Prematüre doğum sonrasında anne sütü üretiminin başlatılması ve

sürdürülmesi güçleşebildiğinden, annelere erken süt sağma eğitiminin verilmesi, uygun yöntemlerin öğretilmesi ve laktasyon sürecinde karşılaşılan sorunların değerlendirilmesi önemlidir(Anderson et al. 2023). Prematüre doğum ve yenidoğanın yoğun bakımda izlenmesi, ebeveynlerde stres, kaygı ve yetersizlik duygularına neden olabilmektedir(Shetty et al. 2023) . Bu süreçte ebeveynlerin duygusal gereksinimlerinin değerlendirilmesi, bebeklerinin davranışsal işaretlerini tanımlarının sağlanması ve bakım uygulamalarına uygun biçimde katılmalarının desteklenmesi aile merkezli bakım açısından önem taşımaktadır (North et al. 2022) . Gerekliğinde ailelerin psikososyal destek hizmetlerine yönlendirilmesi de bakımın bir parçasıdır. Taburculuk öncesinde ailelere güvenli uyku ortamı, beslenme, enfeksiyondan korunma ve tehlike belirtilerinin tanınması konularında eğitim verilmelidir(Osborne et al. 2024) . Ayrıca düzeltilmiş yaş kavramının açıklanması, büyüme ve gelişim izlemlerinin öneminin vurgulanması ve riskli bebeklerin ilgili uzmanlara yönlendirilmesi gerekmektedir. Dünya Sağlık Örgütü (2022), prematüre ve düşük doğum ağırlıklı bebeklerin ailelerine taburculuk sonrası destek sunulmasını ve eğitilmiş sağlık çalışanları tarafından ev ziyaretleri gerçekleştirilmesini önermektedir. Bu doğrultuda ebelik yaklaşımı, bebeğin gelişimsel gereksinimlerinin karşılanmasının yanında ebeveynlerin bakım becerilerinin güçlendirilmesini ve bakım sürekliliğinin sağlanmasını amaçlamaktadır.

SONUÇ

Prematüre yenidoğanlar, nörolojik ve fizyolojik sistemlerinin gelişimini henüz tamamlamamış olmaları nedeniyle bireyselleştirilmiş bakım gereksinimi bulunan hassas bir grubu oluşturmaktadır. Bu bebeklerin nörogelişimsel süreçlerinin desteklenmesinde bakım uygulamalarının gelişimsel olgunluklarına ve bireysel tepkilerine uygun biçimde planlanması önem taşımaktadır. Kanguru bakımı, gelişimsel pozisyonlama, çevresel uyaranların düzenlenmesi ve aile merkezli bakımın birbirini tamamlayan yaklaşımlar olarak değerlendirilmesi, yenidoğanın fiziksel ve psikososyal gereksinimlerinin bütüncül biçimde karşılanmasına katkı sağlayabilir. Bununla birlikte uygulamaların kısa dönem yararları ile uzun dönem nörogelişimsel sonuçları arasındaki farklılıklar göz önünde bulundurulmalıdır.Nörogelişimsel bakımın sürdürülebilirliğinde ebelerin anne-bebek etkileşimini destekleme, emzirme danışmanlığı sağlama, ebeveynleri bakım sürecine hazırlama ve taburculuk sonrası izlemlere katılımı teşvik etme rolleri önemlidir. Bu doğrultuda sağlık çalışanlarının kanıta dayalı gelişimsel bakım uygulamalarına yönelik eğitimlerinin güçlendirilmesi, disiplinler arası iş birliğinin artırılması ve ailelerin bakım kararlarına katılımının desteklenmesi önerilmektedir. Ayrıca sağlık kuruluşlarında gelişimsel bakıma uygun fiziksel koşulların oluşturulması ve uygulamaların standart bakım süreçlerine entegre edilmesi önem taşımaktadır. Gelecekte yapılacak araştırmalarda ise nörogelişimsel bakım yöntemlerinin uzun dönem bilişsel, motor ve davranışsal gelişim üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesine öncelik verilmelidir.

KAYNAKÇA

- Abuhammad, Sawsan, Roaa Karimeh, and Alia Mahadeen. 2024. "The Impact of an Educational Intervention on Neonatal Intensive Care Unit Nurses' Knowledge, Attitudes, and Perceptions of Parental Participation in Kangaroo Mother Care." *PLOS ONE* 19(8):e0306888. doi:10.1371/JOURNAL.PONE.0306888.
- Adella, Jacklyn, Francesca Giulia Maraschin, and Shobhana Nagraj. 2025. "The Global Scope and Components of Family-Centred Care for Preterm Infants: An Umbrella Review." *PLOS Global Public Health* 5(7):e0004900. doi:10.1371/JOURNAL.PGPH.0004900.
- Altit, Gabriel, Danica Hamilton, and Karel O'brien. 2024. "Skin-to-Skin Care (SSC) for Term and Preterm Infants." *Paediatrics & Child Health* 29(4):238. doi:10.1093/PCH/PXAE015.
- Anderson, Loretta A., Sue Kildea, Kathryn Kynoch, Yu Gao, and Nigel Lee. 2023. "Midwives Experiences of Interventions to Improve Breast Expression Following Preterm Birth: A Qualitative Study." *Midwifery* 116. doi:10.1016/J.MIDW.2022.103530.
- Anderson, Nicole, and Michael Narvey. 2022. "Discharge Planning of the Preterm Infant." *Paediatrics & Child Health* 27(2):129. doi:10.1093/PCH/PXAC001.
- Ar, Işıl, and Serap Balcı. 2025. "The Effect of the Use of Positioning Materials and Hand-Face Maneuvers on Physiologic Parameters and Stress Symptoms in Preterm Newborns." *Italian Journal of Pediatrics* 51(1):239. doi:10.1186/S13052-025-02070-Z.
- Arham, Muhammad, and Katarzyna Wróblewska-Seniuk. 2025. "Short- and Long-Term Consequences of Late-Preterm and Early-Term Birth." *Children* 12(7):907. doi:10.3390/children12070907.
- Arimitsu, Takeshi, Rika Fukutomi, Mayuko Kumagai, Hayato Shibuma, Yoko Yamanishi, Kei Ichi Takahashi, Hirotaka Gima, Yoshitaka Seto, Hiroyuki Adachi, Hirokazu Arai, Masakatsu Higuchi, Shohei Ohgi, and Hidenobu Ohta. 2023. "Designing Artificial Circadian Environments with Multisensory Cares for Supporting Preterm Infants' Growth in NICUs." *Frontiers in Neuroscience* 17:1152959. doi:10.3389/FNINS.2023.1152959/EPUB.
- Bala, Faith E., Katlyn E. McGrattan, Christina J. Valentine, and Sudarshan R. Jadcherla. 2024. "A Narrative Review of Strategies to Optimize Nutrition, Feeding, and Growth among Preterm-Born Infants: Implications for Practice." *Advances in Nutrition* 15(11):100305. doi:10.1016/J.ADVNUT.2024.100305.
- Blencowe, Hannah, Lucia Hug, Ann Beth Moller, Danzhen You, and Allisyn C. Moran. 2024. "Definitions, Terminology and Standards for Reporting of Births and Deaths in the Perinatal Period: International

- Classification of Diseases (ICD-11)." *International Journal of Gynaecology and Obstetrics* 168(1):1. doi:10.1002/IJGO.15794.
- Boardman, J. P., and S. J. Counsell. 2020. "Invited Review: Factors Associated with Atypical Brain Development in Preterm Infants: Insights from Magnetic Resonance Imaging." *Neuropathology and Applied Neurobiology* 46(5):413–21. doi:10.1111/NAN.12589.
- Bradford, Billie F., Alyce N. Wilson, Anayda Portela, Fran McConville, Cristina Fernandez Turienzo, and Caroline S. E. Homer. 2022. "Midwifery Continuity of Care: A Scoping Review of Where, How, by Whom and for Whom?" *PLOS Global Public Health* 2(10):e0000935. doi:10.1371/JOURNAL.PGPH.0000935.
- Campbell-Yeo, Marsha, Mats Eriksson, and Britney Benoit. 2022. "Assessment and Management of Pain in Preterm Infants: A Practice Update." *Children* 2022, Vol. 9, Page 244 9(2):244. doi:10.3390/CHILDREN9020244.
- Carneiro, Mayara M. C., Simone N. S. Ribeiro, Natália A. Menegol, Rodrigo Okubo, Dayane Montemezzo, and Luciana Sayuri Sanada. 2024. "Nest Positioning on Motor Development, Sleep Patterns, Weight Gain in Preterm Infants: Systematic Review." *Pediatric Research* 96(1):57–63. doi:10.1038/S41390-023-02972-W.
- Chandebois, Laurence, Erika Nogue, Catherine Bouschbacher, Sabine Durand, Florence Masson, Renaud Mesnage, Nicolas Nagot, and Gilles Cambonie. 2021. "Dissemination of Newborn Behavior Observation Skills after Newborn Individualized Developmental Care and Assessment Program (NIDCAP) Implementation." *Nursing Open* 8(6):3547. doi:10.1002/NOP2.904.
- Cistone, Nicole, Rita H. Pickler, Christine A. Fortney, and Marliese D. Nist. 2024. "Effect of Routine Nurse Caregiving on the Stress Responses and Behavior State in Preterm Infants: A Systematic Review." *Advances in Neonatal Care : Official Journal of the National Association of Neonatal Nurses* 24(5):442–52. doi:10.1097/ANC.0000000000001177.
- Darmstadt, Gary L., Nafisa Hamoud Al Jaifi, Shabina Arif, Rajiv Bahl, Mats Blennow, Vanessa Cavallera, Doris Chou, Roger Chou, Liz Comrie-Thomson, Karen Edmond, Qi Feng, Patricia Fernandez Riera, Lawrence Grummer-Strawn, Shuchita Gupta, Zelee Hill, Ayede Adejumo Idowu, Carole Kenner, Victoria Nakibuuka Kirabira, Reinhard Klinkott, Socorro De Leon-Mendoza, Silke Mader, Karim Manji, Rhonda Marriott, Monica Morgues, Sushma Nangia, Anayda Portela, Suman Rao, Mohammod Shahidullah, Hoang Thi Tran, Andrew D. Weeks, Bogale Worku, and Khalid Yunis. 2023. "New World

- Health Organization Recommendations for Care of Preterm or Low Birth Weight Infants: Health Policy.” *EClinicalMedicine* 63:102155. doi:10.1016/J.ECLINM.2023.102155.
- Van Dokkum, Nienke H., Marlou L. A. De Kroon, Sijmen A. Reijneveld, and Arend F. Bos. 2021. “Neonatal Stress, Health, and Development in Preterms: A Systematic Review.” *Pediatrics* 148(4). doi:10.1542/PEDS.2021-050414.
- DURMAZ, Aysegul, Emel SEZICI, and Deniz Done AKKAYA. 2023. “The Effect of Kangaroo Mother Care or Skin-to-Skin Contact on Infant Vital Signs: A Systematic Review and Meta-Analysis.” *Midwifery* 125. doi:10.1016/J.MIDW.2023.103771.
- El-Kassas, Omnia, Ayman Amer, Hesham Abdel-Hady, and Tamer Abou-Elsaad. 2024. “The Transition from Tube Feeding to Oral Feeding Algorithm in Preterm Infants: Case-Control Study.” *BMC Pediatrics* 24(1):453-. doi:10.1186/S12887-024-04909-6/FIGURES/1.
- Evidence and recommendations. 2022. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK586699/>.
- Filippa, Manuela, and Pierre Kuhn. 2024. “Early Parental Vocal Contact in Neonatal Units: Rationale and Clinical Guidelines for Implementation.” *Frontiers in Neurology* 15:1441576. doi:10.3389/FNEUR.2024.1441576.
- Giordano, Vito, Sophie Mandl, Lisa Bartha-Doering, Christoph Reuter, Matthias Bertsch, Brigitte Wildner, Sophie Stummer, Katrin Klebermass-Schrehof, Marcus Maeder, Angelika Berger, and Philipp Deindl. 2026. “What’s That Noise—Tackling Sound Pollution in the NICU: A Systematic Review.” *Frontiers in Pediatrics* 14:1798036. doi:10.3389/FPED.2026.1798036/FULL.
- Groot, Eline R., Jeroen Dudink, and Topun Austin. 2024. “Sleep as a Driver of Pre- and Postnatal Brain Development.” *Pediatric Research* 96(6):1503. doi:10.1038/S41390-024-03371-5.
- Gu, Yujing, Yunfei Tang, Xiaoyin Chen, and Jun Xie. 2024. “Best Evidence Summary of Sleep Protection in Premature Infants in the Neonatal Intensive Care Unit: A Narrative Review.” *Translational Pediatrics* 13(6):946–62. doi:10.21037/TP-24-92/COIF.
- Hadas, Israeli Mendlovic, Mendlovic Joseph, Zuk Luba, and Katz Leurer Michal. 2021. “Maturation of the Cardiac Autonomic Regulation System, as Function of Gestational Age in a Cohort of Low Risk Preterm Infants Born between 28 and 32 Weeks of Gestation.” *Journal of Perinatal Medicine* 49(5):624–29. doi:10.1515/JPM-2020-0482.
- Hakimi, Sevil. 2022. “Midwives’ Capacity for Improvement of Preterm Newborns’ Health.” *European Journal of Midwifery* 6(May). doi:10.18332/EJM/147445.

- Hall, Megan, Catalina M. Valencia, Priya Soma-Pillay, Karen Luyt, Bo Jacobsson, and Andrew Shennan. 2024. "Effective and Simple Interventions to Improve Outcomes for Preterm Infants Worldwide: The FIGO PremPrep-5 Initiative." *International Journal of Gynecology & Obstetrics* 165(3):929–35. doi:10.1002/IJGO.15269.
- Hastuti, Dwi, Anggorowati, and Zubaidah Zubaidah. 2026. "Developmental Care for Preterm Infants: A Scoping Review of Interventions, Outcomes, and Implementation Contexts." *Frontiers in Pediatrics* 14. doi:10.3389/FPED.2026.1730571.
- He, Yu, Yuni Zhang, Fang Li, and Yuan Shi. 2022. "White Matter Injury in Preterm Infants: Pathogenesis and Potential Therapy From the Aspect of the Gut–Brain Axis." *Frontiers in Neuroscience* 16:849372. doi:10.3389/FNINS.2022.849372.
- Hellström, Ann, Elsa Kermorvant-Duchemin, Mark Johnson, Miguel Sáenz de Pipaón, Lois E. Smith, Anna Lena Hård, Gitte Zachariassen, Sissel J. Moltu, Alexandre Lapillonne, Mark J. Johnson, Silvia Iacobelli, and Christoph Fusch. 2024. "Nutritional Interventions to Prevent Retinopathy of Prematurity." *Pediatric Research* 2024 96:4 96(4):905–11. doi:10.1038/s41390-024-03208-1.
- Karlsson, Victoria, Ylva Thernström Blomqvist, and Johan Ågren. 2022. "Nursing Care of Infants Born Extremely Preterm." *Seminars in Fetal & Neonatal Medicine* 27(3). doi:10.1016/J.SINY.2022.101369.
- Kim, Soo Yeon, and Ah Rim Kim. 2022. "Attachment-and Relationship-Based Interventions during NICU Hospitalization for Families with Preterm/Low-Birth Weight Infants: A Systematic Review of RCT Data." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 19(3):1126. doi:10.3390/IJERPH19031126/S1.
- Klemming, Stina, Siri Lilliesköld, Sofia Arwehed, Wibke Jonas, Liisa Lehtonen, and Björn Westrup. 2023. "Mother-Newborn Couplet Care: Nordic Country Experiences of Organization, Models and Practice." *Journal of Perinatology* 2023 43:1 43(1):17–25. doi:10.1038/s41372-023-01812-3.
- Lawn, Joy E., Eric O. Ohuma, Ellen Bradley, Lorena Suárez Idueta, Elizabeth Hazel, Yemisrach B. Okwaraji, Daniel J. Erchick, Judith Yargawa, Joanne Katz, Anne C. C. Lee, Mike Diaz, Mihretab Salasibew, Jennifer Requejo, Chika Hayashi, Ann-Beth Moller, Elaine Borghi, Robert E. Black, Hannah Blencowe, Per Ashorn, Robert E. Black, Joy E. Lawn, Ulla Ashorn, Nigel Klein, G. Justus Hofmeyr, Marleen Temmerman, Sufia Askari, Eric O. Ohuma, Ann-Beth Moller, Ellen Bradley, Samuel Chakwera, Laith Hussain-Alkhateeb, Alexandra Lewin, Yemisrach B. Okwaraji, Wahyu Retno Mahanani, Emily White Johansson, Tina Lavin, Diana Estevez Fernandez, Giovanna Gatica Domínguez, Ayesha de Costa, Jenny

A. Cresswell, Julia Krasevec, Joy E. Lawn, Hannah Blencowe, Jennifer Requejo, Allisyn C. Moran, Veronica Pingray, Gabriela Cormick, Luz Gibbons, José Belizan, Carlos Guevel, Kara Warrilow, Adrienne Gordon, Vicki Flenady, Jessica Sexton, Harriet Lawford, Enny S. Paixao, Ila Rocha Falcão, Mauricio Lima Barreto, Sarka Lisonkova, Qi Wen, Francisco Mardones, Raúl Caulier-Cisterna, José Acuña, Petr Velebil, Jitka Jirova, Erzsébet Horváth-Puhó, Henrik Toft Sørensen, Luule Sakkeus, Liili Abuladze, Mika Gissler, Maziar Moradi-Lakeh, Mohammad Heidarzadeh, Narjes Khalili, Khalid A. Yunis, Ayah Al Bizri, Pascale Nakad, Shamala Devi Karalasingam, J. Ravichandran R Jeganathan, Nurakman binti Baharum, Lorena Suárez-Idueta, Arturo Barranco Flores, Jesus F. Gonzalez Roldan, Sonia Lopez Alvarez, Aimée E. van Dijk, Lisa Broeders, Luis Huicho, Hugo G. Quezada Pinedo, Kim N. Cajachagua-Torres, Rodrigo M. Carrillo-Larco, Carla Estefania Tarazona Meza, Wilmer Cristobal Guzman-Vilca, Tawa O. Olukade, Hamdy A. Ali, Fawziya Alyafei, Mai AlQubaisi, Mohamad R. Alturk, Ho Yeon Kim, Geum Joon Cho, Neda Razaz, Jonas Söderling, Lucy K. Smith, Jennifer J. Kurinczuk, Ruth J. Matthews, Bradley N. Manktelow, Elizabeth S. Draper, Alan C. Fenton, Estelle Lowry, Neil Rowland, Rachael Wood, Kirsten Monteath, Isabel Pereyra, Gabriella Pravia, Celina Davis, Samantha Clarke, Lee S. F. Wu, Sachiyo Yoshida, Rajiv Bahl, Carlos Grandi, Alain B. Labrique, Mabhubur Rashid, Salahuddin Ahmed, Arunangshu D. Roy, Rezwanul Haque, Saijuddin Shaikh, Abdullah H. Baqui, Samir K. Saha, Rasheda Khanam, Sayedur Rahman, Roger Shapiro, Rebecca Zash, Mariângela F. Silveira, Romina Buffarini, Patrick Kolsteren, Carl Lachat, Lieven Huybregts, Dominique Roberfroid, Lingxia Zeng, Zhonghai Zhu, Jianrong He, Xiu Qui, Seifu H. Gebreyesus, Kokeb Tesfamariam, Delayehu Bekele, Grace Chan, Estifanos Baye, Firehiwot Workneh, Kwaku P. Asante, Ellen Boanmah-Kaali, Seth Adu-Afarwuah, Kathryn G. Dewey, Stephaney Gyaase, Blair J. Wylie, Betty R. Kirkwood, Alexander Manu, Ravilla D. Thulasiraj, James Tielsch, Ranadip Chowdhury, Sunita Taneja, Giridhara R. Babu, Prafulla Shriyan, Per Ashorn, Kenneth Maleta, Ulla Ashorn, Charles Mangani, Sandra Acevedo-Gallegos, Maria J. Rodriguez-Sibaja, Subarna K. Khatry, Steven C. LeClerq, Luke C. Mullany, Fyezah Jehan, Muhammad Ilyas, Stephen J. Rogerson, Holger W. Unger, Rakesh Ghosh, Sabine Musange, Vundli Ramokolo, Wanga Zembe-Mkabile, Marzia Lazzerini, Rishard Mohamed, Dongqing Wang, Wafaie W. Fawzi, Daniel T. R. Minja, Christentze Schmiegelow, Honorati Masanja, Emily Smith, John P. A. Lusingu, Omari A. Msemo, Fathma M. Kabole, Salim N. Slim, Paniya Keentupthai, Aroonsri Mongkolchat, Richard Kajubi, Abel Kakuru, Peter Waiswa, Dilys Walker, Davidson H. Hamer, Katherine E. A. Semrau, Enesia B. Chaponda, R. Matthew Chico, Bowen Banda, Kebby Musokotwane, Albert Manasyan, Jake M. Pry, Bernard Chasekwa, Jean Humphrey,

- Abu Ahmed Shamim, Parul Christian, Hasmot Ali, Rolf D. W. Klemm, Alan B. Massie, Maithili Mitra, Sucheta Mehra, Kerry J. Schulze, Abu Amed Shamim, Alfred Sommer, Barkat Ullah, Keith P. West, Nazma Begum, Nabidul Haque Chowdhury, Shafiqul Islam, Dipak Kumar Mitra, Abdul Quaiyum, Modiegi Diseko, Joseph Makhema, Yue Cheng, Yixin Guo, Shanshan Yuan, Meselech Roro, Bilal Shikur, Frederick Goddard, Sebastien Haneuse, Bezawit Hunegnaw, Yemane Berhane, Alemayehu Worku, Seyram Kaali, Charles D. Arnold, Darby Jack, Seeba Amenga-Etego, Lisa Hurt, Caitlin Shannon, Seyi Soremekun, Nita Bhandari, Jose Martinez, Sarmila Mazumder, Yamuna Ana, Deepa R, Lotta Hallamaa, Juha Pyykkö, Mario I. Lumbreras-Marquez, Claudia E. Mendoza-Carrera, Atiya Hussain, Muhammad Karim, Farzana Kausar, Usma Mehmood, Naila Nadeem, Muhammad Imran Nisar, Muhammad Sajid, Ivo Mueller, Maria Ome-Kaius, Elizabeth Butrick, Felix Sayinzoga, Ilaria Mariani, Willy Urassa, Thor Theander, Phillippe Deloron, Birgitte Bruun Nielsen, Alfa Muhihi, Ramadhani Abdallah Noor, Ib Bygbjerg, Sofie Lykke Moeller, Fahad Aftab, Said M. Ali, Pratibha Dhingra, Usha Dhingra, Arup Dutta, Sunil Sazawal, Atifa Suleiman, Mohammed Mohammed, Saikat Deb, Moses R. Kamya, Miriam Nakalembe, Jude Mulwooz, Nicole Santos, Godfrey Biemba, Julie M. Herlihy, Reuben K. Mbewe, Fern Mweena, Kojo Yeboah-Antwi, Jane Bruce, Daniel Chandramohan, and Andrew Prendergast. 2023. "Small Babies, Big Risks: Global Estimates of Prevalence and Mortality for Vulnerable Newborns to Accelerate Change and Improve Counting." *The Lancet* 401(10389):1707–19. doi:10.1016/S0140-6736(23)00522-6.
- Lee, Hanna, Ji Hyeon Park, and Haeryun Cho. 2022. "Analysis of Research on Developmentally Supportive Care for Prematurity in Neonatal Intensive Care Unit: A Scoping Review." *Child Health Nursing Research* 28(1):9. doi:10.4094/CHNR.2022.28.1.9.
- MacHo, Patricia. 2017. "Individualized Developmental Care in the NICU." *Advances in Neonatal Care* 17(3):162–74. doi:10.1097/ANC.0000000000000374.
- McPherson, Christopher, Steven P. Miller, Mohamed El-Dib, An N. Massaro, and Terrie E. Inder. 2020. "The Influence of Pain, Agitation, and Their Management on the Immature Brain." *Pediatric Research* 88(2):168. doi:10.1038/S41390-019-0744-6.
- Moon, Rachel Y., Rebecca F. Carlin, Ivan Hand, Elizabeth Bundock, Lorena Kaplan, Sharyn Parks Brown, Marion Koso-Thomas, and Carrie K. Shapiro-Mendoza. 2022. "Sleep-Related Infant Deaths: Updated 2022 Recommendations for Reducing Infant Deaths in the Sleep Environment." *Pediatrics* 150(1). doi:10.1542/PEDS.2022-057990/188304.

- Morgan, Andrei S., Marina Mendonça, Nicole Thiele, and Anna L. David. 2022. "Management and Outcomes of Extreme Preterm Birth." *The BMJ* 376:e055924. doi:10.1136/BMJ-2021-055924.
- Motavaf, Mahsa, and Xianhua Piao. 2021. "Oligodendrocyte Development and Implication in Perinatal White Matter Injury." *Frontiers in Cellular Neuroscience* 15:764486. doi:10.3389/FNCEL.2021.764486.
- Muirhead, Renee, and Amanda Bates. 2023. "Does the Implementation of Multidisciplinary Developmental Care Rounds Increase the Utilization of Developmental Caregiving Interventions in the Neonatal Unit?" *The Journal of Perinatal & Neonatal Nursing* 37(2):153–63. doi:10.1097/JPN.0000000000000725.
- North, Krysten, Rachel Whelan, Lian V. Folger, Harriet Lawford, Ingrid Olson, Sophie Driker, Michelle B. Bass, Karen Edmond, and Anne C. C. Lee. 2022. "Family Involvement in the Routine Care of Hospitalized Preterm or Low Birth Weight Infants: A Systematic Review and Meta-Analysis." *Pediatrics* 150(Supplement 1). doi:10.1542/PEDS.2022-057092O/188641.
- Ohuma, Eric O., Ann Beth Moller, Ellen Bradley, Samuel Chakwera, Laith Hussain-Alkhateeb, Alexandra Lewin, Yemisrach B. Okwaraji, Wahyu Retno Mahanani, Emily White Johansson, Tina Lavin, Diana Estevez Fernandez, Giovanna Gatica Domínguez, Ayesha de Costa, Jenny A. Cresswell, Julia Krasevec, Joy E. Lawn, Hannah Blencowe, Jennifer Requejo, and Allisyn C. Moran. 2023. "National, Regional, and Global Estimates of Preterm Birth in 2020, with Trends from 2010: A Systematic Analysis." *The Lancet* 402(10409):1261–71. doi:10.1016/S0140-6736(23)00878-4.
- Olsson, Emma, Marcus G. Prescott, Kristine B. Titlestad, Michelle Fiander, Roger F. Soll, and Matteo Bruschetti. 2025. "Individualized Developmental Care Interventions for Promoting Development and Preventing Morbidity in Preterm Infants." *The Cochrane Database of Systematic Reviews* 1(1). doi:10.1002/14651858.CD016026.
- Osborne, Ashley D., Daphna Yasova Barbeau, Tiffany Gladdis, Kara Hansen, Tonia Branche, Emily R. Miller, Christine C. Pazandak, Margaret K. Hoge, Michelle Spencer, Diana Montoya-Williams, Ryan Barbeau, Heather Padratzik, and Stephen Lassen. 2024. "Understanding and Addressing Mental Health Challenges of Families Admitted to the Neonatal Intensive Care Unit." *Journal of Perinatology* 45(6):873. doi:10.1038/S41372-024-02187-9.
- Pillai Riddell, Rebecca R., Oana Bucsea, Ilana Shiff, Cheryl Chow, Hannah G. Gennis, Shaylea Badovinac, Miranda DiLorenzo-Klas, Nicole M. Racine, Sara Ahola Kohut, Diana Lisi, Kara Turcotte, Bonnie Stevens, and Lindsay S. Uman. 2023. "Non-pharmacological Management of Infant and Young Child

- Procedural Pain.” *The Cochrane Database of Systematic Reviews* 2023(6):CD006275. doi:10.1002/14651858.CD006275.PUB4.
- Pineda, Roberta, Polly Kellner, Rebecca Guth, Audrey Gronemeyer, and Joan Smith. 2023. “NICU Sensory Experiences Associated with Positive Outcomes: An Integrative Review of Evidence from 2015–2020.” *Journal of Perinatology* 43(7):837. doi:10.1038/S41372-023-01655-Y.
- Prescott, Marcus Glenton, Milena Geist, Emma Olsson, Michelle Fiander, Roger F. Soll, and Matteo Bruschetti. 2024. “Infant Positioning for Promoting Development and Preventing Morbidity in Preterm Infants.” *The Cochrane Database of Systematic Reviews* 2024(12):CD016029. doi:10.1002/14651858.CD016029.
- Randriamboarison, Doriane, Elisa Fustec, Isabelle Enderlé, Mathilde Yverneau, Karine Le Breton, Linda Lassel, Nadia Mazille-Orfanos, and Patrick Pladys. 2024. “Qualitative Analysis of Mothers’ Perception Related to the Delivery of Information Regarding Preterm Births.” *BMC Pregnancy and Childbirth* 24(1):272. doi:10.1186/S12884-024-06404-3.
- Samsudin, Sharmiza, Ping Lei Chui, Azanna Binti Ahmad Kamar, and Khatijah Lim Abdullah. 2023. “Maternal Kangaroo Care Education Program in the Neonatal Intensive Care Unit Improved Mothers’ Perceptions, Knowledge, Perceived Barriers and Stress Relates to Premature Infant.” *Nursing Open* 10(1):349–57. doi:10.1002/NOP2.1311.
- Séassau, Alexia, Pascale Munos, Catherine Gire, Barthélémy Tosello, and Isabelle Carchon. 2023. “Neonatal Care Unit Interventions on Preterm Development.” *Children* 10(6):999. doi:10.3390/CHILDREN10060999.
- Shetty, Asha P., Kurvatteppa Halemani, Alwin Issac, Latha Thimmappa, Sanjay Dhiraaj, K. Radha, Prabhaker Mishra, and Vijai Datta Upadhyaya. 2023. “Prevalence of Anxiety, Depression, and Stress among Parents of Neonates Admitted to Neonatal Intensive Care Unit: A Systematic Review and Meta-Analysis.” *Clinical and Experimental Pediatrics* 67(2):104. doi:10.3345/CEP.2023.00486.
- Sibrecht, Greta, Katarzyna Wróblewska-Seniuk, and Matteo Bruschetti. 2024. “Noise or Sound Management in the Neonatal Intensive Care Unit for Preterm or Very Low Birth Weight Infants.” *The Cochrane Database of Systematic Reviews* 2024(5):CD010333. doi:10.1002/14651858.CD010333.PUB4.
- Silveira, Rita C., Nadia C. Valentini, T. Michael O’Shea, Eliane W. Mendes, Graciela Froes, Lenir Cauduro, Carolina Panceri, Rubia N. Fuentefria, and Renato S. Procianny. 2024. “Parent-Guided Developmental

- Intervention for Infants With Very Low Birth Weight: A Randomized Clinical Trial.” *JAMA Network Open* 7(7):e2421896–e2421896. doi:10.1001/JAMANETWORKOPEN.2024.21896.
- Sivanandan, Sindhu, and Mari Jeeva Sankar. 2023. “Kangaroo Mother Care for Preterm or Low Birth Weight Infants: A Systematic Review and Meta-Analysis.” *BMJ Global Health* 8(6). doi:10.1136/BMJGH-2022-010728.
- Soleimani, Farin, Aida Ravarian, Sara Monem Moharrer, Fatemeh Hassanati, Jila Mirlashari, Zahra Nobakht, and Malihe Khoramdad. 2026. “Effects of Developmental Care in Neonatal Intensive Care Units on Preterm Infant Outcomes: An Umbrella Review.” *BMC Pediatrics* 2026. doi:10.1186/S12887-026-07503-0.
- Song, In Gyu. 2022. “Neurodevelopmental Outcomes of Preterm Infants.” *Clinical and Experimental Pediatrics* 66(7):281–87. doi:10.3345/CEP.2022.00822.
- Sutton, Rana, and Gillian Lemermeyer. 2024. “Nonpharmacological Interventions to Mitigate Procedural Pain in the NICU: An Integrative Review.” *Advances in Neonatal Care: Official Journal of the National Association of Neonatal Nurses* 24(4):364–73. doi:10.1097/ANC.0000000000001164.
- Sweet, David G., Virgilio P. Carnielli, Gorm Greisen, Mikko Hallman, Katrin Klebermass-Schrehof, Eren Ozek, Arjan Te Pas, Richard Plavka, Charles C. Roehr, Ola D. Saugstad, Umberto Simeoni, Christian P. Speer, Maximo Vento, Gerry H. A. Visser, and Henry L. Halliday. 2023. “European Consensus Guidelines on the Management of Respiratory Distress Syndrome: 2022 Update.” *Neonatology* 120(1):3. doi:10.1159/000528914.
- Taymourtash, Athena, Ernst Schwartz, Karl Heinz Nenning, Daniel Sobotka, Roxane Licandro, Sarah Glatter, Mariana Cardoso Diogo, Polina Golland, Ellen Grant, Daniela Prayer, Gregor Kasprian, and Georg Langs. 2022. “Fetal Development of Functional Thalamocortical and Cortico–Cortical Connectivity.” *Cerebral Cortex (New York, NY)* 33(9):5613. doi:10.1093/CERCOR/BHAC446.
- Tiryaki, Öznur, Nursan Çınar, and İbrahim Caner. 2024. “The Effect of Family Integrated Care on Preparing Parents with Premature Infants Hospitalized in the Neonatal Intensive Care Unit for Discharge.” *Journal of Perinatology* 2024 44:7 44(7):1014–21. doi:10.1038/s41372-024-01931-5.
- Toivonen, Mirka, Liisa Lehtonen, Eliisa Löyttyniemi, Sari Ahlqvist-Björkroth, and Anna Axelin. 2020. “Close Collaboration with Parents Intervention Improves Family-Centered Care in Different Neonatal Unit Contexts: A Pre–Post Study.” *Pediatric Research* 88(3):421. doi:10.1038/S41390-020-0934-2.

- Velasco Arias, Jina M., Aida M. Peres, Francisco M. Escandell Rico, M. Carmen Solano-Ruiz, Vicente F. Gil-Guillen, and Ana Noreña-Peña. 2025. "Developmental-Centered Care in Preterm Newborns: Scoping Review." *Children* 2025, Vol. 12, Page 783 12(6):783. doi:10.3390/CHILDREN12060783.
- Vittner, Dorothy, Samantha Butler, gretchen Lawhon, and Deborah Buehler. 2025. "The Newborn Individualised Developmental Care and Assessment Program: A Model of Care for Infants and Families in Hospital Settings." *Acta Paediatrica (Oslo, Norway : 1992)* 114(4):743–51. doi:10.1111/APA.17300.
- Weng, Yuwei, Jie Zhang, and Zhifang Chen. 2024. "Effect of Non-Pharmacological Interventions on Pain in Preterm Infants in the Neonatal Intensive Care Unit: A Network Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials." *BMC Pediatrics* 24(1):9. doi:10.1186/S12887-023-04488-Y.
- Whitehead, Lara, Jason Talevski, Farhad Fatehi, and Alison Beauchamp. 2023. "Barriers to and Facilitators of Digital Health Among Culturally and Linguistically Diverse Populations: Qualitative Systematic Review." *J Med Internet Res* 2023;25:E42719 <https://www.jmir.org/2023/1/E42719> 25(1):e42719. doi:10.2196/42719.
- WHO recommendations for care of the preterm or low-birth-weight infant. 2022. *WHO Recommendations for Care of the Preterm or Low-Birth-Weight Infant*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK586704/>.
- Yang, Liu, Hua Fu, and Lingping Zhang. 2023. "A Systematic Review of Improved Positions and Supporting Devices for Premature Infants in the NICU." *Heliyon* 9(3). doi:10.1016/J.HELİYON.2023.E14388.
- Zhang, Wei, Rujia Zhao, Le Zhang, Fang Xie, Ping Xu, Pingping Guo, Minna Mao, and Suwen Feng. 2024. "Theory-Based Interventions Aimed at Promoting Physical Activity in Pregnant Women: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials." *International Journal of Nursing Studies* 154:104761. doi:10.1016/J.IJNURSTU.2024.104761.
- Zhou, Yi, Hongjun Song, and Guo li Ming. 2023. "Genetics of Human Brain Development." *Nature Reviews. Genetics* 25(1):26. doi:10.1038/S41576-023-00626-5.
- Zivaljevic, Jelica, Miljana Z. Jovandaric, Sandra Babic, and Misela Raus. 2024. "Complications of Preterm Birth—The Importance of Care for the Outcome: A Narrative Review." *Medicina* 60(6):1014. doi:10.3390/MEDICINA60061014.

DENTAL YAŞ TAHMİNİNDE GELENEKSEL YÖNTEMLER VE YAPAY ZEKÂ: DERLEME

Arş. Gör. Mert Can KITOĞLU¹

¹Gaziantep Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı, Gaziantep, Türkiye, m.kitoglu@gmail.com, ORCID: 0009-0006-8383-9179

Özet

Amaç: Dental yaş tahmini, adli diş hekimliğinde kimliklendirme ve hukuki süreçlerde temel bir araçtır. Bu derlemenin amacı, geleneksel dental yaş tahmini yöntemleri ile yapay zekâ (YZ) tabanlı yaklaşımların doğruluk ve nesnellik açısından karşılaştırılmasıdır. **Yöntem:** PubMed ve Scopus veri tabanlarında yer alan, 2015–2025 yılları arasında yayımlanmış ve panoramik radyografi ya da konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) üzerinde dental yaş tahmini yapan 16 çalışma incelenmiş; yöntemlerin doğruluğu ortalama mutlak hata (OMH) üzerinden karşılaştırılmıştır. **Bulgular:** Çalışmaların 3’ü yalnızca geleneksel yöntemleri, 6’sı makine öğrenmesi (MÖ), 6’sı derin öğrenme (DÖ), 1’i büyük dil modellerini değerlendirmiştir. Çalışmalar retrospektif radyografik veri setlerine dayanmakta olup çoğunlukla çocuk ve adolesanlarda yürütülmüştür. Geleneksel yöntemlerde OMH Cameriere için 0,73–0,85 yıl, Demirjian için 1,11–1,34 yıl olarak bildirilmiş; erişkinlerde Kvaal yönteminde 5,68 yıla ulaşmıştır. MÖ desteği hatayı Demirjian yönteminde 1,34’ten 0,75 yıla, Cameriere yönteminde 0,85’ten 0,47–0,49 yıla, Kvaal yönteminde 5,68’den 4,65 yıla düşürmüştür. DÖ modellerinde OMH yaklaşık 5 ay ile 1,28 yıl arasında değişmiş; üçüncü molar gelişimine dayalı yaş grubu sınıflandırmasında doğruluk %90’ın üzerine çıkmıştır. Buna karşın büyük dil modelleri, manuel Demirjian yönteminden (1,21 yıl) daha yüksek hata (1,57–2,80 yıl) göstermiştir. **Sonuç:** Görüntü tabanlı YZ yöntemleri, geleneksel yöntemlere göre daha düşük hata ve daha az gözlemci bağımlılığı sağlamaktadır. Ancak çalışmalar arası yöntemsel farklılıklar, dış doğrulama eksikliği ve sınırlı popülasyon çeşitliliği nedeniyle bu yöntemlerin adli uygulamada rutin kullanımından önce çok merkezli ve prospektif çalışmalarla doğrulanması gerekmektedir.

Anahtar kelimeler: Dental yaş tahmini, adli diş hekimliği, yapay zekâ, makine öğrenmesi, derin öğrenme

TRADITIONAL METHODS AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN DENTAL AGE ESTIMATION: A REVIEW

Abstract

Objective: Dental age estimation is a fundamental tool for human identification and legal procedures in forensic odontology. This review aimed to compare traditional dental age estimation methods with artificial intelligence (AI)-based approaches in terms of accuracy and objectivity. **Methods:** Sixteen studies indexed in PubMed and Scopus, published between 2015 and 2025 and estimating dental age on panoramic radiographs or cone-beam computed tomography (CBCT), were reviewed, and the accuracy of the methods was compared using the mean absolute error (MAE). **Results:** Three studies assessed traditional methods only, six machine learning (ML), six deep learning (DL) and one large language models. The studies were based on retrospective radiographic datasets and mostly involved children and adolescents. For traditional methods, MAE was reported as 0.73–0.85 years for Cameriere and 1.11–1.34 years for Demirjian, reaching 5.68 years for the Kvaal method in adults. ML reduced the error from 1.34 to 0.75 years for the Demirjian method, from 0.85 to 0.47–0.49 years for the Cameriere method and from 5.68 to 4.65 years for the Kvaal method. DL models showed MAE values from about 5 months to 1.28 years, and accuracy exceeded 90% in age-group classification based on third molar development. In contrast, large language models showed higher errors (1.57–2.80 years) than the manual Demirjian method (1.21 years). **Conclusion:** Image-based AI methods provide lower error and less observer dependence than traditional methods. However, given methodological differences between studies, lack of external validation and limited population diversity, these methods require validation in multicentre prospective studies before routine forensic use.

Keywords: Dental age estimation, forensic odontology, artificial intelligence, machine learning, deep learning

CLINICAL AND RADIOLOGICAL ASSESSMENT IN DENTISTRY

Kıvanç KAMBUROĞLU, DDS, MSc, PhD, Professor,

Ankara University, Faculty of Dentistry, Department of Dentomaxillofacial Radiology, Ankara, Turkey.

dtkivo@yahoo.com; kivanckamburoglu@gmail.com

ORCID iD: 000-0002-4134-5756;

Abstract

In dentistry, reaching an accurate diagnosis and building an effective treatment plan rely on two complementary pillars: clinical examination and radiological imaging. The clinical evaluation begins with anamnesis, or patient history, followed by hands-on examination. During history taking, the clinician gathers details about the patient's general health, previous illnesses, allergies, and how the current complaint first appeared. The extraoral examination then looks at the head, neck, facial symmetry, and the temporomandibular (jaw) joint from the outside. Inside the mouth, the teeth, gums, soft tissues, and mucosa are checked both visually and by touch, using a mouth mirror and a probe. To find out whether a tooth is still alive, the dentist carries out vitality tests using cold stimuli or an electric pulp tester. Radiological imaging is then interpreted alongside these clinical findings, with the two sets of information weighed together. The main techniques are periapical, bitewing, panoramic, and Cone-Beam Computed Tomography (CBCT) imaging. A periapical radiograph offers a close, detailed view of a single tooth's root tip and the bone around it. A bitewing radiograph is especially useful for spotting cavities between teeth and other defects the eye cannot see, as well as for checking how well filling margins fit. A panoramic radiograph serves as a broad screening image, capturing both jaws, every tooth, and the surrounding anatomy on one film. Finally, CBCT delivers three-dimensional imaging, making it possible to plan implants, surgery for impacted wisdom teeth, and complex root canal treatments in fine detail. The whole collected data should be assessed carefully by the clinician in an attempt to critically analyze and make a definite diagnosis in order to render correct treatment.

Keywords: Anamnesis; Radiology; Clinical Examination; Assessment

DİŞ HEKİMLİĞİNDE KLİNİK VE RADYOLOJİK DEĞERLENDİRME

Özet

Diş hekimliğinde doğru bir teşhise ulaşmak ve etkili bir tedavi planı oluşturmak, birbirini tamamlayan iki temel unsura dayanır: klinik muayene ve radyolojik görüntüleme. Klinik değerlendirme, anamnez (hasta öyküsü) alınmasıyla başlar ve bunu fiziksel muayene takip eder. Öykü alma aşamasında hekim; hastanın genel sağlık durumu, geçirdiği hastalıklar, alerjileri ve mevcut şikâyetin nasıl başladığına dair ayrıntılı bilgiler edinir. Ardından gerçekleştirilen ağız dışı muayenede baş, boyun, yüz simetrisi ve temporomandibular (çene) eklem dışarıdan incelenir. Ağız içi muayenede ise dişler, diş etleri, yumuşak dokular ve mukoza; ağız aynası ve sond kullanılarak hem görsel hem de dokunsal yöntemlerle kontrol edilir. Bir dişin canlılığını koruyup korumadığını belirlemek amacıyla hekim, soğuk uyaranlar veya elektrikli pulpa test cihazı kullanarak vitalite testleri uygular. Daha sonra, elde edilen bu klinik bulgularla radyolojik görüntüler birlikte değerlendirilir ve her iki bilgi seti bir arada analiz edilir. Başlıca görüntüleme teknikleri; periapikal, bitewing, panoramik ve Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (CBCT) yöntemleridir. Periapikal radyografi, tek bir dişin kök ucunun ve çevresindeki kemik dokusunun yakından ve ayrıntılı bir görüntüsünü sunar. Bitewing radyografi; özellikle dişler arasındaki çürüklerin ve çıplak gözle görülemeyen diğer kusurların tespit edilmesinde, ayrıca dolgu kenarlarının uyumunun kontrol edilmesinde oldukça yararlıdır. Panoramik radyografi, her iki çeneyi, tüm dişleri ve çevre anatomik yapıları tek bir film üzerinde gösteren geniş kapsamlı bir tarama görüntüsü sağlar. Son olarak CBCT, üç boyutlu görüntüleme imkânı sunarak implant planlaması, gömülü yirmi yaş dişi cerrahisi ve karmaşık kanal tedavilerinin büyük bir hassasiyetle planlanmasına olanak tanır. Doğru tedavinin uygulanabilmesi amacıyla, elde edilen tüm veriler hekim tarafından dikkatle incelenmeli, eleştirel bir bakış açısıyla analiz edilmeli ve kesin bir teşhis konulmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Anamnez; Radyoloji; Klinik Muayene; Değerlendirme

Introduction

The integration of clinical evaluation and radiological imaging constitutes an important framework in order to obtain accurate diagnoses and conduct effective, long-term treatment strategies. A clinical examination must be performed prior to establishing the correct indication for radiography. Radiography should be requested only when it directly benefits the patient in terms of diagnosis and treatment. Careful examination under appropriate image evaluation conditions and sound knowledge of pathology are all crucial for correct diagnosis. Clinicians should be able to recognize anatomical structures, superimpositions, and ghost images. Producing optimal diagnostic images is extremely important before image viewing under standard conditions.

Diagnostic Imaging

Today, the main radiological techniques are periapical, bitewing, panoramic, and Cone-Beam Computed Tomography (CBCT) imaging. A periapical radiograph offers a close, detailed view of a single tooth's root tip and the bone around it. A bitewing radiograph is especially useful for spotting cavities between teeth and other defects the eye cannot see, as well as for checking how well filling margins fit. A panoramic radiograph serves as a broad screening image, capturing both jaws, every tooth, and the surrounding anatomy on one film.

As a general accepted rule, the requested image must be obtained using the lowest possible radiation dose without compromising image quality. Panoramic radiographs provide an image of a wider area with less detail than intraoral radiographs; they are not recommended for the examination of caries, root anomalies, or periapical lesions. One must be aware of the potential image magnification and artifacts inherent in panoramic imaging. Magnification varies across different regions. Elongated images (root canal and tooth length) are possible. The mental foramen appears closer to the inferior border of the mandible than it actually is. Impacted teeth may appear to have less bone coverage than they actually do. During panoramic imaging procedure, patient preparation and correct patient positioning for obtaining diagnostically suitable images are all important factors. Panoramic can be utilized to assess all visible and developing teeth in the mouth, dental anomalies, large traumatic and pathological lesions in the bone, edentulous patients and pediatric patients undergoing assessment of growth and development.

In panoramic radiography, a clear image is obtained of an object located within this layer, whereas magnification, distortion, and blurring occur in areas situated in front of or behind this layer. General evaluations where fine detail is not critical are achieved particularly given the lower radiation dose compared to full-mouth periapical radiographs. **(Figure 1)** shows an impacted tooth embedded in the right mandibular molar ramus region not visible in periapical images and during clinical examination.



Figure 1: Impacted tooth embedded in the right mandibular molar ramus region not visible in periapical images and during clinical examination.

Figure 2 shows detailed periapical region of teeth under a bridge in the left mandibular premolar molar region (right periapical image) which is not visible in the panoramic image (left).

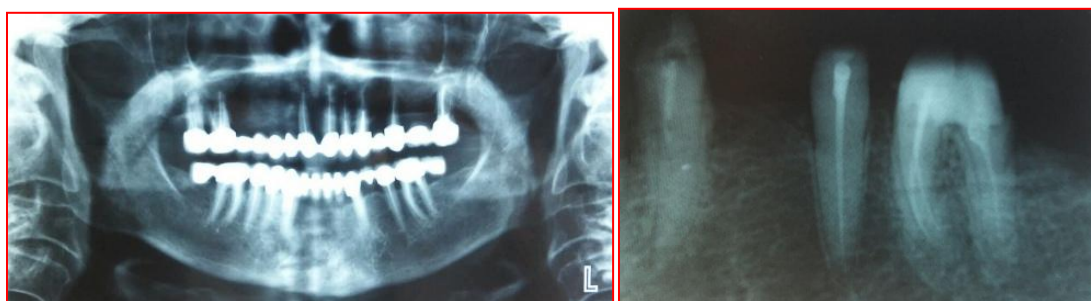


Figure 2: Periapical region of teeth under a bridge in the left mandibular premolar molar region (right periapical image showing missing root canal treatment and periapical radiolucency) which is not visible in the panoramic image (left).

Apart from accepted conventional two-dimensional X-ray imaging techniques used in dentistry more comprehensive review can be performed by Cone-Beam Computed Tomography (CBCT), Computed Tomography,

Magnetic

Resonance,

Ultrasonography

and Scintigraphy. Specifically, CBCT delivers three-dimensional imaging, making it possible to plan implants, surgery for impacted wisdom teeth, and complex root canal treatments in fine detail. **Figure 3** shows CBCT images showing coronal, cross-sectional, axial and 3d bone model of different patients with radiolucent lesions.

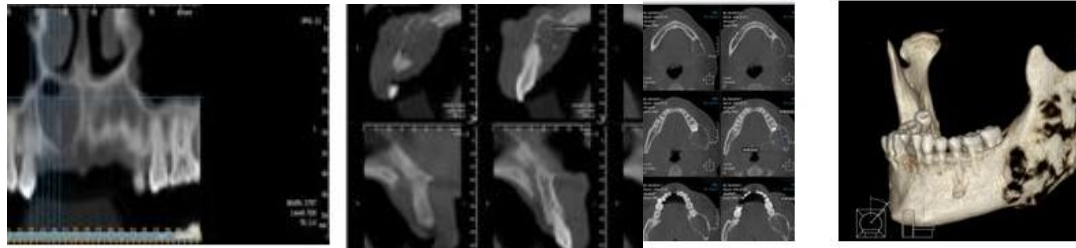


Figure 3: CBCT images showing coronal, cross-sectional, axial and 3d bone model of different patients with radiolucent lesions.

Evaluation Criteria

Image quality should be examined prior to analysis. Density and contrast are evaluated; for example, osteoporosis cannot be assessed in an overexposed image. Detail is lost due to underexposure. Higher quality radiography is taken before proceeding with analysis when there is inadequate image quality. Factors influencing contrast are as follows: Tissue, Signal, Beam Energy; Receptor and Image Processing. Ambient light should be reduced and the illuminator light must be of uniform intensity across the entire viewing area. If the illuminator surface is very large, the radiograph should be masked. Sufficient illuminator light for dark areas is needed. Magnifying glass for viewing details in small areas may be necessary. For digital images, both room lighting and the monitor are important.

Diagnostic Assessment

Image superimposition is a technique in which mental image or image from a book is considered. It has several limitations such as, observer experience and memory. It is limited to author's knowledge and experience, and the number of images in the book. Book images generally provide the pathological images that are closest to the general appearance and therefore exceptional cases cannot be differentiated. Another technique is critical analysis by stages. With this method, all information in the image is recognized and collected. A more accurate interpretation is possible. Localization and boundaries of the lesion, anatomical position (Origin), Localized/Generalized, Unilateral/Bilateral, Unifocal/Multifocal and Bone structure of the entire maxillofacial region are assessed step by step. Central giant cell granuloma (Younger patients-Anterior to-mandibular 1st molar-Anterior to maxillary premolars), Osteomyelitis (Usually mandible), Ameloblastoma (Mandibular molar and ramus),

Periapical cemental dysplasia (Anterior mandible periapical region). The number of multifocal lesions is not very high: Periapical cemental dysplasia, Keratocystic odontogenic tumor, Metastatic lesions, Multiple myeloma, Leukemic infiltrations. Lesion size is an important factor in potential treatment planning and a highly

effective criterion for understanding how the lesion changes over time. It can aid in differential diagnosis; for instance, a dentigerous cyst is generally larger than a hyperplastic follicle. If the lesion margin can be easily traced with a virtual pen it is called well-defined lesion whereas it is not possible to determine the boundary of poorly defined lesions. Punched-out lesion: Sharply defined with no bone reaction at the margin (multiple myeloma). Cortical margin: A thin, uniform, radiopaque reactive bone line at the periphery of the lesion (often cysts). Sclerotic margin: Broad radiopaque reactive bone of non-uniform width (periapical cemental dysplasia). Capsule: Soft tissue capsule appearing as a radiolucent line (odontoma, cementoblastoma). There is a gradual transition between normal and abnormal trabecular bone (sclerosing osteitis and fibrous dysplasia). An invasive margin is often associated with rapid progression (as seen in malignant lesions). Bone destruction (accompanied by the loss or reduction of trabeculation). The concepts of radiopacity and radiolucency are relative. The gray squares in the center have the same density. Summation Rule: On the Water's view, a homogeneous radiopaque mass is observed in the left maxillary sinus, whereas on the modified occlusal projection, it appears as a lesion with mixed radiolucent/radiopaque characteristics and lower mass density. The third dimension generally cannot be assessed in 2D images (they cannot provide detailed information regarding buccolingual width). Size is a relative concept in 2d. Images acquired using different techniques, depending on the resolution, have different appearances.

Continuity of the lamina dura is evaluated on radiographs prepared under appropriate conditions. Continuity is disrupted in pathological conditions. It may reform following successful treatment of the underlying disease (e.g., hyperparathyroidism). Nature of the apical image: If radiolucent, anatomical structures in the area are considered. The parallax technique is employed for this purpose. If the image does not shift away from the apex in additional radiographs taken using this technique, the finding is pathological. Sensitivity testing is a valuable diagnostic aid. If the tooth is vital, the radiographic appearance at the apex is generally not pathological. However, a lack of response to a vitality test does not necessarily mean the tooth is non-vital; trauma can cause vascular stasis and temporary nerve paralysis. Following trauma, the tooth may fail to respond to vitality testing for one or two weeks, but it may begin to recover after this period and eventually show a positive response.

Patient history, clinical examination, and the presence or absence of tooth discoloration are important factors. These appearances are relative, depending on the radiographic technique employed and the thickness and density of the surrounding tissues. Most lesions are initially radiolucent; some subsequently become mixed, while others become radiopaque. The actual radiographic appearance of a lesion may vary according to the stage of its pathogenesis. Fundamentally, a radiolucent lesion indicates the lysis of normal bone. If the lesion is

located apically and associated with a widened radiolucent periodontal ligament space, it is most often of dental origin, arising following irritation of the affected tooth's pulp. The lesions may affect the surrounding tissues by causing displacement or resorption, or they may have no effect at all.

Conclusion

Clinical assessment constitutes a systematic and comprehensive evaluation of the patient's presenting complaint, dental and medical history, and systemic health status, thereby providing the clinical framework necessary for the interpretation of relevant signs and symptoms. Findings obtained through clinical examination, including tooth mobility, gingival and periodontal soft-tissue inflammation, and occlusal discrepancies, provide essential information regarding the patient's current clinical condition. However, clinical examination is inherently limited in its ability to assess anatomical structures and pathological changes that are not directly accessible to visual or tactile inspection. Radiological imaging therefore serves as an essential adjunct to clinical assessment by providing objective visualization of underlying hard and soft tissue structures, enabling the detection and characterization of pathological or anatomical alterations that may remain clinically occult.

References

- 1- Ernest Lam, Sanjay Mallya. White and Pharoah's Oral Radiology. Principles and Interpretation. 9th Edition - November 20, 2024; Mosby.
- 2- White SC, Pharoah MJ. Oral Radiology Principles and Interpretation, 7th Edition, Elsevier, 2014.
- 3- Shafer W.G, M.K. Hine, B.M. Levy A textbook of oral pathology (4th ed.), Reed Elsevier India Private Ltd, India. 2006.
- 4- Neville B, Damm D, Chi A, Allen C. Oral and maxillofacial pathology 4th edition. St Louis, MO, Westline Industrial Dr: Elsevier Health Sciences 2015.
- 5- Lisa J. Koenig, Dania Tamimi, Susanne E. Perschbacher, Husniye Demirturk. Diagnostic Imaging: Oral and Maxillofacial. Elsevier, Nov 6, 2023.
- 6- Maksillofasiyal Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi, Kamburoğlu Kıvanç, Editör, Palme Yayın Dağıtım, 2024, Ankara.
- 7- Benavides E, Krecioch JR, Allareddy T, Buchanan A, Keels MA, et al. American Dental Association and American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology patient selection for dental radiography and cone-beam computed tomography: Clinical recommendations. J Am Dent Assoc. 2026 Jan;157(1):20-35.e5.
- 8- Allen, CM. Digital Radiographic Exposure: Principles & Practice. University of Missouri-Columbia (2022).
- 9- Dance DR, Christofides S, Maidment ADA, Mc. Lean ID, Ng KH. Diagnostic Radiology Physics: A Handbook for Teachers and Students. International Atomic Energy Agency (IAEA) Publication (2014).
- 10- Rosen E, Nemcovsky CE, Tsesis I, (2026). Evidence-Based Decision Making in Dentistry: Multidisciplinary Management of the Natural Dentition. (2. Baskı, Bölüm 7). Springer. ISBN: 978-3-032-03561-5.
- 11- Iannucci JM, Howerton LJ, (2021). Dental Radiography. Elsevier Health Sciences.

TÜRK POPÜLASYONUNDA NAZAL SEPTUM DEVIASYONUNUN ÖSTAKİ TÜPÜ MORFOLOJİSİ VE MASTOİD PNÖMATİZASYON İLE İLİŞKİSİNİN KONİK IŞINLI BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ GÖRÜNTÜLERİNDE RETROSPEKTİF OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Öğr. Üyesi, Melda Pelin AKKİTAP¹

¹Biruni Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı,

makkitap@biruni.edu.tr, 0000-0001-7744-6615

Özet

Bu çalışmada, nazal septum deviasyonunun (NSD) östaki tüpü (ÖT) morfolojisi ve mastoid pnömatizasyon (MP) ile ilişkisinin konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KİBT) kullanılarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Retrospektif olarak incelenen 1.576 KİBT görüntüsünden dahil edilme kriterlerini karşılayan 114 görüntü çalışmaya dahil edilmiştir. NSD açısı, yönü ve derecesi ile tubotimpanik açı (TTA), pretimpanik mesafe (PTM) ve MP arasındaki ilişki değerlendirilmiştir. Bulgular, NSD parametreleri ile TTA, PTM ve MP arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmadığını göstermiştir ($p>0,05$). Bununla birlikte, deviasyon tarafı ile karşı taraf arasında TTA ($r=0.375$, $p<0.001$), PTM ($r=0.267$, $p=0.004$) ve MP ($r=0.759$, $p<0.001$) açısından anlamlı pozitif korelasyonlar saptanmış, en güçlü korelasyon MP'de gözlenmiştir. Ayrıca sağ yönlü NSD olgularında karşı taraf PTM değerinin sol yönlü olgulara göre anlamlı derecede yüksek olduğu belirlenmiştir (3.38 ± 0.92 mm vs. 2.95 ± 0.93 mm, $p=0.037$). Sonuç olarak, NSD'nin tek başına orta kulak ventilasyonunu öngörmede güvenilir bir radyolojik gösterge olmadığı ve ÖT morfolojisi ile MP'nin NSD'den çok gelişimsel ve biyolojik faktörlerden etkilenebileceği düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi, Östaki Tüpü, Mastoid Pnömatizasyon, Nazal Septum, Temporal Kemik.

RETROSPECTIVE EVALUATION OF THE ASSOCIATION BETWEEN NASAL SEPTAL DEVIATION AND EUSTACHIAN TUBE MORPHOLOGY AND MASTOID PNEUMATIZATION ON CONE-BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY IMAGES IN A TURKISH POPULATION

Asst. Prof., Melda Pelin AKKİTAP¹

¹Biruni University, Faculty of Dentistry, Department of Dentomaxillofacial Radiology,

makkitap@biruni.edu.tr, 0000-0001-7744-6615

Abstract

The potential influence of nasal septal deviation (NSD) on middle ear ventilation has been suggested; however, its association with Eustachian tube (ET) morphology and mastoid pneumatization (MP) remains unclear. This study aimed to investigate whether NSD is associated with radiological ET morphological parameters, including the tubotympanic angle (TTA) and pretympenic distance (PTD), as well as MP, using cone-beam computed tomography (CBCT). A total of 114 CBCT scans meeting the inclusion criteria were retrospectively selected from 1,576 archived images. NSD angle, direction, and grade were assessed on coronal sections, whereas TTA and PTD were measured on axial sections. MP was classified as well-pneumatized, diploic, or sclerotic. No significant associations were identified between NSD angle, grade, or direction and TTA, PTD, or MP (all $p > 0.05$). Significant positive bilateral correlations were observed between the deviated and contralateral sides for TTA ($r = 0.375$, $p < 0.001$), PTD ($r = 0.267$, $p = 0.004$), and MP ($r = 0.759$, $p < 0.001$), with the strongest correlation observed for MP. In addition, the contralateral PTD was significantly greater in patients with right-sided NSD than in those with left-sided NSD (3.38 ± 0.92 mm vs. 2.95 ± 0.93 mm, $p = 0.037$). NSD alone does not appear to be a reliable radiological surrogate marker of middle ear ventilation. The lack of significant associations with ET morphology and MP suggests that these anatomical characteristics may be influenced predominantly by developmental and biological factors rather than NSD.

Keywords: Cone-Beam Computed Tomography, Eustachian Tube, Mastoid Pneumatization, Nasal Septum, Temporal Bone

PERİODONTOLOJİ DE LOKAL ANTİMİKROBİYAL YAKLAŞIMLAR

Doç.Dr. Aysun AKPINAR ¹

¹ Bursa Uludağ Üniversitesi Diş Hek. Fakültesi , Periodontoloji,

aysunakpinar@uludag.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-6740-3598>

Özet

Periodontoloji de mekanik tedaviye (skaling ve kök düzleştirmesi- SRP) ek olarak uygulanan lokal antimikrobiyal yaklaşımları detaylıca ele almaktadır. Lokal ilaç uygulaması, antimikrobiyal ajanın doğrudan periodontal cebe yerleştirilmesi esasına dayanır. Diş eti oluşu sıvısının (GCF) hızlı akış hızı ilaçların cepten yıkanmasını hızlandırdığı için tedavide biyobozunur ve 7-14 gün kontrollü salım yapan taşıyıcı sistemler tercih edilir. Bu yöntem, sistemik yan etki riskini azaltırken hedef bölgede Minimum İnhibitör Konsantrasyonun (MIC) 100-1000 katı üzerinde yüksek ilaç düzeyine ulaşılmasını sağlar. Özellikle ≥ 5 mm derin ceplerde, furkasyon tutulumlarında, tekrarlayan vakalarda ve cerrahi uygulanamayan durumlarda hasta uyumundan bağımsız bir başarı sunar.

Sunumda öne çıkan temel lokal ajanlar ve formülasyonları şunlardır:

- **Klorheksidin (CHX):** PerioChip® (%34 CHX glukonat) 7-10 gün boyunca salım sağlayan biyobozunur bir jelatin çiptir. CHX jeller kısa süreli etki gösterirken, vernikler daha uzun süreli koruma sağlar.
- **Tetrasiklin Türevleri:** Actisite® (%25 tetrasiklin fiber) 10 gün, Arestin® (%1 minosiklin mikroküreler) ise 14 gün boyunca biyobozunur yapısıyla salım yaparak geniş spektrumlu antimikrobiyal etki gösterir.
- **Metronidazol:** Elyzol® (%25 jel) vücut ısısında katılaşarak *P. gingivalis* gibi periodontal patojen anaerobik mikroorganizmalara karşı selektif etki sunar.
- **Doksisiklin:** Atridox® (%10 doksisiklin) polimerik jel yapısıyla cep sıvısıyla temas ettiğinde katılaşır, 7 günden uzun süre salım yapar ve MMP enzimi inhibisyonu ile kollajen yıkımını azaltır.
- **Fotodinamik Tedavi (aPDT) ve Yeni Sistemler:** Fotosensitizer maddelerin lazer ile aktivasyonu sonucu oluşan reaktif oksijen türleri (ROS) sayesinde bakteriler zar düzeyinde yıkılarak öldürülür ve direnç gelişme riski önlenir.

Sonuç olarak, lokal antimikrobiyaller mekanik tedavinin yerini almaz; tedavinin etkinliğini artıran tamamlayıcı bir yaklaşımdır. Sistemik antibiyotik kullanımına göre direnç riski ve yan etkileri minimum seviyededir.

Anahtar kelimeler: Periodontoloji, Lokal Antimikrobiyaller, Kontrollü Salım Sistemleri

LOCAL ANTIMICROBIAL APPROACHES IN PERIODONTOLOGY

Assoc. Prof. Aysun AKPINAR, PhD ¹

¹ Bursa Uludağ University, Faculty of Dentistry, Department of Periodontology

aysunakpinar@uludag.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-6740-3598>

Abstract

This presentation examines local antimicrobial approaches used as an adjunct to mechanical therapy (scaling and root planing–SRP) in periodontology. Local drug delivery is based on the placement of an antimicrobial agent directly into the periodontal pocket. Because the rapid flow rate of gingival crevicular fluid (GCF) tends to wash out medications from the pocket, biodegradable delivery systems that provide controlled release over 7–14 days are preferred. This method minimizes the risk of systemic side effects while achieving drug concentrations at the target site that are 100–1,000 times higher than the Minimum Inhibitory Concentration (MIC). It offers a successful outcome independent of patient compliance particularly in deep pockets (≥ 5 mm), furcation involvements, recurrent cases, and situations where surgical intervention is not feasible.

Key local agents and their formulations highlighted in the presentation include:

- Chlorhexidine (CHX): PerioChip® (34% CHX gluconate) is a biodegradable gelatin chip that provides sustained release over 7–10 days. While CHX gels offer a short-term effect, CHX varnishes provide longer-lasting protection.
- Tetracycline Derivatives: Actisite® (25% tetracycline fiber) and Arestin® (1% minocycline microspheres) provide a broad-spectrum antimicrobial effect through a biodegradable structure that releases the active agent over 10 and 14 days, respectively.
- Metronidazole: Elyzol® (25% gel) solidifies at body temperature, offering a selective effect against anaerobic periodontal pathogens such as *P. gingivalis*.
- Doxycycline: Atridox® (10% doxycycline) consists of a polymeric gel that solidifies upon contact with crevicular fluid; it provides sustained release for over 7 days and reduces collagen degradation by inhibiting MMP enzymes.
- Photodynamic Therapy (aPDT) and Novel Systems: Through the activation of photosensitizing agents via laser, reactive oxygen species (ROS) are generated, which destroy bacteria at the membrane level and prevent the development of antimicrobial resistance.

In conclusion, local antimicrobials do not replace mechanical therapy; rather, they serve as a complementary approach that enhances the efficacy of treatment. Compared to the use of systemic antibiotics, the risk of resistance and the incidence of side effects are kept to a minimum.

Keywords: Periodontology, Local Antimicrobials, Controlled-Release Systems

İMLANT ÜSTÜ PROTEZLERDE BAŞARISIZLIK: SABİT VE HAREKETLİ PROTEZLERDE KOMPLİKASYONLAR VE KLİNİK YÖNETİM

Asst. Prof. Fikret Özgür Coşkun

Kafkas Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Kars, Türkiye

Çalışma alanı: Protetik Diş Tedavisi

E-posta: fikretozgur19@hotmail.com

ORCID: 0000-0002-6095-2818

ÖZET

İmplant destekli protezler, diş eksikliklerinin rehabilitasyonunda işlevsel ve estetik yararlar sağlamakla birlikte biyolojik, mekanik/teknik ve estetik komplikasyonlarla karşılaşılabilir. Bu derlemenin amacı, sabit ve hareketli implant üstü protezlerde görülen başlıca komplikasyonları özetlemek ve klinik değerlendirme ile yönetim için sistematik bir yaklaşım sunmaktır. Biyolojik komplikasyonlar peri-implant mukozitis ve peri-implantitis; teknik komplikasyonlar vida gevşemesi veya kırılması, üst yapı kırığı, siman kaynaklı sorunlar ve tutucu eleman aşınmasını kapsar. Sabit protezlerde pasif uyum, oklüzal yüklenme, restorasyon konturu ve hijyen erişimi; hareketli protezlerde ataşman retansiyonu, kaide uyumu, protez dişleri ve bakım gereksinimleri özellikle önemlidir. Tanısal süreçte anamnez, klinik muayene, oklüzal analiz ve uygun radyografik değerlendirme birlikte kullanılmalıdır. Tedavi, komplikasyonun kaynağına göre biyofilm kontrolü ve destekleyici peri-implant bakımdan komponent onarımına/değişimine, protezin yeniden tasarlanmasına veya periodontal ve cerrahi değerlendirmeye kadar değişebilir. Düzenli takip, hastaya özgü risklerin kontrolü, hastanın günlük hijyen uygulamalarına uygun protez tasarımı ve profesyonel bakım, komplikasyonların erken saptanması açısından temel önemdedir. Sonuç olarak, başarılı yönetim yalnızca mevcut belirtinin giderilmesini değil, altta yatan nedenin belirlenmesini, tekrar riskinin azaltılmasını ve hastanın uzun dönem bakım sürecine katılımını gerektirir.

Anahtar Kelimeler: İmplant üstü protez; protetik komplikasyon; peri-implantitis; implant overdenture; klinik yönetim

1. GİRİŞ

İmplant destekli sabit ve hareketli protezler, kısmi veya tam dişsizlikte çiğneme işlevi, konfor ve yaşam kalitesinin iyileştirilmesinde önemli tedavi seçenekleridir. Bununla birlikte implantın ağızda kalması tek başına tedavinin komplikasyonsuz ve başarılı olduğu anlamına gelmez. İmplant sağkalımı, protez sağkalımı, biyolojik sağlık, hasta memnuniyeti ve bakım gereksinimi ayrı fakat birbiriyle ilişkili sonuçlar olarak değerlendirilmelidir [1,2].

İmplant üstü protezlerde ortaya çıkan sorunlar biyolojik, mekanik/teknik, estetik ve fonksiyonel başlıklar altında incelenebilir. Bazı komplikasyonlar basit bakım veya onarımla çözülebilirken bazıları protezin yeniden yapılmasını, implantın çıkarılmasını ya da periodontal/cerrahi tedaviyi gerektirebilir. Bu nedenle klinik yaklaşımın temelini komplikasyonun kaynağını belirlemek ve yalnızca görünen belirtinin giderilmesiyle yetinmemek oluşturur.

2. AMAÇ VE YÖNTEM

Bu anlatısal derlemenin amacı, sabit ve hareketli implant üstü protezlerde sık karşılaşılan komplikasyonları sınıflandırmak; klinik tanı, tedavi ve koruyucu bakım ilkelerini pratik bir çerçevede sunmaktır. Metin, peri-implant hastalıkların önlenmesi ve tedavisine ilişkin Avrupa Periodontoloji Federasyonu klinik uygulama kılavuzu ile implant overdenture bakım gereksinimlerini inceleyen sistematik derlemeler ve güncel klinik konsensus önerileri temel alınarak hazırlanmıştır [1–4]. Bu çalışma özgün klinik veri içermeyen anlatısal bir derlemedir; sistematik derleme olarak yorumlanmamalıdır.

3. KOMPLİKASYONLARIN SINIFLANDIRILMASI

Biyolojik komplikasyonlar, peri-implant mukozitis, peri-implantitis, yumuşak doku inflamasyonu, ağrı, süpürasyon ve ilerleyici marjinal kemik kaybını içerir. Mekanik/teknik komplikasyonlar arasında abutment veya protez vidasının gevşemesi/kırılması, implant ya da üst yapı kırığı, seramik veya protez dişi kırılması, siman kaynaklı sorunlar ve bağlantı elemanlarının aşınması bulunur. Estetik ve fonksiyonel sorunlar ise uygunsuz çıkış profili, gıda birikimi, fonasyon değişiklikleri, yetersiz retansiyon, oklüzal rahatsızlık ve hasta memnuniyetsizliği şeklinde görülebilir.

Bir komplikasyonun ortaya çıkması otomatik olarak implantın kaybedileceği anlamına gelmez. Klinik önem; sorunun şiddeti, tekrarlama sıklığı, biyolojik dokulara etkisi, onarılabiliirliği, maliyeti ve hastanın beklentileri birlikte değerlendirilerek belirlenmelidir.

4. BİYOLOJİK KOMPLİKASYONLAR VE YÖNETİMİ

Peri-implant mukozitis, peri-implant yumuşak dokularda inflamasyonla karakterizedir ve genellikle sondalamada kanama ile kendini gösterir; tek başına ilerleyici kemik kaybı tanı ölçütü değildir. Peri-implantitis ise peri-implant inflamasyonla birlikte destekleyici kemikte ilerleyici kayıp ile karakterizedir. Tanı, önceki klinik ve radyografik kayıtlarla karşılaştırma yapıldığında güçlenir. Başlangıç kemik seviyesinin ve protez teslimi sonrası referans ölçümlerin kayıt altına alınması bu nedenle önemlidir [1,2].

Risk göstergeleri arasında yetersiz plak kontrolü, geçirilmiş periodontitis, sigara kullanımı, kontrolsüz sistemik riskler, düzensiz destekleyici bakım ve temizliği güçleştiren protez konturları sayılabilir. Protez tasarımında hastanın ara yüz fırçası ve diğer hijyen araçlarına erişebilmesi; klinisyenin sondalama ve profesyonel temizlik yapabilmesi sağlanmalıdır. Aşırı konturlu, temizlenemeyen veya yumuşak dokuya baskı yapan restorasyonlar biyofilm kontrolünü zorlaştırabilir [1].

Peri-implant mukozitis yönetiminde kişiye uygun ağız hijyeni eğitimi, profesyonel mekanik biyofilm uzaklaştırılması ve düzeltilebilir retantif faktörlerin giderilmesi esastır. Peri-implantitis şüphesinde klinik ölçümler, radyografik değerlendirme, risk faktörlerinin kontrolü ve periodontal uzmanlıkla koordinasyon gerekir. Cerrahi olmayan tedaviye yanıt yetersizse, defekt morfolojisi ve implant/protez koşulları dikkate alınarak cerrahi seçenekler değerlendirilebilir. Cerrahi tedavi planlanırken hijyen erişimini engelleyen protezin düzeltilmesi veya mümkünse geçici olarak çıkarılması gündeme alınmalıdır [1,2]. Antimikrobiyal veya cerrahi yaklaşımlar olguya özgü klinik değerlendirme temelinde seçilmelidir.

5. SABİT İMPLANT ÜSTÜ PROTEZLERDE TEKNİK KOMPLİKASYONLAR

Vida gevşemesi; bağlantı tasarımı, sıkma torku, komponentlerin uyumu, tekrarlayan oklüzal yükler ve parafonksiyon gibi birden çok etkenle ilişkili olabilir. Tekrarlayan gevşeme durumunda yalnızca vidayı yeniden sıkma yerine vida ve bağlantı yüzeyleri, protezin oturması, oklüzal temaslar ve brüksizm olasılığı değerlendirilmelidir. Üretici tarafından önerilen tork değerlerine uyulmalı; hasarlı veya deformasyona uğramış komponentler uygun şekilde değiştirilmelidir.

Vida veya abutment kırığı, seramik kırığı ve implant gövdesi kırığı farklı klinik ağırlıklara sahiptir. Seramikte sınırlı kırık bazı durumlarda intraoral onarımla yönetilebilirken, geniş kırık veya taşıyıcı altyapı hasarı protezin laboratuvarında onarımını ya da yeniden yapılmasını gerektirebilir. Kırık vida çıkarılırken implantın iç bağlantısına zarar verilmemesi için uygun alet ve kontrollü teknik kullanılmalıdır; çıkarılamayan veya implant bütünlüğünü tehdit eden durumlarda uzman desteği alınmalıdır.

Simante restorasyonlarda artık siman, peri-implant dokularda inflamasyonla ilişkili olabileceğinden marjinal bölgeler dikkatle değerlendirilmelidir. Retansiyon kaybı, desimantasyon veya tekrarlayan gevşeme görüldüğünde preparasyon/abutment geometrisi, siman seçimi, restorasyonun uyumu ve oklüzal koşullar incelenmelidir. Vidalı ve simante sistemlerin seçimi; retrievability, estetik, implant konumu, biyolojik risk ve bakım erişimi birlikte değerlendirilerek yapılmalıdır.

Teknik komplikasyonların önlenmesinde doğru implant konumu, yeterli komponent seçimi, laboratuvar ve klinik aşamalarda uyum kontrolü, uygun oklüzal şema, cantilever uzunluğunun ve parafonksiyon riskinin dikkate alınması önem taşır. Tam ark sabit protezlerde temizlenebilir konturlar ve profesyonel bakım için erişim, biyolojik sonuçlar kadar protezin uzun dönem kullanılabilirliğini de etkiler [3].

6. HAREKETLİ İMPLANT ÜSTÜ PROTEZLERDE KOMPLİKASYONLAR

İmplant tutuculu hareketli protezlerde sık karşılaşılan sorunlar; ataşman matriksinin aşınması veya yerinden çıkması, retansiyon azalması, tutucu parçaların kırılması, protez kaidesi ya da yapay diş kırığı, kaide uyumunun bozulması ve peri-implant yumuşak dokuda irritasyondur. Bakım gereksinimi kullanılan ataşman tipine, implant sayısına ve dağılımına, karşıt arkin durumuna, protez tasarımına ve hastanın kullanım alışkanlıklarına göre değişir. Sistematik derlemeler, overdenture protezlerde düzenli bakım ve komponent değişiminin tedavinin beklenen bir parçası olduğunu; farklı tasarımlar arasında tek bir sistemin her koşulda üstün olduğuna ilişkin kanıtların sınırlı kaldığını bildirmektedir [4,5].

Retansiyon kaybında önce ataşman ve matriksin aşınması, aktivasyonu, yuvasından çıkması veya deformasyonu kontrol edilmelidir. Bunun yanında protez kaidesinin doku uyumu, implantların paralelliği, protezin giriş yolu, oklüzyon ve hastanın protezi doğru takıp çıkarabilmesi değerlendirilmelidir. Yalnızca tutucu parçayı değiştirmek sorunun nedenini ortadan kaldırmıyorsa kaide yenilemesi, astarlama, ataşman sisteminin yeniden düzenlenmesi veya protezin yeniden yapılması gerekebilir.

Protez kaidesi kırıklarında kırığın yeri, tekrarlama öyküsü, kaide kalınlığı, implant ataşmanlarının konumu ve oklüzal yükler incelenmelidir. Tekrarlayan kırıklar tasarımın, materyalin ve yük dağılımının yeniden değerlendirilmesini gerektirir. Protez altı hijyenin sağlanması, yumuşak doku büyümesinin ve gıda birikiminin azaltılması için ataşman çevresi ile protez iç yüzeyinin temizlenebilir olması gerekir. Hastaya protezi takıp çıkarma, günlük temizleme ve bakım randevularına katılma konusunda açık talimat verilmelidir [4,5].

7. ESTETİK, FONETİK VE FONKSİYONEL SORUNLAR

İmplant üstü protezlerde estetik ve fonksiyonel memnuniyetsizlik, yalnızca protezin rengi veya biçimiyle sınırlı değildir. Yumuşak doku seviyesi, papil desteği, implantın üç boyutlu konumu, çıkış profili, diş dizimi, dudak

desteği ve protezin temizlenebilirliği birlikte değerlendirilmelidir. Fonasyon sorunlarında özellikle tam ark restorasyonlarda palatinal kontur, diş pozisyonu ve hava akımı; gıda birikiminde ise proksimal temaslar, embrasürler, protez altı boşluk ve doku desteği gözden geçirilmelidir.

Yönetim öncesinde hastanın şikâyeti tanımlanmalı, klinik fotoğraf ve gerekli kayıtlar alınmalı, sorun oklüzal mı, tasarıma mı, yumuşak dokuya mı yoksa adaptasyon sürecine mi bağlı belirlenmelidir. Kontur düzeltmesi veya yeniden tasarım yapılırken estetik hedefler ile hijyen erişimi ve biyolojik sağlık arasında denge kurulmalıdır.

8. KLİNİK DEĞERLENDİRME VE KARAR SÜRECİ

Komplikasyonla başvuran hastada sistematik değerlendirme şu basamakları içermelidir: (1) şikâyet, başlangıç zamanı, önceki onarımlar ve risk faktörlerine yönelik anamnez; (2) ekstraoral ve intraoral muayene; (3) implant/protez hareketliliği, bağlantı elemanları ve protez bütünlüğünün kontrolü; (4) oklüzal temasların ve parafonksiyon bulgularının değerlendirilmesi; (5) peri-implant sondalama, kanama/süpürasyon ve uygun radyografik inceleme; (6) sorunun biyolojik, teknik, estetik veya karma kaynaklı olduğunun belirlenmesi; (7) onarım, yeniden yapım, cerrahi değerlendirme veya takip kararının hasta ile birlikte verilmesi.

Şiddetli veya hızla artan ağrı, yaygın şişlik, ateş, fistül/süpürasyon, ilerleyici kemik kaybı, implantta belirgin hareketlilik veya yutma/solunum güçlüğü gibi bulgular geciktirilmeden değerlendirilmelidir. Solunum ya da yutma güçlüğü acil tıbbi değerlendirme gerektirir. Tedavi seçenekleri, beklenen sonuç, sınırlılıklar, maliyet ve bakım gereksinimi hastayla görüşülmeli ve klinik kayıt altına alınmalıdır.

9. ÖNLEME VE DESTEKLEYİCİ BAKIM

Komplikasyon riskinin azaltılması tedavi planlamasıyla başlar. İmplant konumu, protez tasarımı, yumuşak doku ve kemik koşulları, oklüzal yükler ve hastanın hijyen becerisi birlikte değerlendirilmelidir. Protez, hastanın günlük bakım araçlarına ve profesyonel değerlendirmeye erişim sağlayacak biçimde tasarlanmalıdır. Protez tesliminde başlangıç klinik ve radyografik kayıtlar alınması, daha sonraki kontrollerde değişikliklerin karşılaştırılmasına olanak verir [1,3].

Kontrol sıklığı sabit bir takvime göre herkese aynı biçimde uygulanmamalı; hastanın periodontal öyküsü, plak kontrolü, sigara kullanımı, sistemik riskleri, protez tasarımı ve önceki komplikasyonları dikkate alınmalıdır. Kontrollerde yalnızca peri-implant dokular değil, protez bütünlüğü, vida/ataşman durumu, oklüzyon, retansiyon, fonksiyon ve hasta memnuniyeti de değerlendirilmelidir. Hastaya uygun fırçalama ve ara yüz temizliği yöntemleri öğretilmeli; hareketli protezlerde ataşman bakımı ve protezin doğru kullanımı ayrıca anlatılmalıdır.

10. SONUÇ

İmplant üstü sabit ve hareketli protezlerde komplikasyonlar biyolojik sağlık, mekanik bütünlük, estetik, fonksiyon ve hasta memnuniyeti açısından çok boyutlu değerlendirilmelidir. Sabit protezlerde bağlantı ve üst yapı sorunları ile hijyen erişimi; hareketli protezlerde ataşman retansiyonu, kaide uyumu ve düzenli komponent bakımı klinik yönetimin temel konularıdır. Erken tanı, nedene yönelik tedavi, uygun protez tasarımı ve risk temelli destekleyici bakım uzun dönem sonuçları iyileştirmeye yardımcı olur. Başarılı yönetimin hedefi yalnızca mevcut komplikasyonu gidermek değil, tekrarını önlemek ve hastanın protezini sürdürülebilir biçimde kullanmasını sağlamaktır.

KAYNAKÇA

1. Herrera D, Berglundh T, Schwarz F, Chapple I, Jepsen S, Sculean A, et al. Prevention and treatment of peri-implant diseases—The EFP S3 level clinical practice guideline. *J Clin Periodontol*. 2023;50(Suppl 26):4–76. doi:10.1111/jcpe.13823.
2. Berglundh T, Armitage G, Araujo MG, Avila-Ortiz G, Blanco J, Camargo PM, et al. Peri-implant diseases and conditions: Consensus report of workgroup 4 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. *J Clin Periodontol*. 2018;45(Suppl 20):S286–S291.
3. Goodacre CJ, Bernal G, Rungcharassaeng K, Kan JYK. Clinical complications with implants and implant prostheses. *J Prosthet Dent*. 2003;90(2):121–132.
4. Payne AGT, Alsabeeha NHM, Atieh MA, Esposito M, Ma S, Anas El-Wegoud M. Interventions for replacing missing teeth: attachment systems for implant overdentures in edentulous jaws. *Cochrane Database Syst Rev*. 2018;10:CD008001.
5. Bidra AS, Daubert DM, Garcia LT, Gauthier MF, Kosinski TF, Nenn CA, et al. Clinical practice guidelines for recall and maintenance of patients with tooth-borne and implant-borne dental restorations. *J Prosthodont*. 2016;25(Suppl 1):S32–S40.
6. Risk factors for implant-supported overdenture failures: A systematic review. 2024. PubMed Central: PMC11129804. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11129804/>.
7. Consensus Report of Group 4 of the 1st Global Consensus for Clinical Guidelines for the Rehabilitation of the Edentulous Maxilla: Conventional Dentures, Implant Overdentures and Implant-Supported Fixed Dental Prostheses. *Clin Oral Implants Res*. 2026. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12930131/>.

İNARASI KUTSAL ALANI'NDAKİ HEYKELTRAŞLIK ESERLERİNİN BİÇİMSEL VE STİLİSTİK DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Mustafa ÇİDEM

Bağımsız Araştırmacı, cidem89@gmail.com, ORCID: 0000-0002-0974-2428

Özet

Bu çalışmada, Burdur ili Bucak ilçesi Taşyayla Köyü sınırlarında bulunan İnarası Kutsal Alanı'nda 2017 yılında gerçekleştirilen kurtarma kazılarında ele geçirilen iki mermer heykeltıraşlık parçası incelenmektedir. Roma İmparatorluk Dönemi'ne tarihlenen buluntulardan ilki, baş bölümü kırık, gövdesinin bir bölümü korunmuş, giyimli bir erkek figürünü betimleyen mermer bir büst parçasıdır. Dikdörtgen bir kaide üzerinde korunan figürün ön yüzünde togaya ait diyagonal kıvrımlar izlenirken, arka yüzün daha düz ve kaba işlendiği görülmektedir. İkinci buluntu ise diz bölümü kırık bir sol bacak parçasıdır. Diz bölümünün öne doğru çıkıntılı biçimi ve arka yüzündeki içbükey kavis, parçanın anatomik özellikleri ile birlikte değerlendirildiğinde sol bacağına ait olduğunu düşündürmektedir. Her iki parçanın da gerçek insan ölçülerinden küçük olması, küçük ölçekli figürlü heykel eserlerine ait olabileceklerini göstermektedir.

Çalışmanın temel amacı, söz konusu parçaların insan bedenini biçimlendirme biçimlerini ve plastik özelliklerini arkeolojik bağlamlarıyla birlikte değerlendirmektir. Bu kapsamda anatomik formun işleniş, beden hacimsel kurgusu, giysi ile beden arasındaki ilişki, kıvrım düzenlemeleri ve mermer yüzeylerin işleniş özellikleri ele alınmaktadır. Biçimsel değerlendirmeler, eserlerin buluntu yerleri ve kutsal alanın kült bağlamı ile birlikte ele alınarak heykel kullanımının niteliği üzerinde durulmaktadır.

İnarası Kutsal Alanı'nın Artemis kültüyle ilişkili arkeolojik verileri çerçevesinde değerlendirilen bu parçalar, Roma İmparatorluk Dönemi'nde kutsal mekânlarda küçük ölçekli mermer heykellerin kullanımına ilişkin veriler sunmaktadır. Çalışma, söz konusu eserlerin biçimsel özellikleri ile buluntu bağlamlarını birlikte değerlendirilerek İnarası Kutsal Alanı'ndaki heykel kullanımına ve insan bedeninin görsel ifadesine ilişkin bir değerlendirme ortaya koymayı amaçlamaktadır.

Anahtar kelimeler: İnarası, Artemis Kültü, Roma İmparatorluk Dönemi, Adak Eşyası, Heykeltraşlık

FORMAL AND STYLISTIC EVALUATION OF THE SCULPTURAL WORKS FROM THE İNARASI SANCTUARY

Abstract

This study examines two marble sculptural fragments unearthed during the rescue excavations conducted in 2017 at the İnarası Sanctuary, located within the boundaries of Taşyayla Village in the Bucak district of Burdur Province. The first of the finds, dated to the Roman Imperial Period, is a fragment of a marble bust depicting a clothed male figure, with the head broken off and only part of the body preserved. The figure is preserved on a rectangular base; diagonal folds belonging to the toga are visible on the front surface, while the reverse is more flatly and roughly worked. The second find is a fragment of a left leg with the knee section broken. The forward projection of the knee and the concave curvature on the reverse, considered together with the anatomical characteristics of the fragment, suggest that it belongs to the left leg. The fact that both fragments are smaller than life-size indicates that they may have belonged to small-scale figural sculptures.

The primary aim of the study is to evaluate the ways in which the human body was rendered in these fragments and to examine their plastic characteristics within their archaeological contexts. Accordingly, the treatment of anatomical forms, the volumetric organization of the body, the relationship between the body and clothing, the arrangement of folds, and the working of the marble surfaces are examined. The formal analysis is considered together with the findspots of the pieces and the cultic context of the sanctuary in order to assess the nature of sculptural use at the site.

Considered within the archaeological evidence associating the İnarası Sanctuary with the cult of Artemis, these fragments provide evidence for the use of small-scale marble sculptures in sacred contexts during the Roman Imperial Period. By evaluating the formal characteristics of the sculptures together with their archaeological contexts, this study aims to contribute to an understanding of the use of sculpture and the visual representation of the human body at the İnarası Sanctuary.

Keywords: İnarası, Cult of Artemis, Roman Imperial Period, Votive Objects, Sculpture

GÖRME ENGELLİ BİREYLERİN METRO İSTASYONLARINDA MEKÂNSAL ALGI VE YÖN BULMA DENEYİMLERİ: TAKSİM METRO İSTASYONU ÖRNEĞİ

Y. Mimar Zöhre KILIÇ BUDUMLU ¹

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-5433-9970>

z.kilic2021@gtu.edu.tr

Dr. Öğr. Üy. Zeynep TARÇIN TURGAY

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8392-023X>

zturgay@gtu.edu.tr

¹ Gebze Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Kocaeli, Türkiye

ÖZET

Bireyin fiziksel çevreye ilişkin bilgi edinmesi ve bu bilgileri kullanması, algısal ve bilişsel süreçlerle ilişkilidir. Görme engelli bireylerde mekânsal algı, görsel bilgilerin yokluğunda diğer duyuşal sistemlerin ve geçmiş mekânsal deneyimlerin katkısıyla gelişmektedir. Bu nedenle metro istasyonları gibi yoğun kullanılan kamusal mekânların, görme engelli bireylerin çevreyi algılamasını, yön bulmasını ve bağımsız hareket etmesini destekleyecek biçimde düzenlenmesi önem taşımaktadır.

Bu çalışmanın amacı, görme engelli bireylerin metro istasyonlarında mekânı algılama ve yön bulma süreçlerini etkileyen fiziksel ve duyuşal faktörleri araştırmaktır. Bu kapsamda Taksim Metro İstasyonu'nda gerçekleştirilen pilot çalışma ele alınmıştır. Araştırmada, istasyonu daha önce deneyimlememiş, doğuştan tam görme engelli üç katılımcıyla birebir eşlikli geziler ve yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir.

Araştırma bulguları, kılavuz izlerin ve önceki mekânsal deneyimlerin mekânın algılanmasında önemli olduğunu göstermektedir. Yürüyen merdiven, turnike ve bilet yükleme makineleri gibi elemanların oluşturduğu işitsel ipuçlarının mekânsal yönelimi kolaylaştırdığı; alışılmışın dışında düzenlenen merdiven ve asansörlerin ve standart olmayan mekânsal organizasyonun ise yön bulmayı zorlaştırabildiği belirlenmiştir.

Çalışma, metro istasyonlarının fiziksel organizasyonu ile duyuşal ipuçlarının birlikte değerlendirilmesinin, görme engelli bireylerin mekânsal algısını ve bağımsız hareket olanaklarını destekleyen mimari düzenlemelerin geliştirilmesi açısından önemini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Görme Engellilik, Mekânsal Algı, Yön Bulma, Metro İstasyonu, Erişilebilirlik.

KENTSEL DÖNÜŞÜMÜN YEŞİL ALANLAR ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Mimar Hakan KAYA¹, Prof. Dr. Cengiz YÜCEDAĞ²

¹Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Mekansal Planlama ve Tasarım Anabilim Dalı,

hakankaya0932@gmail.com, 0009-0006-6167-5484

²Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Burdur Türkiye,

yucedagc@gmail.com, 0000-0002-5360-4241

Özet

Türkiye'de kentsel dönüşüm, 2012 yılında yürürlüğe giren 6306 sayılı Kanun'la birlikte afet riskinin azaltılması gerekçesiyle ülke geneline yayılmış ve kentsel mekânı en hızlı biçimde yeniden üreten süreçlerden biri hâline gelmiştir. 2012'den Ağustos 2026'ya kadar 2,7 milyonu aşkın bağımsız bölümün dönüşüm kapsamına alındığı bu süreçte yeşil alanlar, planlama ve değerlendirme aşamalarında çoğunlukla ikincil bir konu olarak kalmaktadır. Bu derleme çalışmada, kentsel dönüşüm uygulamalarının kamusal yeşil alanların miktarı, niteliği, dağılımı ve erişilebilirliği üzerindeki etkileri, ilgili literatür ve yasal çerçeve ışığında değerlendirilmektedir. Çalışmada 5393 ve 6306 sayılı kanunlar ile Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği'nin yeşil alanlara ilişkin hükümleri incelenmiş, İstanbul'daki dönüşüm projelerine ilişkin ampirik bulgular tartışılmıştır. Değerlendirme, dönüşümün bazı projelerde proje alanı içindeki bitki örtüsünü artırdığını; ancak bu artışın büyük ölçüde kamuya kapalı site içi alanlarda kaldığını ve çevredeki mahallelere yansımadığını göstermektedir. Parsel bazında yürütülen dönüşüm ve buna bağlı yoğunluk artışı, nüfusu artırırken yeni kamusal yeşil alan üretimine olanak tanımamakta; yönetmelikteki koruyucu standartlar ise uygulamada büyük ölçüde işlememektedir. Bu durum, yeşil alana erişimi olan ve olmayan kesimler arasında yeni bir ayrışma yaratmaktadır. Çalışmada son olarak dönüşüm ölçeğinin büyütülmesi, kamusal ve özel yeşil alan ayrımının netleştirilmesi, yoğunluk artışının yeşil alan yükümlülüğüyle ilişkilendirilmesi ve dönüşümün çevresel göstergelerle izlenmesine yönelik öneriler sunulmaktadır.

Anahtar kelimeler: Kentsel dönüşüm, kamusal yeşil alan, parsel bazlı dönüşüm, yeşil alan standartları

THE EFFECTS OF URBAN TRANSFORMATION ON GREEN SPACES

Abstract

Following the enactment of Law No. 6306 in 2012, urban transformation in Türkiye has spread nationwide on the grounds of disaster risk reduction and has become one of the fastest processes reshaping urban space. In this process, in which more than 2.7 million independent units were included in transformation between 2012 and August 2026, green spaces have largely remained a secondary concern in planning and evaluation. This review evaluates the effects of urban transformation practices on the quantity, quality, distribution and accessibility of public green spaces in light of the relevant literature and legal framework. The study examines the provisions of Laws No. 5393 and 6306 and the Spatial Plans Construction Regulation concerning green spaces, and discusses empirical findings on transformation projects in Istanbul. The evaluation shows that, in some projects, transformation increases vegetation within project sites; however, this increase remains largely confined to gated, non-public residential areas and does not extend to surrounding neighbourhoods. Parcel-based transformation and the associated increase in density raise population without allowing for the creation of new public green spaces, while the protective standards in the regulation are largely ineffective in practice. This creates a new divide between those who have access to green space and those who do not. Finally, the review offers recommendations for enlarging the scale of transformation, clarifying the distinction between public and private green spaces, linking density increases to green space obligations, and monitoring transformation through environmental indicators.

Keywords: Urban transformation, public green space, parcel-based transformation, green space standards

1. GİRİŞ

Kentler, insanlık tarihi boyunca toplumsal, ekonomik ve kültürel gelişmenin merkezi olmuş; ancak bugün nüfus artışı, hava kirliliği, trafik ve yoğun yapılaşma gibi pek çok sorunun da yaşandığı mekânlara dönüşmüştür (Karataş ve Kılıç, 2017). Dünyada kentlerde yaşayan nüfus 2007 yılında kırsal nüfusu geçmiş, 2018 itibarıyla dünya nüfusunun %55'i kentlerde yaşar hâle gelmiştir (United Nations, 2019); bu gelişme kentlerin geleceğine ilişkin tartışmaları daha da yoğunlaştırmıştır (Çakır, 2023). Kentlerin büyümesiyle birlikte açık ve yeşil alanlar ile doğal yaşam alanları giderek tükenmekte (Giritlioğlu, 2024); yoğunlaşma süreçlerinin dünya genelinde kentsel yeşil alan kaybına yol açtığına ilişkin kanıtlar giderek artmaktadır (Haaland ve Konijnendijk van den Bosch, 2015). Oysa kentsel yeşil alanlar, kent sakinlerinin yaşam kalitesini doğrudan etkileyen temel donatılardan biri olup kişi başına düşen yeşil alan miktarı giderek toplumların gelişmişliğinin bir ölçütü olarak kabul görmektedir (Karataş ve Kılıç, 2017).

Kentsel dönüşüm, kentlerin karşı karşıya kaldığı bu sorunlara yanıt arayan temel planlama araçlarından biridir. Sanayi Devrimi sonrasında fiziksel boyutun öncelendiği bir müdahale biçimi olarak ortaya çıkan kentsel dönüşüm, zaman içinde sosyal ve ekonomik boyutları, 1990'lı yıllardan itibaren ise sürdürülebilirlik kavramıyla birlikte çevresel boyutları da kapsayacak biçimde genişlemiştir (Roberts, 2000; Çakır, 2023). Günümüzde dönüşüm projelerinin başarısının yalnızca yeni yapı üretimiyle değil; sosyal, kültürel, ekonomik, çevresel ve fiziksel boyutları birlikte gözeten çok yönlü ölçütlerle değerlendirilmesi gerektiği vurgulanmakta, buna karşın iklim değişikliği gibi çevresel unsurların değerlendirmelerde sıklıkla göz ardı edildiği belirtilmektedir (Said ve Dindar, 2024).

Türkiye'de kentsel dönüşüm, son yıllarda kentsel mekânı en hızlı biçimde yeniden üreten süreçlerden biri hâline gelmiştir. Buna karşın kentsel dönüşüm alanlarını sosyal altyapı alanları çerçevesinde inceleyen çalışmaların sınırlı olduğu belirtilmekte (Sakarya ve Bektaş, 2024); mevcut çalışmalar da çoğunlukla tek bir örnek alana ya da belirli bir boyuta odaklanmaktadır. Bu derleme çalışmada, kentsel dönüşüm uygulamalarının yeşil alanların miktarı, niteliği, dağılımı ve erişilebilirliği üzerindeki etkileri, ulusal ve uluslararası literatür ile yasal düzenlemeler ışığında değerlendirilmektedir. Çalışmanın kapsamı Türkiye ile sınırlı olup ağırlıklı olarak 6306 sayılı Kanun'un yürürlüğe girdiği 2012 sonrası döneme odaklanmaktadır. Çalışmada önce kentsel dönüşüm ve yeşil alan kavramları ele alınmakta, ardından Türkiye'de kentsel dönüşümün tarihsel süreci ve yasal çerçevesi ile Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği'ndeki yeşil alan standartları incelenmektedir. Son olarak dönüşümün yeşil alanlar üzerindeki etkileri tartışılmakta ve öneriler sunulmaktadır.

2. KENTSEL DÖNÜŞÜM

Kentsel dönüşüm, en genel anlamıyla kentin fiziksel, ekonomik ya da toplumsal açıdan bozulmaya uğramış bölgelerinde bu sorunları gidermeye yönelik müdahalelerin bütünüdür. Roberts (2000), kavramı değişime uğrayan bir alanın ekonomik, fiziksel, sosyal ve çevresel koşullarında kalıcı bir iyileşme sağlamayı amaçlayan kapsamlı ve bütünlük bir vizyon ve eylem olarak tanımlamaktadır. Bu tanım, dönüşümün yalnızca eskiyen yapıların yenilenmesinden ibaret olmadığını; sosyal ve çevresel boyutlarıyla birlikte ele alınması gereken çok yönlü bir süreç olduğunu vurgulamaktadır.

Batı literatüründe kentsel müdahale biçimleri zaman içinde farklı kavramlarla ifade edilmiştir. Yeniden yapılanma (*reconstruction*), canlandırma (*revitalisation*), yenileme (*renewal*) ve yeniden üretim (*regeneration*) gibi kavramlar, her dönemin kentsel sorunlarına ve politika önceliklerine göre şekillenmiştir. Akkar Ercan (2006), bu kavramların Türkiye'de çoğu zaman birbirinin yerine kullanıldığını ve "kentsel dönüşüm" teriminin farklı içerikteki uygulamaları kapsayan geniş bir şemsiye kavrama dönüştüğünü belirtmektedir.

Türkiye'deki uygulamalarda ise dönüşüm, kavramsal tanımındaki bütüncül içeriğinden uzaklaşarak ağırlıklı olarak parsel ve yapı ölçeğinde yürütülen fiziksel bir yenileme sürecine dönüşmüştür. Parça parça yürütülen bu uygulamalar, kent bütününe ilişkin planlama kararlarıyla ve üst ölçekli planlarla çoğu zaman uyumsuzdur (Yılmaz, 2015; Cihangir Çamur ve Korkmaz, 2021). Bu durum, yeşil alanlar gibi parsel ölçeğini aşan ve bütüncül planlama gerektiren kentsel bileşenlerin dönüşüm sürecinde göz ardı edilmesi riskini beraberinde getirmektedir.

Kentsel dönüşümün Türkiye'deki ölçeği, sayısal verilerle değerlendirildiğinde daha açık biçimde görülmektedir. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, her yıl 400 bin konut olmak üzere beş yıllık sürede öncelikli olarak dönüşmesi gereken 2 milyon bağımsız bölümün dönüşümünü hedeflemektedir (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024). Bakanlığa bağlı Kentsel Dönüşüm Başkanlığı verilerine göre 2012 yılından Ağustos 2026'ya kadar 81 ilde toplam 2 milyon 761 bin bağımsız bölüm dönüşüm kapsamına alınmış; bunların 2 milyon 378 bininde dönüşüm tamamlanmış, 383 bininde ise süreç devam etmektedir (Anadolu Ajansı, 2026). Dönüşümün mekânsal dağılımı dengeli değildir. Kentsel Dönüşüm Başkanlığı verilerine göre İstanbul'da 1 milyon 298 bin bağımsız bölüm dönüşüm kapsamına alınmış ve bunların 1 milyon 7 bininde dönüşüm tamamlanmıştır (Anadolu Ajansı, 2026). Bu veriler, Türkiye genelinde dönüşüm kapsamına alınan bağımsız bölümlerin yaklaşık %47'sinin yalnızca İstanbul'da bulunduğunu göstermektedir. Yapı yoğunluğu ve kişi başına düşen yeşil alan bakımından zaten baskı altında olan büyükşehirlerde dönüşümün bu denli yoğunlaşması, yeşil alanlar üzerindeki olası etkileri daha da önemli hâle getirmektedir. 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremlerinin

ardından Bakanlık tarafından başlatılan "Kentsel Dönüşümde Yarıısı Bizden" kampanyasıyla (ÇŞİDB, 2024) dönüşüm yeniden hız kazanmış olup sürecin önümüzdeki dönemde de genişleyerek sürmesi beklenmektedir.

3. YEŞİL ALAN

Kentsel yeşil alan, en geniş anlamıyla kent içinde bitki örtüsüyle kaplı her türlü açık alanı ifade etmektedir. Yeşil alanlar, yoğun yapılaşmanın hâkim olduğu kent dokusu içinde kentlinin doğayla temas kurabildiği, nefes alabildiği ve bir araya gelebildiği mekânlardır. Farklı işlevlere ve büyüklüklere sahip bu alanlar ekolojik, toplumsal, ekonomik ve fiziksel özellikleriyle kentlinin yaşam kalitesine olumlu katkı sağlamaktadır (Karataş ve Kılıç, 2017).

Yeşil alanlar farklı ölçütlere göre sınıflandırılabilir. İşlevlerine göre kullanıcıların oyun, spor ve dinlenme gibi etkinliklerle doğrudan yararlandığı aktif yeşil alanlar ile görsel ve ekolojik işlev üstlenen pasif yeşil alanlar birbirinden ayrılmaktadır. Hizmet ölçeğine göre ise çocuk bahçeleri ve oyun alanlarından mahalle ve semt parklarına, kent parklarından kent ormanlarına ve mesire yerlerine uzanan bir kademelenme söz konusudur. Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği de çocuk bahçesi, park, botanik parkı, hayvanat bahçesi, mesire yeri ve rekreasyon alanı gibi kullanımları açık ve yeşil alanlar arasında saymaktadır (Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği, 2014). Bunların yanı sıra yol ağaçlandırmaları, refüjler ve dere koridorları gibi doğrusal yeşil alanlar da kentin yeşil dokusunun bir parçasını oluşturmaktadır.

Mülkiyet ve erişim durumuna göre yapılan ayırım ise bu çalışma açısından özellikle önemlidir. Kamusal yeşil alanlar kamu mülkiyetinde bulunan ya da kamu yararına ayrılmış, toplumun tüm kesimlerinin herhangi bir ayırım olmaksızın erişip kullanabildiği alanlardır. Okul ve hastane bahçeleri gibi alanlar belirli kullanıcı gruplarına açık yarı kamusal alanlar niteliği taşıırken, konut bahçeleri ve site içi peyzaj alanları özel yeşil alanlar grubunda yer almaktadır. Kentsel dönüşüm projelerinde üretilen yeşil alanlar çoğunlukla site içi peyzaj alanları biçiminde olup yalnızca o yapının kullanıcılarına hizmet etmektedir. Dolayısıyla bir dönüşüm alanında toplam yeşil alan miktarı korunsa ya da artsa bile, kamusal yeşil alan miktarı ve erişilebilirliği azalabilmektedir.

Yeşil alanların kent ve kentli için sağladığı faydalar birkaç başlık altında ele alınabilir. Ekolojik açıdan yeşil alanlar hava kirliliğini ve gürültüyü azaltmakta, iklimi ılgınlaştırmakta ve kentteki ısı adacıklarının etkisini hafifletmektedir. Betonlaşmayla birlikte azalan yeşil alanlar toprağın su tutma kapasitesini düşürmekte ve sıradan yağışların bile kent merkezlerinde su baskınlarına yol açmasına neden olabilmektedir (Karataş ve Kılıç, 2017). Bowler vd. (2010), sistematik derlemelerinde kentsel parkların çevrelerindeki yapılaşmış alanlara göre ortalamada daha serin olduğunu ortaya koymuştur. İklim değişikliğiyle birlikte artan sıcak hava dalgaları düşünüldüğünde, bu işlev kent sakinlerinin sağlığı açısından giderek daha önemli hâle gelmektedir.

Sağlık ve toplumsal yaşam açısından da yeşil alanlar önemli işlevler üstlenmektedir. Dünya Sağlık Örgütü'nün kapsamlı değerlendirmesi, yeşil alanlara erişimin ruh sağlığını iyileştirme, fiziksel aktiviteyi artırma ve kentsel ısı etkisini azaltma gibi sağlık yararlarıyla ilişkili olduğunu göstermektedir (WHO Regional Office for Europe, 2016). Lee ve Maheswaran (2011), yeşil alanların özellikle fiziksel aktiviteyi teşvik etme yönünde olumlu etkisine dikkat çekmekle birlikte, ruh sağlığı ve iyi oluş üzerindeki etkilere ilişkin kanıtların henüz yeterince güçlü olmadığını belirtmektedir. Chiesura (2004) ise kentsel parkların kentlilerin fiziksel ve ruhsal iyi oluşuna katkı sağladığını, farklı toplumsal kesimlerin bir araya geldiği mekânlar olarak sürdürülebilir kent hedefinin temel bir bileşenini oluşturduğunu vurgulamaktadır.

Yeşil alanlar ekonomik açıdan da sağlık giderlerini azaltarak (Karataş ve Kılıç, 2017) ve çevrelerindeki konut alanlarını daha cazip hâle getirerek kentsel değeri artırmaktadır. Ancak Wolch vd. (2014), bu değer artışının yeşil alan yatırımı yapılan mahallelerde düşük gelirli sakinlerin yerinden edilmesine yol açabileceğini ve yeşil alanların kent içinde zaten eşit dağılmadığını vurgulamaktadır. Literatürde "yeşil soylulaştırma" olarak adlandırılan bu süreç (Wolch vd., 2014; Quinton vd., 2022) giderek daha fazla tartışılmakta; ilgili çalışmaları sistematik olarak inceleyen Quinton vd. (2022), araştırmaların büyük ölçüde ABD örneklerine dayandığını ve yerinden edilmenin henüz yeterince belgelenmediğini belirtmektedir. Bu bulgular, yeşil alanların kentli için sağladığı faydaların yalnızca miktara değil, bu alanların kimin erişimine açık olduğuna ve kent içinde nasıl dağıldığına da bağlı olduğunu göstermektedir.

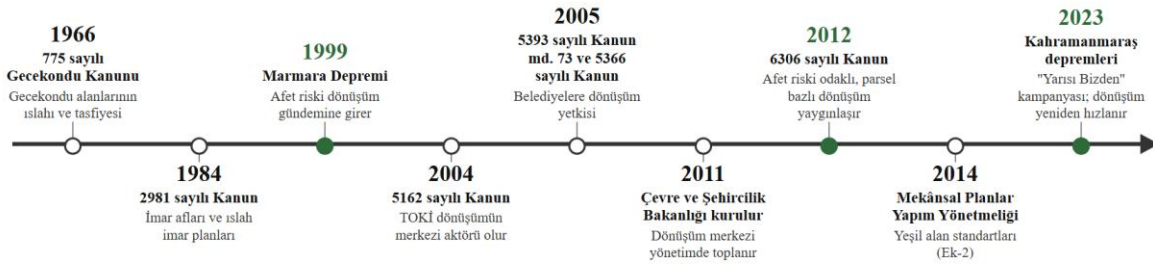
4. TÜRKİYE'DE KENTSEL DÖNÜŞÜMÜN TARİHSEL SÜRECİ VE YASAL ÇERÇEVESİ

Türkiye'de kentsel dönüşümün kökleri, 1950'li yıllardan itibaren hızlanan kırdan kente göçe ve bu göçün yarattığı konut açığının büyük ölçüde gecekondu yoluyla karşılanmasına dayanmaktadır. 1966 yılında yürürlüğe giren 775 sayılı Gecekondu Kanunu, gecekondu alanlarının ıslahını, tasfiyesini ve yeni gecekondu yapımının önlenmesini hedefleyen ilk kapsamlı düzenleme olmuştur (775 sayılı Gecekondu Kanunu, 1966). 1980'li yıllarda ise çıkarılan imar afları ve 2981 sayılı Kanun ile getirilen ıslah imar planları (2981 sayılı Kanun, 1984), kaçak yapı stokunu yasallaştırarak bu alanlarda yoğunluk artışının önünü açmıştır. Bu dönemde gecekondu alanlarının yerini alan çok katlı yapılaşma, plansız biçimde gelişen kent dokusunda yeşil alan açığını kalıcı hâle getirmiştir.

17 Ağustos 1999 Marmara depremi, mevcut yapı stokunun afetlere karşı ne denli savunmasız olduğunu açıkça göstermiş ve ülkenin kentleşme sürecinde kentsel dönüşüm adımları atılan yeni bir dönemin başlangıcı olmuştur (Giritlioğlu, 2024). Bu tarihten sonra kentsel dönüşüm çalışmaları, depreme dayanıklı yapılar oluşturma amacıyla hız kazanmıştır (Durak vd., 2018). 2000'li yıllarda dönüşüm, merkezi yönetimin ve Toplu Konut

İdaresi'nin (TOKİ) öncülük ettiği büyük ölçekli projelerle yeni bir evreye girmiştir. Kuyucu ve Ünsal (2010), 2001 sonrasında kentsel toprak ve konut piyasalarının yönetiminde popülist bir yaklaşımdan neoliberal bir yaklaşıma geçildiğini ve büyük ölçekli kentsel dönüşüm projelerinin bu geçişin temel aracı olduğunu ileri sürmektedir. 2004 yılında yürürlüğe giren 5162 sayılı Kanun'la TOKİ dönüşümün güçlü bir merkezi aktörü hâline getirilmiş (5162 sayılı Kanun, 2004; Giritlioğlu, 2024); 2005 yılında ise 5393 sayılı Belediye Kanunu'nun 73. maddesi ve tarihi alanlara yönelik 5366 sayılı Kanun (2005) ile yerel yönetimlere dönüşüm alanında önemli yetkiler tanınmıştır. Ancak 2011 yılında Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın kurulmasının ardından dönüşüm uygulamaları neredeyse tümüyle merkezi yönetim eliyle yürütülür hâle gelmiştir (Giritlioğlu, 2024).

2012 yılında yürürlüğe giren 6306 sayılı Kanun ise dönüşümü afet riski gerekçesiyle ülke geneline yaygınlaştırmış ve uygulamanın ölçeğini belirgin biçimde değiştirmiştir. Önceki dönemin alan ölçekli projelerinin yanında, riskli yapı tespitine dayanan ve tek bir parsel üzerinde yürütülebilen dönüşüm uygulamaları hızla yaygınlaşmıştır. Dönüşümün özendirilmesi için emsal artışının bir avantaj olarak sunulması ise uygulamaları yalnızca fiziksel yenilemeyi hedefleyen ve sosyal sürdürülebilirliği göz ardı eden bir süreçle dönüştürmüştür (Durak vd., 2018). 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremleri sonrasında ise dönüşüm yeniden kamu politikasının öncelikli gündem maddelerinden biri hâline gelmiştir. Bu gelişim süreci boyunca dönüşümün öncelikli hedefleri konut üretimi, yapı güvenliği ve ekonomik değer artışı olmuş; yeşil alanlar ise bu hedefler arasında belirleyici bir yer edinememiştir. Türkiye'de kentsel dönüşümün tarihsel süreci Şekil 1'de özetlenmektedir.



Şekil 1. Türkiye'de kentsel dönüşümün tarihsel süreci (Giritlioğlu, 2024 ve ilgili mevzuattan yararlanılarak yazarlar tarafından hazırlanmıştır)

Bu tarihsel süreç içinde günümüz dönüşüm uygulamalarının yasal çerçevesini belirleyen iki temel düzenleme öne çıkmaktadır. Bunlardan ilki olan 5393 sayılı Belediye Kanunu'nun 73. maddesi, belediyelere eskiyen kent

kısımlarını yeniden inşa ve restore etmek, sosyal donatılar oluşturmak ve deprem riskine karşı önlem almak gibi amaçlarla kentsel dönüşüm ve gelişim proje alanı ilan etme yetkisi vermektedir. Madde uyarınca proje alanının büyüklüğü en az 5, en çok 500 hektar olabilmekte; alanın ilanı, yapı yüksekliği ve yoğunluğunun belirlenmesi gibi konularda takdir yetkisi belediye meclisine ait bulunmaktadır (5393 sayılı Kanun, 2005). Bu düzenleme, dönüşümü alan ölçeğinde ele alması ve sosyal donatıları açıkça amaçları arasında sayması bakımından yeşil alanların planlanmasına görece daha elverişli bir çerçeve sunmaktadır.

İkinci düzenleme olan 6306 sayılı Kanun ise afet riski altındaki alanlarda ve bu alanların dışındaki riskli yapıların bulunduğu arsalarda sağlıklı ve güvenli yaşama çevreleri oluşturmayı amaçlamaktadır. Kanun üç temel uygulama alanı tanımlamaktadır: zemin yapısı ya da yapılaşma nedeniyle can ve mal kaybı riski taşıyan "riskli alan", yeni yerleşim alanı olarak kullanılmak üzere belirlenen "rezerv yapı alanı" ve ekonomik ömrünü tamamlamış ya da yıkılma veya ağır hasar görme riski taşıdığı bilimsel ve teknik verilerle tespit edilen "riskli yapı" (6306 sayılı Kanun, 2012). Özellikle riskli yapı tanımı, dönüşümün tek bir yapı ve parsel üzerinde başlatılabilmesine olanak tanımış ve uygulamaların büyük bölümünün bu yolla gerçekleşmesine yol açmıştır.

Yeşil alanlar açısından iki kanun arasındaki temel fark, dönüşümün ele alındığı ölçektir. 6306 sayılı Kanun "sağlıklı yaşama çevresi" hedefini benimsemekle birlikte, yeşil alanlara ilişkin doğrudan bir hüküm ya da ölçüt içermemektedir. Parsel bazında yürütülen dönüşümde ise mahalle ölçeğinde yeni yeşil alan üretmek pratikte olanaksızdır; çünkü tek bir parselin yenilenmesi, çevresindeki kamusal alanların yeniden düzenlenmesini kapsamamaktadır. Yılmaz (2015), İstanbul'da bina bazında yürütülen dönüşümlerde, kamu eliyle yürütülen alan ölçekli projelerin aksine park, çocuk parkı ve sosyal donatı alanlarının kente kazandırılmadığını ve sokakların yeşil alan eksikliğinin giderilemediğini vurgulamaktadır. Böylece dönüşümün yarattığı nüfus ve yoğunluk artışı, mevcut yeşil alanlar üzerindeki kullanım baskısını artırırken bu artışı karşılayacak yeni kamusal yeşil alanlar üretilmemektedir.

5. MEKÂNSAL PLANLAR YAPIM YÖNETMELİĞİ'NDE YEŞİL ALAN STANDARTLARI

Türkiye'de imar planlarında yeşil alanlara ilişkin temel düzenleme, 14 Haziran 2014 tarihinde yürürlüğe giren Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği'dir. Yönetmelik; park, çocuk bahçesi, oyun alanı, meydan ve rekreasyon alanı gibi alanları "açık ve yeşil alanlar" başlığı altında sosyal altyapı alanları arasında tanımlamaktadır. Yönetmeliğin 11. maddesi, planlarda sosyal ve teknik altyapı alanları için Ek-2 tablosunda belirtilen asgari standartlara uyulmasını zorunlu kılmaktadır. Bu tabloya göre ilçe ölçeğinde çocuk bahçesi ve park gibi kullanımlardan oluşan yeşil alanlar için kişi başına en az 10 m² alan ayrılması gerekmektedir. Yönetmeliğin 12.

madde ise yeşil alanlara erişim için yürüme mesafelerini belirleyerek standardı yalnızca miktar olarak değil, erişilebilirlik bakımından da tanımlamaktadır (Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği, 2014).

Yönetmeliğin kentsel dönüşüm açısından en önemli hükmü, plan değişikliklerini düzenleyen 26. maddedir. Bu maddeye göre yürürlükteki imar planlarında öngörülen sosyal ve teknik altyapı standartlarını düşüren plan değişikliği yapılamamakta; bu alanların kaldırılması ya da küçültülmesi ancak aynı hizmet etki alanı içinde eşdeğer yeni bir alanın ayrılmasıyla mümkün olmaktadır. Yoğunluk artışı getiren plan değişikliklerinde ise artan nüfusun ihtiyaç duyacağı sosyal ve teknik altyapı alanlarının standartlara uygun biçimde ayrılması gerekmektedir (Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği, 2014).

Bu hükümler, kâğıt üzerinde dönüşüm kaynaklı yoğunluk artışlarına karşı yeşil alanları koruyan güçlü bir çerçeve oluşturmaktadır. Ancak parsel bazlı dönüşümde yoğunluk artışı çoğunlukla mevcut imar haklarının kullanılmasıyla ya da küçük ölçekli plan değişiklikleriyle gerçekleştiğinden, artan nüfus karşılığında yeni yeşil alan ayrılması yükümlülüğü uygulamada büyük ölçüde işlememektedir. Kent bütününe ilişkin planlama kararlarıyla uyumsuz plan değişikliklerinin üretilmeye devam etmesi ve bunların ancak yargı yoluyla iptal edilebilmesi de bu sorunun somut göstergelerinden biridir (Cihangir Çamur ve Korkmaz, 2021). Dolayısıyla standartlar yasal olarak var olsa da dönüşüm sürecinde uygulanabilirlikleri sınırlı kalmaktadır.

6. KENTSEL DÖNÜŞÜMÜN KAMUSAL YEŞİL ALANLARA ETKİLERİ

Kentsel dönüşümün yeşil alanlar üzerindeki etkileri tek yönlü değildir. Bazı projelerde proje alanı içindeki bitki örtüsü artarken, aynı projenin çevresindeki mahallelerde kamusal yeşil alanlar üzerindeki baskı yoğunlaşabilmektedir. Bu nedenle etkilerin değerlendirilmesinde yalnızca toplam yeşil alan miktarına değil, bu alanların kime hizmet ettiğine, nasıl dağıldığına ve hangi ekolojik ve toplumsal sonuçlar doğurduğuna bakmak gerekmektedir. Bu bölümde etkiler; nedeni oluşturan yoğunluk artışından başlayarak miktar, nitelik ve daha geniş ölçekli ekolojik ve toplumsal sonuçlar sırasıyla ele alınmaktadır.

6.1. Yapı Yoğunluğu ve Nüfus Artışının Rolü

Kentsel dönüşümün yeşil alanlar üzerindeki etkilerinin temelinde yoğunluk artışı yer almaktadır. Malikler ve yükleniciler açısından dönüşümün ekonomik olarak uygulanabilir olması, büyük ölçüde yeni yapıda mevcut yapıdan daha fazla bağımsız bölüm üretilmesine bağlıdır. Bu durum, dönüşüm alanlarında hem yapı yoğunluğunun hem de nüfusun artmasına yol açmaktadır. Oysa yeşil alanlar gibi kamusal donatılar, nüfus artışına paralel olarak kendiliğinden artmamakta; aksine yapılaşma baskısı nedeniyle çoğu zaman azalmaktadır. Bostancı (2014), emsal ve yoğunluk artışlarıyla sonuçlanan dönüşüm yatırımlarının kentsel bölgelerin yeşil ve donatı alanlarının azalmasına neden olduğunu vurgulamaktadır. Bu ilişki farklı kentlerdeki dönüşüm

uygulamalarında da gözlenmektedir. Okumuş (2014), Ataşehir Barbaros Mahallesi örneğinde dönüşüm planlarının alanda yüksek bir nüfus ve yoğunluk artışı öngördüğünü, buna karşın mevcut sosyal donatı miktarlarının azaltıldığını ve kamusal mekânların yeterli düzeyde karşılanamadığını tespit etmiştir. Durak vd. (2018) de Bursa Ataevler Mahallesi'nde dönüşümün emsal, taban alanı ve kat yüksekliği artışlarına yol açtığını; incelenen sitelerden birinde bloktaki toplam daire sayısının 15'ten 40'a yükseldiğini ve artan nüfusun mahalle sürdürülebilirliğini tehdit ettiğini ortaya koymuştur. Isparta Gülistan Mahallesi'nde ise dönüşümle birlikte 2–5 katlı konutların yerini 11–12 katlı yapılara bıraktığı, alandaki nüfusun yaklaşık üç katına çıkmasının beklendiği; buna karşın bu yoğunluk artışına yönelik ek bir çalışma yapılmadığı ve yeşil alan eksikliklerinin giderilmediği belirlenmiştir (Bingöl ve Gök, 2018).

Bu durum İstanbul ölçeğinde de doğrulanmaktadır. Sakarya ve Bektaş (2024), İstanbul'da riskli alan ilan edilen 51 alanın planlarını incelemiş ve dönüşümle birlikte bu alanlardaki nüfusun bütünde %65 oranında artmasının, kişi başına düşen sosyal altyapı alanlarındaki iyileşmeyi kısıtlı bıraktığını ortaya koymuştur. İncelenen planların alan ölçekli olduğu dikkate alındığında bu bulgular, 5. bölümde ele alınan ve artan nüfus için ek donatı alanı ayrılmasını öngören yönetmelik hükmünün yalnızca parsel bazlı dönüşümde değil, alan ölçekli riskli alan planlarında dahi yeterince işlemediğini göstermektedir.

6.2. Yeşil Alan Miktarındaki Değişim

Dönüşümün yeşil alan miktarına etkisi, ölçüldüğü sınırlara göre farklılaşmaktadır. Yazar vd. (2023), İstanbul'daki beş kentsel dönüşüm projesini ve bu projelerin 10 dakikalık yürüme mesafesindeki çevresini 2013–2021 yılları arasında uydu verileriyle incelemiştir. Çalışmaya göre beş projenin dördünde proje alanı içindeki bitki örtüsü (NDVI) artmıştır: Kartal'da %23,11, Cendere'de %21,18, Sarıgöl'de %15,68 ve Fikirtepe'de %8,97. Tarla başı'nda ise proje alanındaki bitki örtüsü %24,86 oranında azalmıştır.

Ancak aynı dönemde proje çevrelerindeki değişim oldukça sınırlı kalmış, hatta bazı alanlarda azalma yaşanmıştır. Cendere projesinin çevresinde bitki örtüsü %2,05, Sarıgöl'ün çevresinde ise %0,97 oranında azalmıştır (Yazar vd., 2023). Bu sonuç, dönüşümün yeşil alan miktarını artırdığı durumlarda bile bu artışın büyük ölçüde proje sınırları içinde kaldığını ve çevredeki kentsel dokuya yansımadığını göstermektedir. Plan ölçeğinde de benzer bir tablo görülmektedir: İstanbul'daki 51 riskli alanın yaklaşık yarısında kişi başına düşen açık ve yeşil alan miktarı artarken 16 riskli alanda azalmıştır (Sakarya ve Bektaş, 2024). Parsel ve site ölçeğinde ise Bursa Ataevler Mahallesi'nde dönüşüm sonrasında site içindeki yeşil alan oranlarının azaldığı belirlenmiştir (Durak vd., 2018).

Proje alanlarındaki artışın kamusal yeşil alan anlamına gelip gelmediği de ayrıca sorgulanmalıdır. Üçüncü bölümde belirtildiği gibi dönüşüm projelerinde üretilen yeşil alanlar çoğunlukla site içi peyzaj alanları biçimindedir. Ayrıca toplam yeşil alan artsa bile, dönüşümle birlikte artan nüfus nedeniyle kişi başına düşen kamusal yeşil alan miktarı azalabilmektedir. Dolayısıyla dönüşümün başarısını yalnızca uydu görüntülerindeki bitki örtüsü artışıyla değerlendirmek yanıltıcı olabilmekte; değerlendirmenin, Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği'nin öngördüğü kişi başına kamusal yeşil alan standardı üzerinden yapılması gerekmektedir.

6.3. Nitelik, Dağılım ve Erişilebilirlik

Yeşil alanların kent yaşamına katkısı, miktarlarının yanı sıra niteliklerine ve herkes tarafından erişilebilir olmalarına bağlıdır. Dönüşüm projelerinde üretilen yeşil alanlar çoğunlukla bina araları, otopark üstleri ve site girişleri gibi yapılaşmadan artakalan alanlarda yer almaktadır. Durak vd. (2018), dönüşüm sonrasında sitelere yüzme havuzu gibi yeni işlevler eklenirken sosyal etkileşimi destekleyen tanımlı dış mekânların ve yeşil alanların azaldığını belirlemiştir. Bu alanlar görsel bir yeşillik sağlasa da oyun, spor, dinlenme ve toplanma gibi aktif kullanımlara elverişli büyüklükte ve nitelikte olmamaktadır. Ayrıca güvenli site düzeni nedeniyle bu alanlara yalnızca o sitenin sakinleri erişebilmekte, mahallenin diğer sakinleri bu alanlardan yararlanamamaktadır.

Yazar vd. (2023), bu durumu "yeşil ayrışma" (*green divide*) olarak tanımlamakta ve yeşil altyapının dağılımının yalnızca proje alanlarıyla sınırlı kaldığını vurgulamaktadır. Böylece dönüşüm, kent içinde yeşil alana erişimi olan ve olmayan kesimler arasında yeni bir ayrışma yaratmaktadır. İstanbul Gaziosmanpaşa'daki sürdürülebilirlik odaklı dönüşüm projelerini inceleyen Yazar vd. (2020) de dönüşümün yeşil soylulaştırmaya yol açarak dışlayıcı ve özel yeşil alanları teşvik edebildiğini, "yeşil" ilçelerin yalnızca görece varlıklı kesimlere erişilebilir hâle gelme riskini taşıdığını ortaya koymuştur. Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği'nin yeşil alanlar için yürüme mesafesi ölçütü getirmesi, erişilebilirliğin yasal olarak da bir standart olduğunu göstermektedir; ancak site içinde kalan ve kamuya kapalı yeşil alanlar bu ölçütü karşılamamaktadır.

6.4. Ekolojik ve Toplumsal Boyut

Dönüşümün yeşil alanlar üzerindeki etkileri, kent ekolojisi açısından da önemli sonuçlar doğurmaktadır. Dönüşüm öncesindeki az katlı ve bahçeli yapılaşmanın yerini bodrum otoparklı, yüksek taban alanlı yapılara bırakması; olgun ağaçların kesilmesine, toprak yüzeyinin geçirimsiz hâle gelmesine ve yağmur suyunun toprağa sızmasının azalmasına yol açabilmektedir. Nitekim Durak vd. (2018), dönüşüm sonrasında blok taban alanlarının arttığını, bloklar arasındaki mesafelerin azaldığını ve daha önce zeminde yer alan otopark alanlarının yer altı otoparkı olarak tasarlandığını belirlemiştir.

Üçüncü bölümde belirtildiği gibi yeşil alanların en belirgin ekolojik işlevlerinden biri kentsel ısıyı azaltmalarıdır. Yazar vd. (2023), bitki örtüsünün arttığı proje alanlarının çoğunda yüzey sıcaklığının düştüğünü; örneğin Fikirtepe'de 1,18 °C, Kartal'da 1,09 °C azaldığını belirlemiştir. Buna karşın bitki örtüsünün azaldığı Tarlabası'nda yüzey sıcaklığı 1,25 °C artmış, Sarıgöl projesinin çevresinde ise 1,50 °C'lik bir artış gerçekleşmiştir. Bu bulgular, dönüşümün serinletici etkisinden ağırlıklı olarak yeni konutlarda yaşayanların yararlandığını, çevredeki mahallelerin ise artan ısıya daha fazla maruz kaldığını göstermektedir.

Toplumsal açıdan ise kamusal yeşil alanlar, farklı gelir ve yaş gruplarından insanların bir araya geldiği ender kentsel mekânlardır. Dönüşümle birlikte bu alanların yerini kamuya kapalı site bahçelerinin alması, mahalle ölçeğindeki toplumsal etkileşimi zayıflatmaktadır. Çocuklar, yaşlılar ve dönüşüm sonrasında aynı mahallede kalmaya devam eden düşük gelirli sakinler gibi kamusal alana en çok ihtiyaç duyan kesimler, bu kayıptan en fazla etkilenen gruplar olmaktadır. Yazar vd. (2023) de bu durumun, yeni konutlardan yararlanamayan kesimlerin iklim değişikliği karşısındaki kırılganlığını artırdığına dikkat çekmektedir. Gaziosmanpaşa örneğinde ise planlı soylulaştırma nedeniyle kırılgan durumdaki sakinlerin yerinden edildiği ve bu etkilerin "yeşil" sürdürülebilirlik vizyonlarıyla daha da güçlendiği belirlenmiştir (Yazar vd., 2020). Isparta Gülistan Mahallesi'nde de yüksek kat izni alamayan ve cadde üzerinde bulunmayan bölgelerin müteahhitlerin ilgisini çekmemesinin, bu bölgeler için ayrı bir risk ve sosyal adaletsizlik oluşturduğu vurgulanmaktadır (Bingöl ve Gök, 2018).

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Türkiye'de kentsel dönüşüm uygulamalarının kamusal yeşil alanlar üzerindeki etkileri, ilgili literatür ve yasal çerçeve ışığında değerlendirilmiştir. Değerlendirme, dönüşümün yeşil alanlar üzerindeki etkisinin tek başına "kayıp" ya da "kazanç" olarak tanımlanamayacağını göstermektedir. Bazı projelerde proje alanı içindeki bitki örtüsü artmakta, ancak bu artış büyük ölçüde site içi ve kamuya kapalı yeşil alanlar biçiminde gerçekleşmektedir. Proje çevresindeki mahallelerde ise yeşil alan miktarı değişmemekte ya da azalmakta, buna karşın artan nüfus nedeniyle mevcut kamusal yeşil alanlar üzerindeki kullanım baskısı yoğunlaşmaktadır.

Bu sonucun temel nedeni, dönüşümün uygulandığı ölçek ve dönüşümü yönlendiren önceliklerdir. 6306 sayılı Kanun'la birlikte yaygınlaşan parsel bazlı dönüşüm, yapı güvenliğini öncelikli hedef olarak benimsemekte; mahalle ölçeğinde yeni kamusal yeşil alan üretilmesine olanak tanımamaktadır. Dönüşümün ekonomik uygulanabilirliğinin yoğunluk artışına bağlı olması ise nüfusu artırırken kamusal donatıların aynı oranda artmamasına yol açmaktadır. Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği, standartları düşüren plan değişikliklerini

yasaklayarak ve artan nüfus için ek alan ayrılmasını öngörerek güçlü bir koruma çerçevesi sunsa da bu hükümler parsel bazlı dönüşümde uygulamada büyük ölçüde işlememektedir. Sonuç olarak dönüşüm, yeşil alana erişimi olan ve olmayan kesimler arasında yeni bir ayrışma yaratmakta; dönüşümün ekolojik ve iklimsel yararlarından ağırlıklı olarak yeni konutlarda yaşayanlar yararlanmaktadır.

Bu sonuçlar doğrultusunda kentsel dönüşüm sürecinde kamusal yeşil alanların korunması ve geliştirilmesi için şu öneriler sunulmaktadır:

Dönüşüm ölçeğinin büyütülmesi: Parsel bazlı uygulamalar yerine ada ya da mahalle ölçeğinde bütüncül dönüşüm teşvik edilmeli; birden fazla parselin birlikte dönüştürülmesiyle kamusal yeşil alan üretimine olanak sağlanmalıdır.

Kamusal ve özel yeşil alan ayrımının netleştirilmesi: Dönüşüm projelerinde site içi peyzaj alanları kamusal yeşil alan hesabına dâhil edilmemeli; her projede kamunun erişimine açık asgari bir yeşil alan payı ayrılması zorunlu tutulmalıdır.

Yoğunluk artışı ile yeşil alan yükümlülüğünün ilişkilendirilmesi: Artan nüfus için ek yeşil alan ayrılmasını öngören yönetmelik hükmü parsel bazlı dönüşümde de işletilmeli; parsel içinde alan ayrılamayan durumlarda yoğunluk artışından elde edilen değerlerin bir bölümü, aynı hizmet etki alanında yeşil alan üretimine aktarılmalıdır.

Ekolojik değerlerin korunması: Dönüşüm öncesinde alandaki olgun ağaçlar ve geçirimli yüzeyler tespit edilmeli, bu değerlerin korunmasına ya da yeniden kazandırılmasına yönelik zorunlu ölçütler getirilmelidir.

İzleme sisteminin geliştirilmesi: Dönüşümün başarısı yalnızca yenilenen bağımsız bölüm sayısı ile değil; kişi başına kamusal yeşil alan miktarı, yeşil alanlara yürüme mesafesi ve yüzey sıcaklığı gibi çevresel göstergelerle de izlenmeli ve bu veriler kamuoyuyla paylaşılmalıdır.

Kentsel dönüşüm, Türkiye'nin önümüzdeki on yıllarda da kentsel mekânı en çok etkileyecek süreçlerden biri olmaya devam edecektir. Bu süreç, yapı stokunu güvenli hâle getirmenin yanı sıra kentlerin uzun süredir biriken yeşil alan açığını kapatmak için de önemli bir fırsat sunmaktadır. Bu fırsatın değerlendirilebilmesi, kamusal yeşil alanların dönüşümün ikincil bir sonucu olarak değil, planlamanın temel bir bileşeni olarak ele alınmasına bağlıdır.

KAYNAKÇA

- 775 sayılı Gecekondu Kanunu. (1966, 30 Temmuz). *Resmî Gazete* (Sayı: 12362).
- 2981 sayılı İmar ve Gecekondu Mevzuatına Aykırı Yapılara Uygulanacak Bazı İşlemler ve 6785 Sayılı İmar Kanununun Bir Maddesinin Değiştirilmesi Hakkında Kanun. (1984, 8 Mart). *Resmî Gazete* (Sayı: 18335).
- 5162 sayılı Toplu Konut Kanunu ile Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun. (2004, 12 Mayıs). *Resmî Gazete* (Sayı: 25460).
- 5366 sayılı Yıpranan Tarihi ve Kültürel Taşınmaz Varlıkların Yenilenerek Korunması ve Yaşatılarak Kullanılması Hakkında Kanun. (2005, 5 Temmuz). *Resmî Gazete* (Sayı: 25866).
- 5393 sayılı Belediye Kanunu. (2005, 13 Temmuz). *Resmî Gazete* (Sayı: 25874).
- 6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun. (2012, 31 Mayıs). *Resmî Gazete* (Sayı: 28309).
- Akkar Ercan, Z. M. (2006). Kentsel dönüşüm üzerine Batı'daki kavramlar, tanımlar, süreçler ve Türkiye. *Planlama*, 36, 29–38.
- Anadolu Ajansı. (2026, 16 Ağustos). İstanbul'da kentsel dönüşümü tamamlanan bağımsız bölüm sayısı 1 milyona ulaştı. <https://www.aa.com.tr/tr/gundem/istanbulda-kentsel-donusumu-tamamlanan-bagimsiz-bolum-sayisi-1-milyona-ulasti/4028862>
- Bingöl, B., & Gök, A. B. (2018). Kentsel dönüşüm uygulamaları; Isparta Gülistan Mahallesi örneği. *Kent Akademisi*, 11(4), 591–599.
- Bostancı, S. H. (2014). Kentsel dönüşüm ve sürdürülebilirlik arakesitinde yeşil dönüşüm. F. N. Genç (Ed.), *Kamu yönetiminde değişim: KAYFOR XII bildiriler kitabı* içinde (s. 167–176). 12. Kamu Yönetimi Forumu, Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.
- Bowler, D. E., Buyung-Ali, L., Knight, T. M., & Pullin, A. S. (2010). Urban greening to cool towns and cities: A systematic review of the empirical evidence. *Landscape and Urban Planning*, 97(3), 147–155. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.05.006>
- Chiesura, A. (2004). The role of urban parks for the sustainable city. *Landscape and Urban Planning*, 68(1), 129–138. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2003.08.003>
- Cihangir Çamur, K., & Korkmaz, C. (2021). İnşaat odaklı ekonomide kentsel dönüşüm mevzuatının dönüşümü, pratiği ve planlama ilke-esasları çatışması: Mahkeme kararlarında Ankara örneği. *Planlama*, 31(1), 95–107. <https://doi.org/10.14744/planlama.2020.76993>

- Çakır, E. (2023). 21. yüzyılda kentsel dönüşüm ve yeni eğilimler. *Meriç Uluslararası Sosyal ve Stratejik Araştırmalar Dergisi*, 7(18), 118–144.
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2024). 2023 yılı idare faaliyet raporu. <https://webdosya.csb.gov.tr/db/strateji/icerikler/csidb-2023-yili-idare-faaliyet-raporu-20240430140139.pdf>
- Durak, S., Vural Arslan, T., Deniz, O., & Satış, İ. (2018). Kentsel dönüşümün mahalle sürdürülebilirliğine etkisi: Bursa Ataevler Mahallesi örneği. *Online Journal of Art and Design*, 6(5), 263–292.
- Giritlioğlu, P. P. (2024). İstilacı kentleşme ve çevresel etkileri: İstanbul örneği. *mimar•ist*, 2024/1, 36–45.
- Haaland, C., & Konijnendijk van den Bosch, C. (2015). Challenges and strategies for urban green-space planning in cities undergoing densification: A review. *Urban Forestry & Urban Greening*, 14(4), 760–771. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2015.07.009>
- Karataş, A., & Kılıç, S. (2017). Sürdürülebilir kentsel gelişme ve yeşil alanlar. *SİYASAL: Journal of Political Sciences*, 26(2), 53–78. <https://doi.org/10.26650/siyasal.2017.26.2.0003>
- Kuyucu, T., & Ünsal, Ö. (2010). 'Urban transformation' as state-led property transfer: An analysis of two cases of urban renewal in Istanbul. *Urban Studies*, 47(7), 1479–1499. <https://doi.org/10.1177/0042098009353629>
- Lee, A. C. K., & Maheswaran, R. (2011). The health benefits of urban green spaces: A review of the evidence. *Journal of Public Health*, 33(2), 212–222. <https://doi.org/10.1093/pubmed/fdq068>
- Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği. (2014, 14 Haziran). *Resmî Gazete* (Sayı: 29030).
- Okumuş, D. E. (2014). *Kentsel dönüşümde sosyal donatı alanlarının değişimi ve kentsel yaşam kalitesine etkisi: Ataşehir Barbaros Mahallesi örneği* [Yüksek lisans tezi]. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Quinton, J., Nesbitt, L., & Sax, D. (2022). How well do we know green gentrification? A systematic review of the methods. *Progress in Human Geography*, 46(4), 960–987. <https://doi.org/10.1177/03091325221104478>
- Roberts, P. (2000). The evolution, definition and purpose of urban regeneration. P. Roberts ve H. Sykes (Ed.), *Urban regeneration: A handbook* içinde (s. 9–36). SAGE.
- Said, Z. M., & Dindar, S. (2024). Key challenges and strategies in the evaluation of sustainable urban regeneration projects: Insights from a systematic literature review. *Sustainability*, 16(22), 9903. <https://doi.org/10.3390/su16229903>

- Sakarya, A., & Bektaş, Y. (2024). İstanbul'da kentsel dönüşüm alanlarındaki planların sosyal altyapı alanları yönünden incelenmesi. *METU Journal of the Faculty of Architecture*, 41(2), 55–90. <https://doi.org/10.4305/metu.jfa.2024.2.3>
- United Nations. (2019). *World urbanization prospects: The 2018 revision* (ST/ESA/SER.A/420).
- WHO Regional Office for Europe. (2016). *Urban green spaces and health: A review of evidence*. WHO Regional Office for Europe. <https://www.who.int/europe/publications/i/item/who-euro-2016-3352-43111-60341>
- Wolch, J. R., Byrne, J., & Newell, J. P. (2014). Urban green space, public health, and environmental justice: The challenge of making cities 'just green enough'. *Landscape and Urban Planning*, 125, 234–244. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.01.017>
- Yazar, M., Hestad, D., Mangalagiu, D., Saysel, A. K., Ma, Y., & Thornton, T. F. (2020). From urban sustainability transformations to green gentrification: Urban renewal in Gaziosmanpaşa, Istanbul. *Climatic Change*, 160(4), 637–653. <https://doi.org/10.1007/s10584-019-02509-3>
- Yazar, M., Daloglu Cetinkaya, I., Iban, M. C., & Bilgilioglu, S. S. (2023). The green divide and heat exposure: Urban transformation projects in Istanbul. *Frontiers in Environmental Science*, 11, 1265332. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2023.1265332>
- Yılmaz, O. (2015). *İstanbul'da yerinde kentsel dönüşüm uygulamaları ve kentsel yaşam kalitesi: "6306 sayılı Kanun'a göre"* [Yüksek lisans tezi]. İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

AN ASSESSMENT ON THE USE OF THE 3-30-300 RULE IN URBAN GREEN SPACE PLANNING

Prof. Dr. Cengiz YÜCEDAĞ

Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Department of Landscape Architecture, Burdur Türkiye,

yucedagc@gmail.com, 0000-0002-5360-4241

Abstract

The 3-30-300 rule provides a practical framework for urban green space planning by bringing together three aspects of everyday contact with nature: tree visibility from residential buildings, neighbourhood tree canopy cover and access to public green spaces. This review paper examines the scientific basis of the rule, how its compounds are measured, and what experiences from different cities reveal about its potential and limitations. Particular attention is given to its implications for human health, environmental equity and urban planning. Evidence from cities across different geographical and socioeconomic settings shows considerable variation in compliance with the three criteria, depending on urban form, spatial units of analysis, and the data used. Achieving 30% tree canopy cover is particularly difficult in densely built-up areas while access to a green area within 300 meters does not necessarily mean that residents can easily reach or benefit from it. Differences in green space distribution, socioeconomic conditions and existing urban development further complicate the application of the rule. The reviewed studies also make clear that increasing green space provision alone is unlikely to address these challenges unless attention is paid to accessibility, usability and the needs of different population groups. This study suggest that the 3-30-300 rule should be viewed not as a rigid, universal standard, but rather as a prioritization tool—one that is adapted to local conditions and complemented by indicators of environmental justice. In this regard, the 3-30-300 rule offers a useful starting point for identifying gaps in urban green infrastructure, directing interventions towards undeserved neighbourhoods and informing more equitable urban greening policies.

Keywords: 3-30-300 rule, urban green space, tree canopy cover, accessibility, environmental equity

KENTSEL YEŞİL ALAN PLANLAMASINDA 3-30-300 KURALININ KULLANIMI ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME

Özet

3-30-300 kuralı, kentsel yeşil altyapıyı konuttan ağaç görünürlüğü, mahallede ağaç taç örtüsü ve kamusal yeşil alana yakınlık açısından birlikte ele alan bir planlama rehberidir. Bu anlatsal derlemede, kuralın bilimsel dayanakları, mekânsal ölçüm yaklaşımları, farklı kentlerdeki uygulamaları, sağlık ve çevresel eşitlik ilişkileri ile planlama sınırlılıkları değerlendirilmiştir. Bu kapsamda, farklı coğrafi ve sosyoekonomik özelliklere sahip kentlerde gerçekleştirilen araştırmaların bulguları karşılaştırılarak kuralın uygulanabilirliği, güçlü yönleri ve mevcut sınırlılıkları bütüncül bir bakış açısıyla tartışılmıştır. Farklı kıtalardan örnekler, üç bileşenin karşılanma düzeylerinin kent dokusuna, analiz birimine ve kullanılan veri setine göre belirgin biçimde değiştiğini göstermektedir. Özellikle yoğun yerleşimlerde %30 taç örtüsü hedefi güçleşirken, 300 metre erişim göstergesi parkların kalitesi ve yaya ağı dikkate alınmadığında eksik kalabilmektedir. Bunun yanında, yeşil alanların kent içerisindeki eşitsiz dağılımı, sosyoekonomik farklılıklar ve mevcut yapılaşma koşulları, kuralın uygulanmasında dikkate alınması gereken önemli unsurlar olarak öne çıkmaktadır. İncelenen çalışmalar, yalnızca yeşil alan miktarının artırılmasının yeterli olmadığını; bu alanların erişilebilirliği, işlevselliği ve farklı toplumsal gruplar arasında dengeli dağılımının da planlama süreçlerine dâhil edilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Sonuçlar, kuralın katı bir evrensel standarttan çok, yerel koşullara uyarlanmış ve çevresel adalet göstergeleriyle tamamlanmış bir önceliklendirme aracı olarak kullanılmasını desteklemektedir. Bu doğrultuda, 3-30-300 kuralının mevcut yeşil altyapı eksikliklerinin belirlenmesi, müdahale alanlarının önceliklendirilmesi ve kentsel yeşil alan politikalarının geliştirilmesinde yol gösterici bir çerçeve sunabileceği değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: 3-30-300 kuralı, kentsel yeşil alan, ağaç taç örtüsü, erişilebilirlik, çevresel eşitlik

1. INTRODUCTION

Urban green spaces play an important role in making cities more liveable, supporting ecological process and helping urban areas cope with climate change. However, having more green space does not necessarily mean that residents have better access to nature. The total area of green space or the amount available per person tells us little about what people actually see from their homes, how easily they can reach a park or whether greenery is distributed fairly across neighbourhoods. These aspects are often disregarded when urban greenery is assessed primarily through area-based indicators. Therefore, a comprehensive picture requires looking beyond the amount of green space and considering how people experience it in their daily environments. The 3-30-300 rule, proposed by Konijnendijk (2023), offers a relatively simple way of doing this through three measurable targets.

The 3-30-300 rule is based on the straightforward principle that residents should have access to a high-quality green space within 300 meters, live in neighbourhoods with at least 30% tree canopy cover and be able to see at least three trees from their homes (Konijnendijk, 2023). The rule allows urban greenery to be examined from both a residential and a neighbourhood perspective by combining these three aspects. However, it is not always easy to apply the same thresholds in different cities. The results may differ depending on what constitutes a neighbourhood, how tree visibility is measured and which green spaces are considered accessible. Browning et al. (2024) address these measurement challenges while Owen et al. (2024) highlight the practical difficulties of achieving the goals in existing environments. This raises a crucial question: how useful are these thresholds for planning when cities differ so widely in terms of their physical characteristics and available green space?

In this context, this review paper assesses how the 3-30-300 rule has been applied and examined in different urban settings. Drawing on published research, it considers the methods used to measure the three components, the differences observed in different cities and the links between the rule, human health and environmental equity. It also discusses the practical challenges of applying the rule and considers how it can be used to guide urban green space planning under different local conditions.

2. THE USE OF THE 3-30-300 RULE IN URBAN GREEN SPACE PLANNING

2.1. Approaches used in the evaluation of the rule

Measuring the first component of the rule requires distinguishing between a simple count of trees near a street and the actual visibility of trees from a window. Browning et al. (2024) have highlighted the importance of using surveys and window-based analyses to assess visibility. Daland (2023) developed a field-of-view modelling approach, while Mitelsztedt et al. (2025) demonstrated—using laser-scanning point clouds—that

visibility is sensitive to both the observer's position and the specific parameters of the algorithm used. Das et al. (2026, a preprint not yet peer-reviewed) found that, in Melbourne apartment buildings, visual exposure at the individual floor level can differ significantly from measurements taken at the building level.

For assessing tree canopy cover, key data sources include high-resolution imagery, land-cover classification, and laser-scanning data; for park access, essential factors include pedestrian networks, park entrances, and conditions for public use. Lahoti et al. (2025) integrated survey data, NDVI and QGIS-based measurements in Nagpur, whereas Wagner et al. (2025) proposed an approach based on deep learning. In Warsaw, Siok and Wyrzykowski (2025) identified potential park locations using a fuzzy analytic hierarchy process combined with GIS. Lanza et al. (2026) developed a scalable composite index for Ferrara that goes beyond a simple dual-threshold approach by incorporating both demographic and ecological characteristics.

Across these studies, the definitions of terms such as “neighbourhood,” “visible tree,” and “accessible park” are not consistent. For this reason, the reported rates should not be directly ranked when different units of observation (e.g., individuals, buildings, neighbourhoods) and varying park-size thresholds are used (Browning et al., 2024; Robitaille and Douyon, 2025; Torrentí et al., 2026).

2.2. Practices in different cities

Initial studies on the applicability of the rule at the urban scale have shown that the canopy cover target, in particular, is challenging to meet in densely developed areas. Daland (2023) reported that, in Gothenburg, central and industrial zones are disadvantaged with respect to the three targets; meanwhile, Reilly (2025, undergraduate honors thesis) found that, in New London, a 30% canopy cover is the most difficult component to achieve due to the existing urban fabric. These two academic theses should be considered separately from peer-reviewed journal articles.

Examples from the United States demonstrate how spatial data and subjective preferences work well together. In a survey of 1,716 individuals in Florida, Koeser et al. (2024) found that while 37.3% of participants met all three criteria, approximately half of them still expressed that they would like to see more trees in their neighbourhoods. Ayeni and Berland (2025) calculated the 3-30-300 indicators at the census block group level in Evansville and examined their relationship with income, education and racial composition. This approach highlights not only the average level of greenery but also its distributional equity.

Examples from Poland and the Czech Republic illustrate differences in measurement and implementation. For example, Mitelsztedt et al. (2025) calculated the three components for five Polish municipalities using airborne laser scanning data, which points out that the assessment of tree visibility is sensitive to the parameters of the

algorithm used. Besides, Szczepańska and Wyrwa (2025) analysed the distribution of green spaces in Wolsztyn and proposed localized interventions for areas with limited access. Wagner et al. (2025) showed that in Olomouc, nearly all residential areas meet the three-tree component threshold, while the neighbourhood canopy cover reaches a maximum of 22%, and approximately one-quarter of residential areas have access to a park within 300 meters. Meanwhile, Siok and Wyrzykowski (2025) employed a multi-criteria spatial model for the siting of new parks in Warsaw.

Studies in South and Southeast Asia indicate that the rule requires adaptation for cities with high density and limited resources. For instance, Lahoti et al. (2025) reported that in areas with low greenery in Nagpur, India, tree visibility can be limited to fewer than two trees, canopy cover is approximately 7%, and over 80% of residents does not have access to green space within 300 meters. The urban green exposure index proposed in the study reveals intra-neighbourhood differences that go beyond simple, individual thresholds. Iqbal et al. (2025) demonstrated that access to green space could be significantly enhanced by improving the usage and accessibility conditions of existing sites in Surakarta.

Previous studies in the Americas reveal that the relationship between access and social equity differs from city to city. For instance, Robitaille and Douyon (2025) reported that only 19.4% of neighbourhoods in Montreal meet all three criteria, with tree canopy cover varying from 0.8% to 84% in different neighbourhoods. In a similar vein, Silva et al. (2025) examined nine neighbourhoods with different income levels in Cachoeiro de Itapemirim, Brazil, and found that none of them met the full set of criteria. García-Torres et al. (2026), in the semi-arid metropolitan area of San Luis Potosí, Mexico, analysed green infrastructure as well as socioeconomic indicators, which highlights the significance of local climatic and income-related disparities.

As for the European and Mediterranean cities, substantial variations have been observed between tree visibility and canopy cover. For instance, in Valencia, Torrentí et al. (2026) reported that 70.7% of buildings meet the criterion of having three trees visible, and 44.41% are within 300 meters of such trees; however, only 0.03% have a 30% tree canopy cover within a 500-meter radius. In addition, Lanza et al. (2026) accounted for ecological, infrastructural and demographic variables in Ferrara by using a composite index that integrates three components at the building level. This approach not only indicates priorities for improvement in addition to whether specific thresholds are met.

In their analysis consisting of 862 European cities, Bertassello et al. (2026) reported that less than 15% of the population meets all three criteria while 21% live in areas that meet none of them. When this large-scale finding is considered in conjunction with local case studies, it becomes clear that the "3-30-300 rule" is not a fixed

standard to be achieved in isolation, but rather a benchmarking framework to be used for identifying existing gaps in green infrastructure. Because of the variations in how metrics are defined across different studies, it is not appropriate to rank cities based on a simple "success" scale.

Regarding the mitigation of urban flooding, Vesuviano et al. (2025) compared current land-use conditions in Aarhus (Denmark), Velika Gorica (Croatia) and Paris (France) against hypothetical scenarios where the 3-30-300 targets are met by using the ANaRM hydrological model. Their study indicates that adding new green spaces and tree canopy, especially at strategic intervention points, can significantly reduce the peak flow of surface runoff; in some sub-catchments in Paris that are larger than 20 km², reductions of more than 10% were calculated. These findings indicate that the 3-30-300 rule should be evaluated for its potential in stormwater management in addition to accessibility and green cover; however, it should be noted that these results represent modelled scenarios rather than actual reductions in flooding.

A common insight from these examples is that the three components are not interchangeable. A high number of visible trees does not necessarily equate to sufficient canopy cover or access to parks, and the mere proximity of a park does not guarantee the quality of its public use. Planning interventions should be differentiated based on the specific component to which they apply (Lahoti et al., 2025; Wagner et al., 2025; Torrentí et al., 2026).

2.3. Its relationship to human health and environmental equity

Nieuwenhuijsen et al. (2022) examined the approximate indicators of the rule and its relationship with mental health using data from 3,145 individuals in Barcelona; they reported that only 4.7% of the participants met the approximate criteria for all three components. Koeser et al. (2024) demonstrated that planning processes must also account for perceptions regarding maintenance requirements and risks, such as those posed by storms in addition to the benefits provided by trees such as shade, aesthetic value and support for wildlife. Therefore, the social acceptance of the rule should not be reduced only to the question of physical access.

Giannico et al. (2026) modelled the potential effect of achieving a 30% tree canopy cover target in Bari, Italy, on the burden of mortality using a health impact assessment; they estimated that 4-5% of annual deaths could potentially be prevented. It should be noted that this result is a model-based projection derived from specific assumptions, rather than an observed causal effect. Das et al. (2026, preprint) reported that only 1.9% of 426 apartment residents in Melbourne met all three components, and that the visibility of greenery from windows was associated with psychological well-being. However, these findings should be interpreted with caution as the study has not yet undergone peer review.

Discussions on environmental justice must encompass the potential unintended consequences of greening initiatives in addition to distributional equity. Robitaille and Douyon (2025) and Bertassello et al. (2026) have highlighted the significance of spatial and socioeconomic differences. Likewise, Aliakbari and Russo (2026) contend that green gentrification, housing costs and the risks of displacement should be evaluated in tandem with housing policies. This perspective is not an empirical estimation of impacts, but rather a framework for planning and governance.

3. APPLICABILITY AND PLANNING-RELATED LIMITATIONS OF THE 3-30-300 RULE

The first limitation is related to differences in the spatial and technical definitions of the criteria. The number of trees around a building is not equivalent to their visibility from windows; neighbourhood boundaries and buffer distances influence canopy cover ratios, and a 300-meter "as-the-crow-flies" distance may not accurately reflect actual pedestrian accessibility (Browning et al., 2024; Mitelsztedt et al., 2025; Wagner et al., 2025). Therefore, studies must clearly report the data year, unit of analysis, definition of parks and assumptions regarding visibility.

The second limitation is related to physical and ecological feasibility. In dense urban fabrics, there may be insufficient soil volume and planting space to achieve 30% tree canopy cover (Torrentí et al., 2026). In semi-arid urban environments, species selection, irrigation, and maintenance costs become critical factors (García-Torres et al., 2026). Furthermore, the quality, safety, and public accessibility of parks cannot be captured by a proximity-based metric alone (Szczepańska and Wyrwa, 2025).

From a hydrological perspective, the method of implementation is also significant. Vesuviano et al. (2025) demonstrated that, while afforestation per unit area can yield greater reductions in surface runoff compared to the creation of grassed areas, the latter may—depending on the specific scenario—result in a larger overall impact. In the case of Paris, in particular, the fact that full compliance with the "3-30-300" targets would necessitate large-scale land transformation requires careful consideration regarding the physical feasibility of these goals and the potential for alternative spatial distributions of interventions. A third limitation is that a three-threshold classification may obscure small but meaningful improvements. Lanza et al. (2026) demonstrated that incremental progress can be tracked by proposing a composite index for Ferrara. Siok and Wyrzykowski (2025) showed—by identifying alternative parking locations in Warsaw using a multi-criteria method—that this approach can be applied not only to assessment but also to planning scenarios. Aliakbari and Russo (2026) emphasized that investments in greening should be considered in conjunction with housing affordability and tenant protection.

A general assessment of the literature suggests that the most robust application of this rule is not to establish a definitive ranking of cities based on performance, but rather to monitor progress over time within a single city—using consistent definitions—and to identify the most disadvantaged areas. Approaches that take into account indicators such as floor-level visibility in high-rise residential buildings, local climatic conditions, the quality of parks and social vulnerability would be more useful (Das et al., 2026; Lanza et al., 2026).

4. CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

The scientific studies reviewed indicate that the "3-30-300" rule offers a practical planning framework for urban green infrastructure, bringing together tree visibility, neighbourhood-scale canopy cover, and access to green spaces in an integrated manner. However, the extent to which these three targets are met varies considerably depending on the built environment of a city, the existing distribution of green infrastructure and the methods used to measure each component. Consequently, the main value of the rule lies not in ranking cities according to their level of compliance, but rather in its ability to identify areas requiring intervention at the neighbourhood and building scales.

The reviewed studies suggest that greening scenarios developed in accordance with this rule may contribute to improved health, greater environmental equity goals and reduced stormwater runoff. Yet, the location, size, and vegetation characteristics of the green spaces, as well as existing land-use conditions determine these possible advantages. Therefore, an optimal spatial configuration in terms of ecological quality or flood management is not always ensured by meeting the three numerical thresholds alone.

The three components should be mapped independently in planning practice while the actual pedestrian accessibility and quality of parks should also be considered. Priority should be given to neighbourhoods facing greater environmental or socioeconomical disadvantages. For cities in Turkey, further comparative studies across different climatic conditions and urban forms needed in addition to field validation of tree visibility measurements and greater attention to local water availability when selecting plant species. Ultimately, the 3-30-300 rule should not be viewed as a fixed or self-sufficient standard, but rather as a planning tool that is tailored to local conditions and supported by ecological, social, and functional indicators.

REFERENCES

- Aliakbari, S., & Russo, A. (2026). Greening the city with the 3–30–300 rule: A spatial justice perspective on housing governance and green gentrification. *Urban Science*, 10, 244. <https://doi.org/10.3390/urbansci10050244>
- Ayeni, E. A. O., & Berland, A. (2025). A geospatial approach to measuring greenspace access and equity with the 3-30-300 rule [Conference presentation]. 32nd International Cartographic Conference, Vancouver, British Columbia, Canada.
- Bertassello, L. E., van der Velde, M., Maes, J., Liu, S., Brandt, M., & Feyen, L. (2026). Assessing European cities with the 3-30-300 rule underscores the need for enhanced urban greening efforts. *Nature Communications*. 17, 4846. <https://doi.org/10.1038/s41467-026-71523-8>
- Browning, M. H. E. M., Locke, D. H., Konijnendijk, C., Labib, S. M., Rigolon, A., Yeager, R., Bardhan, M., Berland, A., Dadvand, P., Helbich, M., Li, F., Li, H., James, P., Klomp maker, J., Reuben, A., Roman, L. A., Tsai, W.-L., Patwary, M., O’Neil-Dunne, J., Ossola, A., . . . Nieuwenhuijsen, M. (2024). Measuring the 3-30-300 rule to help cities meet nature access thresholds. *Science of the Total Environment*, 907, 167739. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.167739>
- Daland, S. (2023). An investigation of the 3-30-300 rule in a Swedish context [Yüksek lisans tezi, University of Gothenburg].
- Das, S., Sun, Q. C., & Foster, S. (2026). Rethinking the 3–30–300 rule in vertical cities: Individual green exposure and mental health among apartment residents. <https://doi.org/10.2139/ssrn.7430050>
- García-Torres, L. D., López-Mares, L. M., Cárdenas-Tristán, A., Cisneros-Vidales, A. A., & Ramos-Palacios, C. R. (2026). Public green infrastructure, the luxury effect, and the 3-30-300 rule in a Mexican semiarid city. *Frontiers in Sustainable Cities*, 8, 1869039. <https://doi.org/10.3389/frsc.2026.1869039>
- Giannico, O. V., Nannavecchia, A. M., Stafoggia, M., & Bisceglia, L. (2026). The mortality impacts of implementing the 3-30-300 greenness rule and the WHO air quality guidelines in Bari, Southern Italy. *Scientific Reports*, 16, 17314. <https://doi.org/10.1038/s41598-026-44689-w>
- Helbich, M., Browning, M. H. E. M., Voets, D., & Dadvand, P. (2025). Adherence to the 3+30+300 urban green space rule and mental health, physical activity, and overweight: A population-based study in the Netherlands. *Environment International*, 202, 109643. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2025.109643>

- Iqbal, L. M., Njaim, G. A., Vos, D., & Permana, C. T. H. (2025). Parks Please! Implementing the 3–30–300 green space rule in developing countries – The case of Surakarta, Indonesia. *Urban Forestry & Urban Greening*, 107, 128797. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2025.128797>
- Koeser, A. K., Hauer, R. J., Andreu, M. G., Northrop, R., Clarke, M., Diaz, J., Hilbert, D. R., Konijnendijk, C. C., Landry, S. M., Thompson, G. L., & Zarger, R. (2024). Using the 3-30-300 rule to assess urban forest access and preferences in Florida (United States). *Arboriculture & Urban Forestry*, 50(3), 241–257. <https://doi.org/10.48044/jauf.2024.007>
- Konijnendijk, C. C. (2023). Evidence-based guidelines for greener, healthier, more resilient neighbourhoods: Introducing the 3–30–300 rule. *Journal of Forestry Research*, 34, 821–830. <https://doi.org/10.1007/s11676-022-01523-z>
- Lahoti, S. A., Thomas, M., Pimpalshende, P., Dhyan, S., Sahle, M., Kumar, P., & Saito, O. (2025). 3-30-300 benchmark: An evaluation of tree visibility, canopy cover, and green space access in Nagpur, India. *Urban Science*, 9, 120. <https://doi.org/10.3390/urbansci9040120>
- Lanza, G. G., Cipriano, P., Ciliberti, M., Pappalardo, S. E., & De Marchi, M. (2026). Beyond the 3-30-300 rule: Construction of a scalable composite index for the evaluation of urban green—The Ferrara case study. *International Journal of Geo-Information*, 15(6), 256. <https://doi.org/10.3390/ijgi15060256>
- Lopez, M. A., De Marco, A., Anav, A., Sorrentino, B., Paoletti, E., Manzini, J., Hoshika, Y., & Sicard, P. (2025). The 3–30–300 rule compliance: A geospatial tool for urban planning. *Landscape and Urban Planning*, 261, 105396. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2025.105396>
- Mitelsztedt, K., Ciesielski, M., Hycza, T., Lisańczuk, M., Guderski, K., Kurpiewska, S., & Korzeniewski, K. (2025). Exploring the possibilities of implementing the ALS-based 3-30-300 concept for urban green space management in small municipalities. *Land*, 14, 358. <https://doi.org/10.3390/land14020358>
- Nieuwenhuijsen, M. J., Dadvand, P., Márquez, S., Bartoll, X., Barboza, E. P., Cirach, M., Borrell, C., & Zijlema, W. L. (2022). The evaluation of the 3-30-300 green space rule and mental health. *Environmental Research*, 215, 114387. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.114387>
- Owen, D., Fitch, A., Fletcher, D., Knopp, J., Levin, G., Farley, K., Banzhaf, E., Zandersen, M., Grandin, G., & Jones, L. (2024). Opportunities and constraints of implementing the 3–30–300 rule for urban greening. *Urban Forestry & Urban Greening*, 98, 128393. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2024.128393>

- Reilly, N. M. (2025). Assessment of the 3-30-300 standard in New London, Connecticut: GIS analysis and systematic literature review on urban tree cover [Honors thesis, University of Connecticut]. https://digitalcommons.lib.uconn.edu/srhonors_theses/1070
- Robitaille, É., & Douyon, C. (2025). Using the 3-30-300 indicator to evaluate green space accessibility and inequalities: A case study of Montreal, Canada. *Geographies*, 5, 6. <https://doi.org/10.3390/geographies5010006>
- Silva, R. S., de Moura, C. C., Calliman, J. P., Gonçalves, E. O., & da Silva Filho, D. F. (2025). Applying the 3-30-300 guideline to evaluate green equality in a medium-sized Brazilian city. *Arboriculture & Urban Forestry*, 51(6), 657–668. <https://doi.org/10.48044/jauf.2025.031>
- Siok, K., & Wyrzykowski, B. (2025). Methodology for increasing urban greenery according to the 3-30-300 concept: A Warsaw case study. *Sustainability*, 17, 5563. <https://doi.org/10.3390/su17125563>
- Szczepańska, M., & Wyrwa, K. (2025). Availability of green areas in the context of the 3-30-300 rule: The case study of Wolsztyn city. *Quaestiones Geographicae*, 44(4), 73–86.
- Torrentí, F., Sicard, P., Alonso, L., & Calatayud, V. (2026). The rule 3-30-300 for a healthier and greener compact Mediterranean city. *Journal of Environmental Management*, 404, 129541. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2026.129541>
- Wagner, M., Květoňová, V., Jirmus, R., & Lehnert, M. (2025). Towards greener cities: Evaluating urban green space accessibility using the 3-30-300 rule exemplified on the city of Olomouc (Czech Republic). *Moravian Geographical Reports*, 33(2), 129–142. <https://doi.org/10.2478/mgr-2025-0010>
- Vesuviano, G., Fitch, A., Owen, D., Fletcher, D., & Jones, L. (2025). How well does the 3–30–300 rule mitigate urban flooding? *Urban Forestry & Urban Greening*, 104, 128661. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2024.128661>

CULTURE, ARCHITECTURE, AND SYMBOLIC POWER: THE TRANSFORMATION OF GALATAPORT ISTANBUL

Assistant Professor, Dicle KIZILDERE¹

Gebze Technical University, Department of Architecture, diclekizildere@gtu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-7025-7408

Abstract

Waterfront redevelopment projects mobilize culture to frame commercial transformation as a source of public benefit. This presentation examines how museums contribute to these legitimating narratives through the case of Galataport Istanbul, a port area redeveloped for cruise tourism, retail, hospitality, and cultural consumption. It focuses on Istanbul Modern, designed by Renzo Piano, and the Istanbul Museum of Painting and Sculpture, accommodated in port infrastructure redesigned by Emre Arolat. Drawing on symbolic power, symbolic economy, and symbolic policies, the presentation explores how institutional identities and architectural narratives attach cultural and civic value to waterfront redevelopment.

Based on a qualitative case study, the research examines project promotional materials, museum descriptions, architects' statements, media representations, and secondary scholarship. The analysis identifies two registers of symbolic legitimation. Istanbul Modern associates Galataport with contemporary art, private cultural patronage, international networks, and architectural prestige. The Istanbul Museum of Painting and Sculpture connects the waterfront to national art history, public education, institutional continuity, and adaptive reuse. Together, these institutions support representations of Galataport as a cultural destination and accessible urban space. However, these narratives coexist with criticism concerning privatization, heritage loss, commercialization, and controlled access.

The presentation argues that museums operate as symbolic anchors through which redevelopment is presented as culturally meaningful and publicly valuable. Its focus is on the production of legitimating narratives, rather than their success in securing public acceptance. The findings contribute to debates on culture-led regeneration by demonstrating how museums with distinct institutional histories become incorporated into waterfront branding while retaining different sources of cultural authority

Keywords: Museums, Galataport, Culture-Led Transformation

KÜLTÜR, MİMARLIK VE SEMBOLİK GÜÇ: GALATAPORT İSTANBUL’UN DÖNÜŞÜMÜ

Doktor Öğretim Üyesi, Dicle KIZILDERE¹

Gebze Teknik Üniversitesi, Mimarlık Bölümü, diclekizildere@gtu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-7025-7408

Öz

Kıyı alanlarının yeniden geliştirilmesine yönelik projeler, ticari dönüşümü kamusal yarar sağlayan bir müdahale olarak sunmak üzere kültürden yararlanmaktadır. Bu bildiri, kruvaziyer turizmi, perakende ticaret, konaklama ve kültürel tüketim işlevleri doğrultusunda yeniden geliştirilen Galataport İstanbul Projesi örneği üzerinden, müzelerin meşrulaştırıcı anlatıların üretimindeki rolünü incelemektedir. Çalışma, Renzo Piano tarafından tasarlanan İstanbul Modern ile Emre Arolat’ın yeniden işlevlendirdiği liman yapısında yer alan İstanbul Resim ve Heykel Müzesi’ne odaklanmaktadır. Sembolik iktidar, sembolik ekonomi ve sembolik kentsel politikalar yaklaşımlarından hareketle, kurumsal kimlikler ve mimari anlatılar aracılığıyla kıyı alanlarının dönüşümüne nasıl kültürel ve kamusal değer atfedildiğini araştırmaktadır.

Nitel bir vaka çalışmasına dayanan araştırma, proje tanıtım materyallerini, müzelerin kurumsal tanıtım metinlerini, mimarların açıklamalarını, medya temsillerini ve ilgili akademik literatürü incelemektedir. Analiz, sembolik meşrulaştırmanın iki farklı dayanağını ortaya koymaktadır. İstanbul Modern, Galataport’u çağdaş sanat, özel sektörün kültür alanındaki desteği, uluslararası ağlar ve mimari prestijle ilişkilendirmektedir. İstanbul Resim ve Heykel Müzesi ise kıyı alanını ulusal sanat tarihi, kamusal eğitim, kurumsal süreklilik ve yeniden işlevlendirme üzerinden anlamlandırmaktadır. Bu iki kurum, Galataport’un bir kültür odağı ve erişilebilir bir kentsel mekân olarak temsil edilmesini desteklemektedir. Bununla birlikte, bu anlatılar özelleştirme, kültürel miras kaybı, ticarileşme ve denetimli erişime ilişkin eleştirilerle bir arada varlığını sürdürmektedir.

Bildiri, müzelerin yeniden geliştirme süreçlerine kültürel anlam ve kamusal değer kazandıran sembolik odaklar olarak işlev gördüğünü ileri sürmektedir. Çalışmanın odağını, bu anlatıların toplumsal kabul sağlamadaki başarısından ziyade, meşrulaştırıcı anlatıların üretimi oluşturmaktadır. Bulgular, farklı kurumsal geçmişlere sahip müzelerin, kültürel otoritelerini besleyen özgün dayanaklarını korurken kıyı alanlarının markalaştırılmasına nasıl dâhil olduklarını ortaya koyarak kültür odaklı kentsel dönüşüm tartışmalarına katkı sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Müzeler, Galataport, kültür odaklı kentsel dönüşüm.

KİRACILIK VE EV SAHİPLİĞİNİN KENTSEL YAŞAM, KONUT GÜVENCESİ VE MEKANSAL AİDİYET AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ: ANKARA ÖRNEĞİ

Ebrar TEKİN¹/Yüksek Lisans, Prof. Dr. Kemal YAMAN²

¹Karabük Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Kentleşme ve Çevre Sorunları,
ebrartekin6606@gmail.com, ORCID NO: 0009-0007-7036-1804

²Karabük Üniversitesi, Kentleşme ve Çevre Sorunları,
kyaman@karabuk.edu.tr, ORCID:0000-0001-9844-4264

Özet

Bu çalışmanın amacı Ankara özelinde kiracılık ve ev sahipliği durumlarının kentsel yaşama yansıyan etkilerini incelenmesi oluşturmaktadır. Çalışmada akademik literatürden, resmi kurum raporlarından, akademik çalışmalardan, lisansüstü tezlerden ve güvenilir internet kaynaklarından yararlanılmıştır. Elde edilen bulgular literatür tarama yöntemiyle değerlendirilmiştir. Çalışmada Ankara'nın kentsel gelişimi ve kentte yaşayan bireylerin konut güvencesi, mekânsal aidiyet duyguları, kiracı ve ev sahipliğine ilişkin durumları değerlendirilmiştir. Günümüzde gittikçe artan konut fiyatları ve kira ücretleri bireylerin kentsel yaşam kalitesini etkilemektedir. Geçmişten günümüze kırsaldan büyük şehirlere devam eden göçler kentlerde yaşanabilir konutlara ulaşımı zorlaştırabilmekte ve bireyleri maddi ekonomik ve psikolojik yönden etkileyebilmektedir. Ankara bulunduğu coğrafi konum itibarıyla çok sayıda göç almakta ve vermektedir. Bu durum kentlerde konut talebinin artmasına ve kira fiyatlarının yükselmesine neden olabilmektedir. Çalışma sonucunda elde edilen bulgular ise; ev sahipleri tarafından konutun ekonomik bir güvence olarak görülebilmesi, konut sahibi olma ve kiracı olma deneyimlerinin, kentte yaşayan bireylerin yaşamlarını etkilediği ve farklı algılar ortaya çıkarabileceği, konutun barınma ihtiyacının yanında bireylere ekonomik, sosyal/kültürel ve psikolojik olarak çok yönlü etkiler yaratabileceği, ev sahipliğinin bireyin yaşam memnuniyetini etkileyebileceği ve aynı zamanda kiracı olma durumunun bireylerde güvensizlik ve mekânsal aidiyetsizlik hissi yaratabileceği hususları olmuştur.

Anahtar kelimeler: Ev Sahibi, Kiracılar, Kentsel Politikalar, Konut Politikaları, Mekânsal Aidiyet, Kentsel Yaşam Kalitesi.

AN EVALUATION OF TENANCY AND HOMEOWNERSHIP IN TERMS OF URBAN LIFE, HOUSING SECURITY, AND SPATIAL BELONGING: THE CASE OF ANKARA

Abstract

The aim of this study is to examine the effects of tenancy and homeownership on urban life, with a particular focus on Ankara. The study draws on academic literature, official institutional reports, academic studies, postgraduate theses, and reliable online sources. The findings are evaluated using the literature review method. The study examines Ankara's urban development and evaluates housing security, feelings of spatial belonging, and the experiences of tenants and homeowners among individuals living in the city. Today, rising housing prices and rental costs affect individuals' quality of urban life. Migration from rural areas to major cities, which has continued from the past to the present, may make access to habitable housing more difficult and affect individuals financially, economically, and psychologically. Due to its geographical location, Ankara experiences significant levels of both immigration and emigration. This situation may increase housing demand in the city and lead to higher rental prices. The findings of the study indicate that homeowners may perceive housing as a form of economic security; that the experiences of homeownership and tenancy affect the lives of individuals living in urban areas and may give rise to different perceptions; and that housing may have multifaceted economic, social, cultural, and psychological effects on individuals beyond meeting their basic need for shelter. Furthermore, homeownership may influence individuals' life satisfaction, while tenancy may create feelings of insecurity and a lack of spatial belonging.

Keywords: Homeowners, Tenants, Urban Policies, Housing Policies, Spatial Belonging, Quality of Urban Life.

1.GİRİŞ

Kentlerin ve kentleşme politikalarının bugün üzerinde en çok durduğu konu “konut ve konut politikaları” olmuştur. Barınmanın temel bir ihtiyaç olması, eski çağlardan günümüze doğa koşulları, siyasi etkenler, sanayileşme ve nüfus hareketlilikleri gibi etkenler altında gelişerek ve belirli şartlara göre değişerek gelmiştir. Konut artık bireylerin sadece barınmasını sağlayacak bir alandan öte kaliteli ve konforlu bir yaşam alanı sunan dayanıklı yapıları ifade etmektedir. 82 Anayasası, Konut Hakkı’nı “Sosyal ve Ekonomik Haklar ve Ödevler” kısmında yer vermiş ayrıca “Devlet, şehirlerin özelliklerini ve çevre şartlarını gözetken bir planlama çerçevesinde, konut ihtiyacını karşılayacak tedbirleri alır, ayrıca toplu konut teşebbüslerini destekler.” ifadesini kullanmıştır. Bu madde ile devlet bireylerin barınma ihtiyacını karşılayacak düzenlemeleri kendine bir ödev, vatandaşa ise bir hak olarak tanımıştır. (Çetin, 2012, s. 294-295) Başta İstanbul, Ankara, İzmir olmak üzere büyük şehirlerde konut sorunu hızla artmıştır. Ankara’nın başkent olması ve önemli kamu kurumlarını içinde barındırması konut ihtiyacının daha fazla artmasına ve düzensiz kentleşme sorunu ile karşı karşıya kalmasına neden olmuştur. Ankara, merkezi yönetim kuruluşlarını içinde barındıran Kamu yönetimi açısından önemli bir hizmet merkezidir. Bu çerçevede kiracılar ve ev sahiplerinin konut deneyimlerinin karşılaştırılarak incelenmesi Ankara örneğinde özgün bulgular ortaya çıkaracağı düşünülmektedir. Büyük şehirde yaşayan bireylerin kentle olan bağlılıkları, aidiyet duyguları ve geliştirdikleri komşuluk ilişkileri mekânla olan bağlılık duygularına etki etmektedir. Bu ise farklı deneyimleri ortaya çıkarabilmektedir. Bu çalışmada bu deneyimler incelenmektedir.

2.KURAMSAL ÇERÇEVE

Literatürde ev sahibi ve kiracıların kentlerde yaşadıkları deneyimleri karşılaştırmalı olarak inceleyen ya da kentsel dönüşüm kapsamında kiracı ve ev sahipleri üzerinde yapılmış nitel ve nicel bir takım çalışmalar mevcuttur. Bunlardan bazıları: ev sahipliği ve kiracılığın değişen yapısına istatistiksel veriler üzerinden değinen Paköz (2021), kiracıların yaşadıkları endişeleri ve konutun ruh sağlığı üzerindeki etkilerini nitel araştırma yöntemiyle inceleyen Tosun (2025), Ankara’da alt konut piyasaları bağlamında hanehalkı ve konut özellikleri arasındaki ilişkiyi nicel araştırma yöntemi ile inceleyen Uğurlar, Ecaral ve Üçer (2018), Ankara’nın merkezine uzakta oluşları nedeniyle fiyat açısından avantajlı oldukları için insanların TOKİ konutlarında farklı sosyal sınıfların bir arada yaşamakta olduğu TOKİ Yapracık konutlarında 27 aile ile görüşme yapan Coşkun (2016). TOKİ konutlarında kullanıcı memnuniyeti araştırması yapan Suzan & Yaman (2021), kentsel dönüşüm uygulamalarının sosyal boyutunun inceleyen Yaman & Berber (2025), Karabük özelinde kentsel dönüşüm

çalışmalarını inceleyen Kaya & Yaman (2020), yatay mimariden dikey mimariye geçişin ortaya çıkardığı sosyal izolasyonun kent yaşamındaki etkisini araştıran Yaman & Tekin (2026)'ın çalışmalarıdır.

Bu araştırmalar ev sahibi ve kiracıların özellikle büyük kentlerde yaşadıkları sosyal, kültürel, ekonomik pek çok sorunu anlamak açısından önemlidir. Bu doğrultuda Ankara özelinde ve diğer illerde yapılan araştırmalarda görüldüğü üzere şehir merkezinden uzaklaştıkça konut fiyatlarının da farklılaştığını söyleyebiliriz.

2.1. Ankara'nın Kentsel Gelişimi ve Konut Sorunu

Cumhuriyetin kurulmasıyla birlikte ülkenin yeniden inşa süreci başlamıştır. Bu inşa süreci ile birlikte yeni bir yaşam biçimi de toplumda yerini almaya başlamıştır. Ankara'nın imar planları ülkenin en önemli gündemleri arasında yer almaktadır. Ankara'nın konut sorununun çözümü amacıyla yapılan ilk uygulama 1925 yılında çıkarılan 583 sayılı kanundur. Bu kanun doğrudan konut inşasını düzenlemek için değil, yeni yerleşim alanlarının oluşturulmasını sağlayan bir kamulaştırma düzenlemesidir. 1960'lı yıllarda ise artan göç ve değişen siyasal söylemin baskısıyla 1923-1950 arası dönemin planlı gelişme ilkesinden uzaklaşmaya başlanmıştır. Siyasal pazarlık konusu olan kentler birer rant kaynağı haline getirilmiştir. Özellikle büyük kentlerde artan konut ihtiyacı gecekondu yaparak karşılanmıştır. Daha sonra ise gecekondu yapılıma başlı başına bir sektör haline gelmiştir. 1960-1980 arası dönemde ülkemizde uygulanan ithal ikameci modelden vazgeçilmiştir. Bu yeni düzen içinde devlet daha az müdahale eden belirleyici ve karar verici olmaktan çok yönlendirici konumda olmaya başlamıştır. (Karasu, 2009, ss. 247-257). Bu tarihsel süreç değerlendirildiğinde kentleşme ve konut politikalarının toplumu doğrudan etkilediği görülmektedir. Cumhuriyetin ilk yıllarında planlı kentleşme uygulamaları zamanla artan göç ve konut talebi ile birlikte farklı kentsel sorunlara yol açmıştır. Bu sorunların devletin konut politikalarını da etkilediği görülmektedir.

Ankara'nın yüzölçümü Ankara Valiliği'nin resmi kaynaklarına göre 25.706 km'dir. Nüfusu ise 5.910.320 olarak bilinmektedir. Bu nüfusun %86'sını içinde barındıran 8 büyük ilçesi; Çankaya, Keçiören, Mamak, Yenimahalle, Sincan, Etimesgut, Altındağ ve Gölbaşı oluşturmaktadır. Bu ilçelerde yaşayan bireyler Ankara'nın diğer ilçelerine göre daha farklı konut deneyimleri yaşayabilmektedir.

Ankara iline bağlı 25 ilçe, 1 büyükşehir belediyesi, 25 ilçe belediyesi ve 1432 mahalle bulunmaktadır. Sanayi sektöründeki gelişmelerle birlikte yurdun her yerinden gelen iç göçler özellikle 1927-1955 yılları arasında Ankara'nın nüfusunu hızla artırmıştır. (T.C. Ankara Valiliği, 2026) Günümüzde ise değişen zaman ve teknolojik ilerlemeler insanların ihtiyaçlarının da çeşitlenmesine neden olmuştur. İnsanlar kırsalda erişemediği pek çok hizmete büyük şehirlerde erişebilme umuduyla göç etmişler ve göç ile beraber bir çok sorunda ortaya

çıkmiştir. Ankara’da son dönemde artan nüfus artışı beraberinde konut sorununun büyümesine neden olmuştur. Bu durum ise çeşitli bulguların ortaya çıkmasına zemin hazırlamıştır.

3.MATERYAL VE YÖNTEM

Bu araştırmanın çerçevesinin oluşturulmasında, konuya ilişkin erişilebilir akademik literatürden, resmi kurum raporlarından, akademik çalışmalardan, lisansüstü tezlerden ve güvenilir internet kaynaklarından yararlanılmıştır. Elde edilen bulgular, konu ve anlam bütünlüğü içerisinde incelenmiş öneri ve değerlendirmelerde bulunulmuştur.

4.BULGULAR

4.1.Konut Güvencesi

Ankara’nın başkent olmasından sonra artan memur nüfusunun yanında farklı sosyal tabakalardan göç alması sonucunda Ankara’nın konut sorunu giderek artmıştır. Hizmet sektörünün yarattığı iş imkanları da Ankara’nın göç alma sebeplerinden biridir. Ankara’ya göç eden düşük gelir grupları konut ihtiyaçlarını gecekondulu yoluyla çözmeye çalışmış bu da kentsel politikalara yeni sorunlar getirmiştir. (Özkan, 2018, s.30) Kente göç eden düşük gelirli bireyler ilk olarak alternatif bir tercih olan gecekondulu yerleşkelerini seçmek zorunda kalmış bu da plansız kentleşmeye, altyapı yetersizliklerine ve diğer kentsel hizmetlere erişim sorunlarına neden olmuştur.

Kentlerin ve kentleşme politikalarının bugün üzerinde en çok durduğu konu “konut ve konut politikaları” olmuştur. Barınmanın temel bir ihtiyaç olmasından ötürü konut, eski çağlardan günümüze doğa koşulları, siyasi etkenler, sanayileşme ve nüfus hareketlilikleri gibi etkenler altında gelişerek ve belirli şartlara göre değişerek gelmiştir. Konut bireylerin sadece barınmasını sağlayacak bir alandan öte kaliteli ve konforlu bir yaşam alanı sunan dayanaklı yapıları da ifade etmektedir. (Çetin, 2012, s. 294-295) Konut aynı zamanda bireyler için bir güvence kaynağıdır. İnsanların barınma ihtiyacı ekonomi bir mal olan konut tarafından karşılanmaktadır. Konutun yerine bir başka aracın kullanılamayışı devletin konut piyasasına müdahalesini zorunlu kılmaktadır.

Türkiye’de yoksulların yaşadığı konut güvensizliği önemli bir sorundur. Konut güvensizliği yerleşim yerlerinin fiziki eksikliklerinden, bakımsız olmasından ve doğal afet risklerinden kaynaklanmaktadır. Türkiye’nin tüm bölgelerinde yoksul kesimlerin karşılaştığı konut güvensizliği acil çözüm gerektiren sosyal sorundur. Türkiye’nin yoksulluk süreci uzun yıllara dayanmaktadır. Türkiye yoksullukla mücadele ederken konut güvensizliği de ele alınması gereken sosyal politika konularından biri olmuştur. Konut güvensizliğinin en yaygın nedenlerinden biri ekonomik faktörlerdir.(Akbaş, 2025 ss. 111-114)

Toplumsal eşitsizlik bireyler arasında farklı risk algılarına yol açabilmektedir. Zengin toplumsal gruplar genellikle daha iyi kentsel imkânlarla ve fırsatlara erişebilirken, düşük gelirli toplumların aynı imkanlara ve

fırsatlara erişemediği görülmektedir. Bu hizmetler ise konut güvenliğini artırabilmektedir. Toplumsal eşitsizlik konut güvensizliğini derinleştirebilir. Eşitlikçi sosyal politikalar ise konut güvenliğini artırmaya yönelik önem arz etmektedir. (Akbaş, 2025 ss. 126-127)

4.2.Mekânsal Aidiyet

Mekânsal aidiyet kavramı; duyguların, inançların ve davranışların karşılıklı etkileşimini içermektedir. Bu nedenle bireysel değerlerin ortamla özdeşleşme derecesi olarak tanımlanmaktadır. Bu insanlar ve mekânlar arasındaki etkileşimi simgeler. Yaşanılan ortamla olan etkileşim fiziksel alan aidiyet duygusunun nesnesi haline gelir. Mekânsal aidiyet genellikle bireylerin mekânı tanınması ve ona bir değer verme çabası ile ortaya çıkmaktadır. Mekânsal aidiyet, araştırmalarda bir yere bağlılık ve duygusal aidiyet olarak iki boyutta incelenmiştir. Aidiyet duygusu çevre psikolojisi literatüründe sosyal bağlılık olarak incelenmiştir (Öztürk & Halaç, 2020, ss. 436-437). Büyük şehirde yaşayan bireylerin kente olan bağlılıkları, aidiyet duyguları ve geliştirdikleri komşuluk ilişkileri mekânla olan aidiyet duygularına da etki edebilmektedir. Bu ise farklı deneyimleri ortaya çıkarabilmektedir. Bu bağlamda Ankara'nın büyük ilçelerinde yaşayan ev sahibi ve kiracıların, mekânsal aidiyet ve konut deneyimlerinin incelenmesinin literatüre katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

4.3.Kentsel Yaşam Kalitesi

Kent insanların ihtiyaçlarının büyük bir kısmını karşılaması nedeniyle önemli bir mekân olmuştur. Bireylerin kırsalda erişemediği eğitim, sağlık, kamusal hizmetler, iş, sosyal ve kültürel pek çok etmenin kentte karşılanabiliyor olması kentin bireyler açısından önemini daha çok artıran bir mekân haline gelmesinde etkili olmaktadır. 19.yüzyıl sonrasında kentleşme hızındaki artış kentsel yaşam kalitesinin daha fazla gündeme gelmesine neden olmuştur. Kentsel yaşam kalitesi kentlerin fiziksel ve sosyal değerlerinin korunarak zaman içinde iyileştirilmesi sürecini ifade etmektedir. (Yıldız, 2026, ss.35-37) Kent sakinleri için kentsel yaşam kalitesi önemli bir durumdur. Çünkü kentte yaşayan insanlar ulaşım, sağlık, eğitim, sosyal ve kültürel etkinliklere daha kolay erişmek istemektedirler. Büyük şehirlere gittikçe artan göç dalgası kentte yaşayan bireylerin de kentsel yaşam kalitesini etkileyebilmektedir. İşsizlik veya diğer faktörler ile kırsaldan kente göç eden bireyler ise göçle birlikte kentte pek çok ekonomik ve psikolojik problemler yaşayabilmektedir. Büyük şehirlerde artan konut fiyatları kırsaldan gelen insanların mekânsal tercihlerini etkilemekte ve kentsel yaşam kalitesini farklılaştırabilmektedir. Ankara başkent olmasının yanında istihdam olanaklarına sahip önemli bir merkezdir. Bireylerin konutlarında ve kentte deneyimledikleri kentsel yaşam kalitesinin Ankara örneğinde incelenmesinin konut politikalarına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

4.4.Kiracılığın Sosyoekonomik ve Mekânsal Boyutları

İnsanoğlunun en önemli sorunlarından biri olan barınma sorunu zamana ve mekâna bağlı olarak farklılaşsa da bireylerin gündemindeki yerini her zaman korumaktadır. Dünya nüfusu arttıkça ve kentler kalabalıklaştıkça barınma sorunu büyüyerek nitelik değiştirmektedir. Konutun barınma üretim ve tüketim malı olma yatırım aracı olma toplumsal ilişkileri üretme olmak üzere pek çok işlevi vardır. Bu işlevsel çok boyutlu olup hem mülk edinme hem de kirada yaşamaya ilişkin kararların bireyler arasında değişmesine yol açmaktadır. Kirada oturan aileler geçici, yarı-kalıcı ve kalıcı olarak kategorize edilebilir. Bu kategorizeye göre işe, okula, kentsel hizmetlere erişim nedeniyle kirada oturanlar “geçici”, kaliteli bir çevrede ikamet etmek istediği için kendi evini kiraya verip farklı bir muhite kiraya çıkanlar “yarı kalıcı”, satın alma gücü olmadığı için kirada oturan yoksul hanehalkları ise “kalıcı” olarak kategorize edilebilir. Geçici kategorisinde olan kiracılar bulundukları muhitte yüzeysel ilişkiler kurmakta ve sorun çözme çabalarıyla daha az ilgilenmektedir. Bu nedenle bir muhitte ikamet eden kiracı sayısının mülk sahibi sayısından fazla olması genellikle istenen bir durum olmamıştır. (Paköz, 2021 ss. 2-3). Ankara’nın ilçeleri bireylere farklı konut deneyimi sunabilmektedir. Örneğin büyük şehrin trafiğinden uzaklaşmak isteyen bir birey, mekânı beğenirse de işine daha yakın bulduğu için o muhite taşınabilmekte ve yerleşebilmektedir. Özellikle büyük şehirlerde insanlar konut tercihlerinde konutun bulunduğu mekânın özelliklerinde bu kriterlere önem verebilmektedir. Konutun fiziksel tercihi büyük şehirlerde mekâna bağlı olarak değişebilmektedir. Bireyler konut tercihi yaparken önce mekâna ve mekânın kendilerine sunduğu kamusal hizmetlere, daha sonra konutun fiziksel özelliklerine önem verebilmektedir.

4.5.Ev Sahipliği ve Konut Memnuniyeti

Türkiye’de ev sahipliği ve yaşam memnuniyeti arasındaki ilişki yaşanan evin ekonomik bir sermaye olması nedeniyle fayda ve maliyet perspektifinde incelenebilir. Ev sahipliği servet birikimi, ekonomik güvenlik ve özgürlük gibi alanlarda bireylerin yaşam kalitesini etkileyerek hayatlarına pozitif katkılar yapabilmektedir. Ev sahipliği yaşanan konutum değeri üzerinden bireylerin yaşam memnuniyetini ve kalitesini artırabilmektedir. Ev sahipleri, konutu olmayan diğer bireylere kıyasla konut üzerinde daha fazla öznel kontrol sahibi olabilmekte ve konut üzerinde ikamet güvenliğine sahip olabilmektedirler. Dolayısıyla bu durum konut memnuniyetini ve yaşam kalitesini artıran bir etken olarak karşımıza çıkmaktadır. Ev sahipliği, bireylere ekonomik olarak istikrarsız olan ortamlarda kira artışlarına karşı koruma sağlamaktadır. Ancak bu durum konutun borçla mı yoksa borçsuz mu edinildiğine göre değişmektedir. Ev kredisi bireylerin yaşam memnuniyetini olumsuz etkilemektedir. Ev sahipliğinin yaşam memnuniyeti ve mutluluk üzerindeki etkisi bireylerin maddi gelirlerine ve borçluluk durumlarına ve konutun kurumsal yapısına göre değişiklik göstermektedir. Ayrıca hane özellikleri

de bireylerin konut memnuniyetini ve yaşam kalitesini etkileyen bir diğer önemli konudur. Hanehalkının büyüklüğü, konutun büyüklüğü, oda sayısı, hanedeki insanlara düşen oda veya özel alan aynı konutu paylaşan insanların veya çocuk sayısının fazla olması da aynı evi paylaşan hanehalkının yaşam kalitesini etkilemektedir. (Karataş, Topşir & Yolcu, 2026 ss.104-113)

4.6.Konutun Sosyal ve Ekonomik Boyutları

Türkiye’de konutu bir sosyal güvenlik aracı olarak kabul eden yaklaşım ilk kez Dördüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı’nda ortaya konulmuştur. Kamu sektörünün konut yapımında yetersiz kaldığı, yüksek konut fiyatları nedeniyle talebi karşılayamadığı bilinmektedir. Bu durum ise uzun yıllar boyunca özellikle yeni göç eden ve konut ihtiyacı olan bireyleri gecekondulaşmaya itmiştir. Gecekondulaşma ise kentli nüfusu olumsuz etkilemiştir. (Atatanır, 2024, ss.884-893) Konut, ekonomik krizler yaşayan bir ülke için sadece barınma ihtiyacı değil pek çok sosyal boyutu da içermektedir. Yaşanan ekonomik istikrarsızlıklar bireylerin konut üzerindeki düşüncelerini sadece barınma olmaktan ziyade, sosyal bir güvenlik aracı olarak değerlendirmelerine neden olmaktadır. Özellikle büyük şehirlerde yaşayan insanlar artan konut ve kira fiyatlarına karşı konutu bir tasarruf aracı olarak görebilmekte ve ekonomik sermaye birikimi olarak değerlendirebilmektedirler.

Ankara’da konut piyasaları incelenirken farklı ekonomik gruplara hitap eden konutların olduğu görülmüştür. Dolayısıyla konut sektörü farklı gelir gruplarına hitap edecek şekilde ayrılmıştır. Ankara’nın çeşitli ilçeleri ve mahalleleri farklı sosyoekonomik grupların tercih ettiği konut alanlarına dönüşmüştür. (Gökler, 2017, s.307-309)

4.7.Kentsel Politikalar Açısından Değerlendirme

Kırdan kente göç gelişmekte olan ülkelerde olduğu gibi, Türkiye’de de toplumsal ve ekonomik değişimin en önemli belirleyici unsurlarındandır. Makineleşmeyle birlikte kırsalda işsizliğin artması ve tarımdan elde edilen gelirlerin azalması, kırsalda toprağını ekip biçen çiftçinin bazı sebeplerle topraklarının parçalanması, nüfusun artması, köyün satın alma seviyesinin düşmesi gibi değişen etmenler kırdan kente göçü hızlandıran önemli faktörlerdir. (Sevinç, Kantar ve Sevinç, 2018, s.71) Göç ile birlikte büyük şehirlerde hızla artan nüfus konut sorununu da belirgin hale getirmiştir. Konutun sadece barınma ihtiyacı olmadığını bunun yanında ekonomik, sosyal ve güvenlik gibi pek çok boyutunun olduğunu söyleyebiliriz. Özellikle son zamanlarda büyük şehirlerde ekonominin yanında daha pek çok sebebe bağlı olarak artan konut ve kira fiyatları, dar gelirli hanelerin kaliteli konutlara erişimini güçleştirebilmektedir. Bu da bireylerin konut güvensizliğine neden olmaktadır. Ankara Türkiye’nin önemli kentlerinden biridir. Bulunduğu coğrafi konum ve sahip olduğu soysal/ekonomik olanaklardan ötürü göç alan illerden biri olarak önemli bir yere sahiptir. Doğal afetler, eğitim, iş olanakları gibi

nedenler insanların şehir değiştirmesinde önemli paya sahiptir. Kentsel politikaların amaçlarından biri de bireylerin güvenli, nitelikli, kaliteli erişebilirliği kolay olan konutlara ulaşabilmesini sağlamaktır. Büyük şehirlerde hanehalkı oluşumu giderek çeşitlenmektedir. Bu durum ise kentlerde konut ve kira fiyatlarının yukarı yönde değişimine neden olabilmektedir. Özellikle dar gelirli ailelerin kaliteli konutlara erişimi giderek zorlaşmaktadır. Bu durum ise kentsel politikaların konut politikası çalışmalarını geliştirmesi ve mevcut konut politikalarının da toplumsal ihtiyaçları göz önüne alarak yeniden şekillendirmesini gerekli kılmaktadır. Konut güvencesi, mekânsal aidiyet ve kentsel yaşam kalitesi birbiri ile etkileşimi olan durumlardır. Bireylerin konutunda hissettiği güven duygusu, yaşadıkları mahalleye karşı hissettikleri mekânsal aidiyet duygusunu da etkileyebilmektedir. Aynı şekilde bu durum kentsel yaşamlarına da etki edebilmektedir. Kendini yaşadığı konutta güvende hissetmeyen bir bireyin mahalle ile bağ oluşturması beklenen bir durum olmayabilir. Bu ve buna benzer pek çok durum Ankara’da konut ve kentsel politikalar geliştirilirken ele alınması gereken önemli bir durumdur. Konut politikaları sadece konut üretimine değil bunun yanında güvenli, erişilebilir ve kaliteli olmasını da göz önüne almalıdır.

5.SONUÇ ve ÖNERİLER

Türkiye nüfus istatistikleri 2021 yılı verilerine göre Ankara’da 25.329.833 hane bulunmakta bu hanelerin 15.384.812’sini ev sahipleri, 6.991.720’sini kiracılar, diğer bölümü ise bilinmeyen ve diğer hanehalkı oluşturmaktadır. (Nüfus İstatistikleri Portalı)

Bu araştırmada ev sahibi ve kiracı olma statülerinin kentsel yaşamda nasıl farklı deneyimler ortaya çıkardığı ve bu deneyimlerin kentsel yaşama hangi boyutlarda yansıdığı incelenmiştir. Konutun yalnızca barınma değil, bunun yanında içinde yaşayan bireyler için aynı zamanda sosyalleşebilecekleri, kendilerini ekonomik olarak güvende hissedebilecekleri, mahalle ile bağ kurabilecekleri çok yönlü işlevleri olabilmektedir. Ankara’nın başkent olması birçok kamu kurumunu içinde barındırması aldığı göçler, Ankara’nın kentleşme sürecinde ve konut ihtiyaçlarının çeşitlenmesinde önemli rol almıştır. Günümüzde uygulanan konut politikaları sadece konutun fiziksel somut üretimine değil aynı zamanda bu konutun her seviyedeki bireyin alabileceği uygun yaşanabilir ulaşılabilir ve kaliteli olmasına da önem vermelidir.

Ev sahibi olma bireylerde ekonomik güvence oluşturabilirken, aynı zamanda konut kredisi, konutun bakım giderleri evde çalışan kişi sayısı da bu durumu farklılaştırabilmektedir. Kiracı olma durumu ise bireyin kendini yaşadığı konuta ve mahalleye olan aidiyet duygularında farklılıklara yol açabilmektedir.

Mekânsal aidiyet ve kentsel yaşam kalitesi açısından ise bireylerin konut tercihlerinde sadece konutun fiziksel özellikleri rol almamakta aynı zamanda mahallenin sosyokültürel seviyesi komşuluk ilişkileri ve sunulan

kamusal hizmetlere erişim düzeyi etkili olabilmektedir. İnsanlar konut tercihlerinde bu hizmetlere de önem vermektedirler.

Son dönemde özellikle büyük şehirlerde değişen orantısız kira ve konut fiyatları kaliteli konutlara ulaşımı da zorlaştırabilmektedir. İnsanlar büyük şehirlerde ev sahibi ve kiracılar ile karşılıklı pek çok sorun ile karşı karşıya kalabilmekte bu da ev sahibi ve kiracıların sorunlarını çeşitlendirebilmektedir.

Konut politikaları geliştirilirken sadece nüfus, konut talebi ve ekonomik faktörler gibi nicel veriler değil, bireylerin öznel deneyimleri de değerlendirilmelidir. Bireyler ile nitel yüz yüze görüşmeler yapmak onların yaşadıkları hissettikleri algıları anlamaya çalışmanın ve anlamlandırmanın kentsel politikalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bireylerin konutlarıyla ilgili yaşadıkları sorunların deneyimlerin derinlemesine incelenmesi toplumun ihtiyaçlarına beklentilerine katkı sağlayabilir. Nitel araştırma yalnızca insanları anlama değil, onların yaşadığı deneyimleri algıları ve onlara yükledikleri anlamları ortaya da çıkarmaktır. Dolayısıyla bu araştırma çerçevesinde Ankara’da yaşayan ev sahibi ve kiracıların konutta yaşadıkları öznel deneyimleri anlamak ve anlamlandırmak için nitel araştırma yönteminin yapılması önerilmektedir.

Ankara’nın nüfusunun %86’sını içinde barındıran 8 büyük ilçesi; Çankaya, Keçiören, Mamak, Yenimahalle, Sincan, Etimesgut, Altındağ ve Gölbaşı’nda yaşayan ev sahibi ve kiracıların karar alma mekanizmalarını bu ilçelerde bulunan istihdam, sağlık, eğitim, ulaşım olanakları, konut kalitesi gibi faktörlerin etkileyebileceği düşünülmektedir. Bu çerçevede söz konusu bu ilçelerde yaşayan ev sahibi ve kiracıların konut deneyimlerinin karşılaştırılması ve kentsel yaşam kalitesi algısı ile birlikte incelenmesinin kentsel politikalara katkı sağlayacağı değerlendirilmektedir.

KAYNAKÇA

- Akbaş, A. (2025). Türkiye'de yoksullar arasında konut güvensizliği. *Kocatepe Beşeri Bilimler Dergisi*, 4(1), 110-146. <https://izlik.org/JA64ZF52GS>
- Gökler, L. A. (2017), Ankara'da Konut Fiyatları Farklılaşmasının Hedonik Analiz Yardımıyla İncelenmesi, *MEGARON*; 12(2):304-315, https://pdf.journalagent.com/megaron/pdfs/MEGARON-35582-ARTICLE-ALKAN_GOKLER.pdf
- Atatanır, H. (2024). Evsizlikten kurtulmada bir sosyal güvenlik aracı olarak konut. *İstanbul University Journal of Sociology*, 44(2), 881-910. <https://doi.org/10.26650/SJ.2024.44.2.0680>
- Coşkun, Ç. (2016). Şehre Uzak Birbirine Yakın: TOKİ Yapracık Toplu Konutlarında Sosyal Yapı. *Folklor/Edebiyat*, 22(86), 221-236. <https://izlik.org/JA38RT36MT>
- Çetin, S. (2012). Kalkınmada kentleşme ve konut politikalarının önemi. *Hukuk ve İktisat Araştırmaları Dergisi*, 4(1), 293-304. <https://izlik.org/JA59JZ87DE>
- Karasu, Y.A. (2009). Devletin değişim sürecinde belediyelerin konut politikalarında farklılaşan rolü. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14(3), 245-264. <https://izlik.org/JA79YZ74GP>
- Karataş, H. M., Topşir, A., & Yolcu, U. (2026). Türkiye'de ev sahibi olma ve mutluluk. *Ekonomi-tek*, 15(1), 98-133. <https://doi.org/10.65653/ekonomitek.1805963>
- Kaya, S. & Yaman, K. (2020), *Kentsel dönüşüm ve Karabük*, Ankara: İksad Yayınevi,
- Özkan, S. (2018). Başkent Ankara'nın kentleşme sürecinde konut sorunu. *21. Yüzyılda Eğitim ve Toplum*, 7(20), 383-424. <https://izlik.org/JA37EL43GS>.
- Paköz, M. Z. (2021), Türkiye'de ev sahipliği ve kiracılığın değişen yapısı, *Politika Notları* 33, İlke İlim, Kültür ve Eğitim Vakfı yayınları, https://medya.ilke.org.tr/migrated/images/yayin/pn_33/todam_pn_33.pdf
- Sevinç, G., Kantar D.M., & Sevinç, M. R. (2018). Türkiye'de kırdan kente göç ve göçün aile üzerindeki etkileri. *İktisadi İdari Ve Siyasal Araştırmalar Dergisi*, 3(6), 70-82. <https://doi.org/10.25204/iktisad.330930>
- Suzan, T., Yaman, K. (2021), TOKİ konutlarında kullanıcı memnuniyeti araştırması: Karabük örneği, *Euroasia Journal Of Social Sciences & Humanities*, 8 (3) pp. 45-59
- Tosun, S. (2025). Kiracıların endişelerini anlamak: konut sorununun ruh sağlığı, refah düzeyi ve gelir dağılımına etkisi. *İnsan ve İnsan*, 12(39), 11-31. <https://doi.org/10.29224/insanveinsan.1558813>
- Uğurlar, Ecerel & Üçer, (2018) Alt konut piyasaları bağlamında hanehalkı ve konut özelliklerinin ilişkisi: Ankara örneği, *İdeal Kent Dergisi*, 25 (9), <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/622798>.

Özkan, S. (2018). Başkent Ankara'nın Kentleşme Sürecinde Konut Sorunu. *21. Yüzyılda Eğitim ve Toplum*, 7(20), 383-424. <https://izlik.org/JA37EL43GS>

Öztürk, S. M.,& Halaç, H. H. (2020). Mekânsal Aidiyet ve Kültür Turizmi İlişkisi. *Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*, 2(2), 434-445. <https://doi.org/10.47898/ijeased.813709>

Yaman, K. & Berber, G. (2025), *21. Yüzyılda Kent ve Çevre Bölüm Adı: Kentsel dönüşüm uygulamalarının sosyal boyutunun incelenmesi: Karabük TOKİ konutları örneği*, Ankara:Gazi Kitabevi, Editör:Yazar Ahmet, Basım sayısı:1, Sayfa sayısı:245, ISBN:978-625-365-984-4, Bölüm Sayfaları:49 -70

Yaman, K. & Tekin, E. (2026), Yatay mimariden dikey mimariye geçişin ortaya çıkardığı sosyal izolasyonun kent yaşamındaki etkisi, Karabük: Karabük Üniversitesi Yayınları

Yıldız, İ. (2026). Kentsel yaşam kalitesi. *Siirt Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 5 (1), 33-44. <https://doi.org/10.5281/zenodo.19107121>

LASTİK PİŞİRME PRESİNDE KULLANILAN HİDROLİK BLOKLARIN EKLEMELİ İMALAT YÖNTEMİYLE İMALATINDA POROZİTE MİKTARININ İNCELENMESİ

Prof. Dr. Osman ASİ¹ / Abdullah ŞAHİN² / Okan YILMAZ³ / Öğr. Görv. Dr. Dilek ASİ⁴

1 Uşak Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Uşak, Türkiye,
Makine imalatı, osman.asi@usak.edu.tr, ORCID: 0000-0003-2096-6075

2 Uzun Hidrolik Sanayi ve Ticaret A.Ş., Arslanbey OSB, Kocaeli, Türkiye,
Makine imalatı, abdullahsahin@uzunhidrolik.com, ORCID: 0009-0009-9371-01511

3 Uzer Makina ve Kalıp Sanayii A.Ş., Arslanbey OSB, Kocaeli, Türkiye,
Makine tasarımı, o.yilmaz@uzermakina.com, ORCID: 0009-0007-3702-4224

4 Uşak Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Uşak, Türkiye,
Makine imalatı, dilek.asi@usak.edu.tr, ORCID: 0000-0003-3291-3245

Özet

Taşıt lastiklerinin imalatında kullanılan hidrolik lastik pişirme preslerinde yapılan hareketlerin büyük bir kısmı hidrolik sistemler ile sağlanmaktadır. Hidrolik sistemlerin en önemli bileşenleri, hidrolik silindirler ve hidrolik bloklardır. Hidrolik bloklar, hidrolik sistemlerde kullanılan pompa, silindir ve diğer elemanlar arasındaki sıvı akışını düzenlemektedir. Hidrolik bloklar ile sistemde kullanılan akışkanın hızı, yönü ve debisi kontrol edilebilmektedir. Hidrolik sistemin istenilen performansı yerine getirebilmesinde blokların doğru malzeme seçimi, tasarımı ve imalatı önemli parametrelerin başında gelmektedir. Hidrolik bloklar; lastik pişirme presi üzerindeki hareketlerin senkronize bir şekilde çalışmasını, üretim hızını, parça kalitesini ve operasyonel güvenliğini doğrudan belirleyen en kritik bileşenlerin başında gelir. Hidrolik bloklar imalatı genellikle dolu bir metal bloktan özel kesici takımlar kullanılarak CNC tezgahlarında yapılmaktadır. Günümüzde, modern imalat yöntemleri arasında bulunan eklemeli imalat yöntemiyle de hidrolik blokların imatları yapılabilmekte ve geleneksel talaşlı imalat yöntemlerine göre çok önemli avantajlar sağlamaktadır. Metal 3D yazıcılarla üretilen hidrolik bloklarda meydana gelen porozite en kritik kalite ve yapısal bütünlük parametresidir. Hidrolik bloklar yüksek işletme basınçlarında çalıştığı için yüksek porozite miktarı, malzemenin erken yorulmasına, mikro çatlaklara ve yüksek basınç altında bloğun hasar görmesine neden olabilir. Bu çalışmada, lastik pişirme preslerinin hidrolik sistemlerinde kullanılan hidrolik blokların, AlSi10Mg malzemesinden SLM yöntemiyle imal edilmesinde, üretimi yapılan numunelerde oluşan porozite miktarı ve dağılımı X-Ray Bilgisayarlı Tomografi (X-CT) cihazı ile deneysel olarak incelenmiştir.

Anahtar kelimeler: Lastik pişirme presi, hidrolik blok, eklemeli imalat, porozite.

INVESTIGATION OF POROSITY LEVELS IN THE ADDITIVE MANUFACTURING OF HYDRAULIC BLOCKS USED IN TIRE CURING PRESSES

Abstract

A significant portion of the movements in hydraulic tire curing presses—used in the manufacture of vehicle tires—is driven by hydraulic systems. Hydraulic cylinders and hydraulic blocks are the most critical components of these systems. Hydraulic blocks regulate fluid flow between pumps, cylinders, and other elements within the system, enabling control over the fluid's velocity, direction, and flow rate. Proper material selection, design, and manufacturing of these blocks are key parameters in ensuring the hydraulic system achieves its required performance. Hydraulic blocks are among the most critical components, directly determining the synchronized operation of the tire curing press, production speed, part quality, and operational safety. Hydraulic blocks are typically manufactured on CNC machines from solid metal blocks using specialized cutting tools. Today, additive manufacturing—a modern production method—is also used to produce hydraulic blocks, offering significant advantages over traditional subtractive manufacturing techniques. Porosity is the most critical parameter regarding quality and structural integrity in hydraulic blocks produced via metal 3D printing. Since these blocks operate under high pressures, excessive porosity can lead to premature material fatigue, micro-cracks, and structural failure of the block under load. In this study, the amount and distribution of porosity in AlSi10Mg hydraulic blocks—manufactured for tire curing presses using the Selective Laser Melting (SLM) method—were experimentally investigated using X-ray Computed Tomography (X-CT).

Keywords: Tire curing press, hydraulic block, additive manufacturing, porosity.

1. GİRİŞ

Lastik pişirme presleri, lastiklerin imalatları sırasında yüksek sıcaklık ve basınç altında çalışırlar (Şekil 1). Bu preslerin operasyonel güvenilirliği ve performans kalitesi, presin hidrolik sistemlerin ve bu sistemlerin temel bileşenlerinden olan hidrolik bloklar tarafından doğrudan etkilenmektedir. Hidrolik blokların (Şekil 2) üretimi, genellikle dolu metal blokların talaşlı imalat yöntemleriyle CNC tezgahlarında yapılır. Ancak talaşlı imalat yöntemi ile üretimi yapılan hidrolik blokların tasarımındaki keskin dönüşlü kanal geometrileri, yüksek basınç kayıpları, sistem ağırlığı ve tasarımın sınırlı olması gibi dezavantajları da beraberinde getirmektedir.



Şekil 1. Lastik pişirme presinin genel görüntüsü



Şekil 2. Hidrolik blok

Özellikle otomotiv, savunma sanayii ve diğer endüstriyel üretimlerde son yıllarda kullanım alanı gittikçe artan eklemeli imalat teknolojileri, hidrolik sistemlerde kullanılan ekipmanların tasarım ve üretiminde de kullanılabilmektedir. Eklemeli imalat, hidrolik sistemlerde, geleneksel yöntemlerle üretilmesi zor olan optimize edilmiş, istenilen geometrilerde iç kanalların üretilmesine olanak tanımaktadır. Bu sayede hidrolik bloklarda akış verimliliği artmakta, basınç düşüşleri azalmakta ve toplam sistem ağırlığı ciddi oranda azaltılabilmektedir. Otomotiv endüstrisinde ve hidrolik blok gibi pek çok makine parçalarının üretiminde, yüksek termal iletkenlik,

düşük yoğunluk ve iyi mekanik özelliklerine sahip olan AlSi10Mg alüminyum alaşımı malzemeler tercih edilmektedir (Ferro ve ark. 2020).

Eklemeli imalat teknolojisinin endüstriyel ölçekte tam olarak kabul görmesinin önündeki en büyük zorluklardan biri, üretim parametrelerine bağlı olarak üretimi yapılan makine parçası mikroyapısında oluşabilen mikroyapısal kusurlardır. Bu kusurların en önemlisi ise porozite (gözeneklilik) gelmektedir (Reada ve ark. 2015). Eklemeli imalat sürecinde, lazer gücü, tarama hızı, katman kalınlığı ve toz kalitesi gibi birçok parametrenin optimizasyonuna bağlı olarak meydana gelen porozite; malzemenin mekaniksel dayanımını, yorulma ömrünü ve sızdırmazlık performansını doğrudan etkilemektedir (Brandla ve ark. 2012). Özellikle yüksek hidrolik basınç altında çalışan lastik pişirme presi bileşenlerinde, poroziteler zamanla çatlak ilerlemesine ve hidrolik yağ sızıntılarına yol açarak sistem arızalarına neden olma riski taşımaktadır. Bu porozitelerin metal blok içerisindeki hacimsel oranını, morfolojisini ve üç boyutlu dağılımını belirlemek, parçanın güvenilirliğini doğrulamak adına önemlidir. Tahribatsız muayene yöntemleri arasında yer alan X-Ray Bilgisayarlı Tomografi (X-CT) tekniği, malzeme içerisindeki en küçük gözenekleri bile iç kanallara ve yapıya zarar vermeden hacimsel olarak haritalandırabilen en hassas yöntem olarak öne çıkmaktadır (Nudelis ve Mayr, 2022).

Bu çalışmada, lastik pişirme preslerinde kullanılmak üzere SLM eklemeli imalat yöntemiyle AlSi10Mg malzemesinden üretilen hidrolik blokların üretim sürecinde aynı ortamda üretimi yapılan numunelerde porozite miktarı ve gözenek morfolojisi X-Ray Bilgisayarlı Tomografi (X-CT) cihazı kullanılarak tahribatsız bir şekilde üç boyutlu olarak incelenmiştir.

2. KURAMSAL ÇERÇEVE

Lastik pişirme presleri, lastiklerin imalatında kullanılan, yüksek sıcaklık ve basınç altında hassas kuvvet kontrolü gerektiren makinelerdir. Bu preslerin hidrolik sistemlerinin en önemli bileşeni olan hidrolik bloklar, akışkanın yönünü, basıncını ve debisini kontrol eden karmaşık iç kanallara sahiptir. Geleneksel talaşlı imalat yöntemlerinde bu iç kanallar CNC tezgahlarında doğrusal delme işlemleriyle üretilmekte, bu durum keskin dönüşlere, yüksek basınç kayıplarına ve tasarım kısıtlamalarına yol açmaktadır.

Eklemeli imalat teknolojileri, talaşlı imalat yöntemlerinde karşılaşılan geometrik tasarım kısıtlamalarını ortadan kaldırarak hafif, optimize edilmiş ve yüksek performanslı makine parçalarının üretimine imkân sağlamaktadır. Metal eklemeli imalat teknolojilerden biri olan SLM imalat yöntemi, metal toz yatağının yüksek enerjili bir lazer ışını yardımıyla bilgisayar destekli tasarım (CAD) verisine sadık kalınarak katman katman ergitilmesi esasına dayanır. Hidrolik blokların SLM yöntemiyle üretilmesi; akış hatlarının istenilen geometrilere tasarlanabilmesini, basınç kayıplarının minimize edilmesini ve parça ağırlığının düşürülmesini sağlar.

AlSi10Mg alaşımı, yüksek termal iletkenlik, düşük yoğunluk ve iyi mekaniksel özellikler sunması nedeniyle SLM üretim yönteminde en yaygın kullanılan alüminyum alaşımlarından birisidir. Lastik pişirme preslerindeki hidrolik blokların dinamik yükler ve termal çevrimler altında çalıştığı göz önüne alındığında, AlSi10Mg alaşımının kullanılması önemli olmaktadır.

Makine parçalarının metal eklemeli imalat ile üretimi sonrasında karşılaşılan en temel mikroyapısal kusurlardan birisi porozitedir. Hidrolik bloklar gibi yüksek sızdırmazlık ve basınç dayanımı gerektiren hidrolik sistem ekipmanlarında meydana gelen poroziteler, makine parçasının mekanik özelliklerinin (yorulma ömrü, çekme dayanımı) düşmesine ve en önemlisi mikro sızıntılara yol açarak sistemin çalışmamasına neden olur. Porozite miktarının, dağılımının ve morfolojisinin hassas bir şekilde belirlenmesi çok önemlidir. Porozite miktarının belirlenmesinde kullanılan geleneksel Arşimet yöntemi toplam yoğunluk kaybını verirken, optik mikroskopi (metalografi) yönteminde ise yalnızca iki boyutlu kesit alanlarındaki miktarın belirlenmesinde kullanılmaktadır. X-Ray Bilgisayarlı Tomografi (X-CT) yöntemi, numuneyi tahrip etmeden üç boyutlu iç yapı görüntülemesi sağlayan ileri bir malzeme karakterizasyon tekniğidir.

3. YÖNTEM

Bu çalışmada, lastik pişirme preslerinin hidrolik sistemlerinde kullanılan hidrolik blokların ve porozite incelmesi yapılacak olan numunelerin eklemeli imalat yöntemiyle üretimi ve üretim sonrası mikroyapıda meydana gelen porozite karakterizasyonu incelenmiştir. Deneysel çalışmalar; malzeme hazırlığı, SLM yöntemi ile eklemeli imalat süreci ve X-Ray Bilgisayarlı Tomografi (X-CT) (Şekil 3) cihazı ile porozite analizi olmak üzere üç temel aşamada gerçekleştirilmiştir.

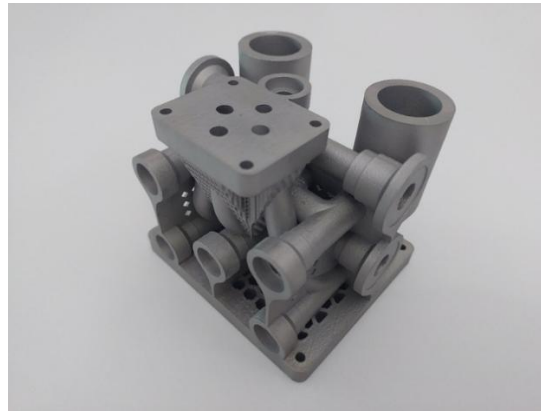


Şekil 3. X-Ray Bilgisayarlı Tomografi (X-CT) cihazı

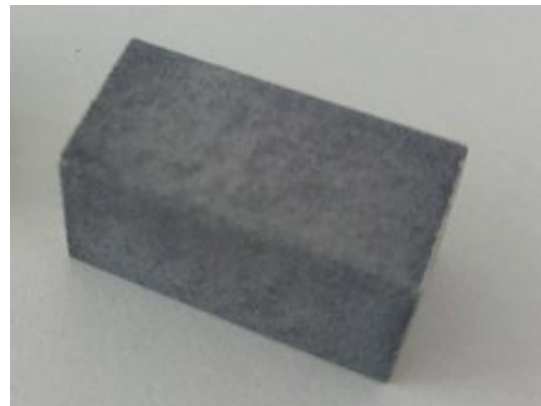
Prototip hidrolik blokların ve porozite analizi için kullanılacak numunelerin imalatında, AlSi10Mg alaşım tozu kullanılmıştır. Hidrolik blokların ve test numunelerinin üretimi, Seçici Lazer Ergitme (SLM) teknolojisine sahip bir endüstriyel yazıcıda (SLM 280) gerçekleştirilmiştir. İmalat öncesinde, hidrolik blokların CAD modelleri yapılmıştır. Üretim parametreleri, AlSi10Mg malzemesi için optimize edilmiş standart endüstriyel değerler dikkate alınarak belirlenmiştir. SLM yöntemiyle üretilen numunelerin yapısındaki porozite miktarı, dağılımı ve porozite morfolojisi, tahribatsız bir muayene cihazı olan Nikon XT H 225 ST 2X Endüstriyel Bilgisayarlı Tomografi (X-CT) cihazı kullanılarak analiz edilmiştir.

4. BULGULAR

Bu çalışma kapsamında SLM yöntemi ile imalatı yapılan hidrolik bloğun resmi aşağıdaki Şekil 4’de verilmiştir. Ayrıca, hidrolik bloğun üretiminin yapıldığı aynı ortamda üretimi yapılan porozite tayini numunesinin resmi ise Şekil 5’de verilmiştir.

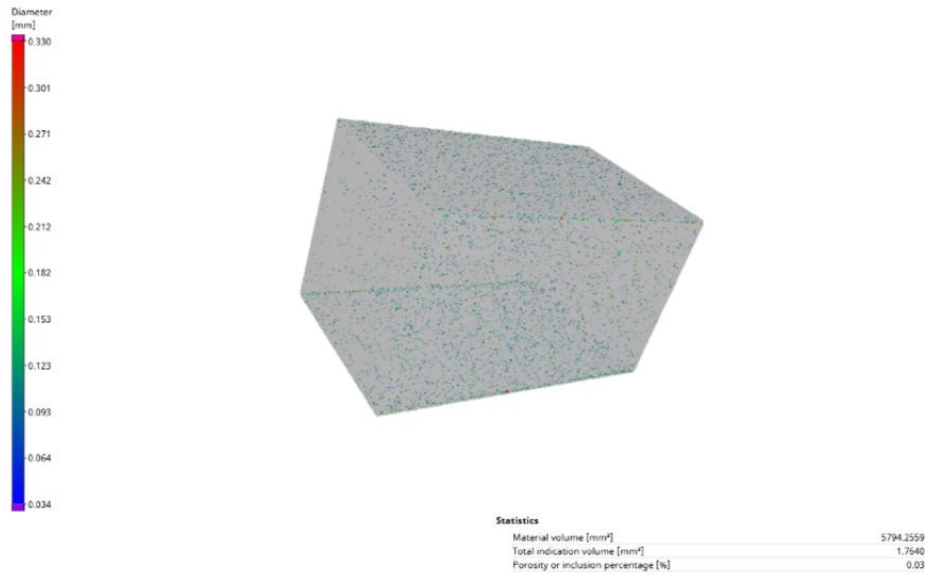


Şekil 4. Eklemeli imalat yöntemi ile üretilen hidrolik blok



Şekil 5. Eklemeli imalat yöntemi ile üretilen porozite analizi yapılacak olan numune

Çalışma kapsamında numune üzerinde yapılan X-Ray Bilgisayarlı Tomografi (X-CT) cihazı ile yapılan analizler sonucunda porozite dağılımını gösteren resim aşağıdaki Şekil 6'da verilmiştir. Numunede meydana gelen toplam porozite miktarı %0.03 olarak tespit edilmiştir. Numunede meydana gelen en büyük 5 adet porozitelerin seçimi yapılarak özellikleri hakkındaki bilgiler ise aşağıdaki Şekil 7'de verilmiştir.



Şekil 6. CT ile porozite analiz sonuçları

Position x [mm]	Position y [mm]	Position z [mm]	Probability	Volume [mm³]	Diameter [mm]
3.913	-10.443	0.798	21.13	0.0044	0.330
9.549	3.287	1.901	16.68	0.0023	0.312
-3.585	0.246	-5.419	0.71	0.0005	0.278
9.594	3.183	7.506	16.14	0.0020	0.271
-9.668	-4.733	-6.194	15.66	0.0019	0.265

Şekil 7. Numunede tespit edilen en büyük poroziteler ve özellikleri

5. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, lastik pişirme preslerinde kritik bir öneme sahip olan hidrolik blokların ve porozite analiz numuneleri, eklemeli imalat yöntemlerinden Seçici Lazer Ergitme (SLM) tekniği ve AlSi10Mg alaşımı kullanılarak başarıyla üretilmiştir. Porozite analiz numunelerin iç yapısal analizleri, tahribatsız bir muayene

yöntemi olan X-Ray Bilgisayarlı Tomografi (X-CT) cihazı kullanılarak yüksek hassasiyetle incelenmiştir. Elde edilen bulgular doğrultusunda şu temel sonuçlara ulaşılmıştır:

1. SLM yöntemiyle üretilen AlSi10Mg numunelerinde ortalama porozite miktarının oldukça düşük bir seviyede (%0.03 oranında) kaldığı ve hedeflenen yüksek yoğunluk oranlarına (>%99,6) ulaşıldığı tespit edilmiştir.
2. CT analizleri, porozitelerin büyük bir kısmının 10 ila 35 μm arasında değişen boyutlarda olduğunu ve mikroyapı içerisinde homojen bir dağılım sergilediğini göstermiştir.
3. CT sonuçları, SLM üretim parametrelerinin malzemenin tam yoğunluğa yakın üretilmesinde ve lastik pişirme preslerinin ihtiyaç duyduğu yüksek basınç dayanımını karşılamada yeterli olabileceğini göstermiştir.

KAYNAKLAR

- Brandla E., Heckenberger U., Holzinger V. ve Buchbinder D., (2012). Additive manufactured AlSi10Mg samples using Selective Laser Melting (SLM): Microstructure, high cycle fatigue, and fracture behavior, *Materials and Design*, 34, 159–169.
- Ferro P., Meneghello R., Razavi N., Berto F. ve Savio G., (2020). Porosity Inducing Process Parameters in Selective Laser Melted AlSi10Mg Aluminium Alloy, *Physical Mesomechanics*, 23, 3, pp. 256–262.
- Nudelis N. ve Mayr P., (2022). Defect-based analysis of the laser powder bed fusion process using X-ray data, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 123, 3223–3232.
- Reada N., Wanga W., Essab K. Ve Attallaha M.M., (2015). Selective laser melting of AlSi10Mg alloy: Process optimisation and mechanical properties development, *Materials and Design*, 65, 417–424.

EVALUATING SOCIO-ECONOMIC FACTORS AND THEIR RELATIONSHIP WITH MIGRATION IN FOREST VILLAGES USING AHP-TOPSIS METHODS

Prof. Dr. Ersin GÜNGÖR¹/ Res. Assist. Dr. Yağmur YEŞİLBAŞ²

¹Bartın University, Faculty of Forestry, Department of Forestry Engineering, ersingngr@yahoo.com,

<https://orcid.org/0000-0002-0844-4656>

²Bartın University, Faculty of Forestry, Department of Forestry Engineering,

yagmuriesilbas@outlook.com, <https://orcid.org/0000-0002-6611-9069>

Abstract

In Türkiye, the movement of the rural population toward urban centres means that rural development practices also need to be judged by how well they retain population. Continued population loss in rural areas with a high concentration of forest villages suggests that demographic indicators should carry as much weight as economic ones in this assessment. This study examines rural depopulation in Bartın province and its socio-economic background. In the first stage, changes in the province's rural population structure were compared with Türkiye and the TR81 Region. According to Address-Based Population Registration System data, the share of the provincial population living in small towns and villages fell from 67.7% in 2007 to 50.3% in 2025, whereas the corresponding share in the TR81 Region was 35.4% in 2025. In the second stage, the districts of Amasra, Kurucaşile and Ulus were compared using a hierarchy of four main criteria (social, economic, infrastructural and environmental-institutional) and nine sub-criteria. Criterion weights were determined with the Analytic Hierarchy Process (AHP), and the districts were ranked through three separate TOPSIS analyses covering demographic structure, rural settlement structure and an integrated assessment. In all three analyses the districts ranked as Amasra, Ulus and Kurucaşile in terms of population retention. The relative distances between them, however, differed markedly from one analysis to another. Ulus came close to Amasra in the demographic analysis but fell well behind it in the integrated analysis, while Kurucaşile was the district closest to the negative ideal solution in all three. The findings indicate that rural development in forest villages should be monitored through the social, infrastructural and institutional factors that support population retention, in addition to economic capacity.

Keywords: Forest villages, migration, decision-making processes, optimization and decision making, smart and sustainable urbanization, smart and sustainable living

1. INTRODUCTION

Population movement from rural areas to cities has been one of the most visible social transformations in Türkiye since the second half of the twentieth century. In the 1975 general population census, 58.2% of the country's population lived in small towns and villages; by the 2000 census this share had fallen to 35.1% (TÜİK, 2026a). The way this transformation has played out in forest villages deserves particular attention. According to data from the Ministry of Agriculture and Forestry (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2022), about 7 million people live in 23,100 forest villages and neighbourhoods in Türkiye. This population is the forestry organization's closest stakeholder in the protection and management of forest resources. It is also one of the rural groups with the lowest income, the most limited access to public services and the greatest exposure to migration.

Studies documenting the scale of population loss in forest villages are few, but their results are striking. In Kastamonu province, about 95% of the villages located inside or on the edge of forests lost population between 1965 and 2013, and in the largest group of villages (43%) the loss reached 61–80% (Erkan Buğday & Özden, 2017). A field survey of 171 forest villages in five districts of the Mediterranean region found that 22% of villagers planned to migrate or thought they would one day have to, a figure that rose to 41% among those aged 39 and under (UNDP, 2018). In the same survey, the share of household members who had moved to the city and later returned to the village remained at 4%.

This picture suggests that judging the success of rural development practices by income and production indicators alone may fall short. Whether a settlement survives in the long run depends on its age structure being able to renew itself and on young people choosing to stay. Their decision to stay is shaped by income, and also by access to education and health services, the settlement's rank in the settlement hierarchy and the areas toward which public investment is directed. Population retention should therefore be treated as a separate dimension of rural development assessment.

The aim of this study is to examine rural depopulation in Bartın, a province with a high concentration of forest villages, and to set out the relative position of its districts in terms of population retention through a multi-criteria approach. The study consists of two stages. In the first stage, the change in Bartın's rural population structure was compared with Türkiye and the TR81 Region, and the reasons behind the province's in- and out-migration were examined. In the second stage, the districts of Amasra, Kurucaşile and Ulus were compared on 4 main criteria weighted with the Analytic Hierarchy Process (AHP) and through 3 separate TOPSIS analyses.

1.1. Theoretical Framework

One of the most frequently used frameworks in the migration literature is the push–pull approach developed by Lee (1966). According to Lee, the decision to migrate is determined by positive and negative factors at the place of origin and the destination, the obstacles between the two, and personal characteristics. For forest villages, push factors include low agricultural income, limited employment opportunities and difficulties in reaching education and health services. In the case of Kastamonu, Erkan Buğday and Özden (2017) found significant relationships between migration and terrain characteristics such as slope, elevation and distance to the provincial centre, and identified distance to the provincial centre as the variable most strongly associated with population loss.

Rural decline does not proceed at the same pace everywhere, and this also has to be taken into account. In their review of rural transformation experiences around the world, Li et al. (2019) stress that some rural areas lose population and economic capacity while others manage to restructure themselves. This divergence shows that even districts within the same province may stand in different positions with regard to population retention, and that these positions need to be measured comparatively. Examining the effects of urbanization on forestry in Türkiye, Atmış and Günşen (2016) likewise showed that urban population growth is linked to many forestry themes, including forest villagers and forest areas.

Multi-criteria decision-making (MCDM) methods are widely used to rank regions or settlements by their level of development or vulnerability. AHP, developed by Saaty (1980), has been applied in many fields because it allows criteria to be weighted through pairwise comparisons and the consistency of these comparisons to be tested (Vaidya & Kumar, 2006). TOPSIS, proposed by Hwang and Yoon (1981), is a method that ranks alternatives by their distances to the ideal and negative ideal solutions (Behzadian et al., 2012). The two methods have also been used together to prioritize rural settlements; Wang et al. (2025) weighted indicators on village distribution, population structure, economic level and sanitation infrastructure with AHP and ranked the villages with TOPSIS in order to identify priority villages for rural wastewater treatment in China.

The official source for the development level of districts in Türkiye is the District SEGE research carried out by the Ministry of Industry and Technology. The District SEGE-2022 study ranked 973 districts by means of robust principal component analysis, using 56 variables in the dimensions of demography, employment, education, health, finance, competitiveness, innovation and quality of life (Acar et al., 2022).

2. METHOD

2.1. Study Area

Bartın is a province in the West Black Sea Region (TR81) made up of the Central district and the districts of Amasra, Kurucaşile and Ulus. As of 2025, 103,892 (50.3%) of the province's 206,663 inhabitants lived in small towns and villages (TÜİK, 2026a). Since Bartın does not have metropolitan status, its village population can still be followed as a separate category in the Address-Based Population Registration System (ADNKS). In metropolitan provinces, the conversion of villages into neighbourhoods under Law No. 6360 makes the rural population share for Türkiye as a whole appear lower than it actually is (Ünlü et al., 2025). Bartın therefore offers a case in which rural population change can be followed with relatively little distortion from changes in administrative classification.

The second stage of the study covers the three districts other than the Central district. The Central district was left out because, as the provincial centre and with the student population brought by Bartın University, it differs structurally from the other districts. In the TR81 Regional Plan, Amasra is placed in the first urban tier together with the districts of the coastal corridor and is among the main tourism hubs of the region. Kurucaşile and Ulus, on the other hand, are classified in the last urban tier, which groups districts where the village population exceeds the urban population, industrial employment is low and out-migration is high (Batı Karadeniz Kalkınma Ajansı [BAKKA], 2025). The plan counts all three districts among the rural development hubs where agriculture or forestry and tourism come to the fore (BAKKA, 2025).

2.2. Data

Population data were compiled from TÜİK ADNKS results. At the provincial level, the population of provincial and district centres and of small towns and villages for 2007–2025 was used. At the district level, total population for 2007–2025, district centre and town-village populations for 2024 and 2025, and literacy rates by sex for 2008–2024 were used (TÜİK, 2026a). The 1927–2000 general population census series was used for Türkiye's long-term rural transformation. Bartın's interprovincial migration flows and the reasons for its in- and out-migration in 2025 were taken from TÜİK internal migration statistics (TÜİK, 2026b).

The 2022 age-group shares of the districts were taken from the TÜİK tables in the activity reports of the Bartın Provincial Employment and Vocational Training Board (Bartın İİMEK, 2024). Age-group change rates for 2007–2022, village and urban populations for 2022, and the districts' urban tier, tourism hub status and the sample investment ideas in the plan were taken from the TR81 Regional Plan (BAKKA, 2025). The District SEGE-2022 ranking was used for the level of socio-economic development (Acar et al., 2022).

2.3. Criteria Hierarchy and Analysis Design

The criteria were selected on the basis that they can be measured with data produced by official sources at district level and that they are related to population retention. The hierarchy consists of four main criteria and nine sub-criteria (Table 1). The social main criterion represents the population's capacity to renew itself, the level of ageing and women's access to education. The female literacy rate was chosen because it varies across districts over a much wider range than the male rate. The economic main criterion was measured by the District SEGE-2022 rank and by the change in the working-age population over 2007–2022; the latter shows to what extent a district has been able to keep its working-age population. The infrastructure main criterion is represented by the share of the population living in the district centre, where services are concentrated, and by the urban tier in the regional plan. The environmental-institutional main criterion reflects the role that the regional plan assigns to the district, that is, the number of sample investment ideas in the plan that cover the district and the district's tourism hub status.

Table 1. Criteria hierarchy, directions and data sources

Main criterion	Sub-criterion	Direction	Source
C1 Social	C11 Share of population aged 0–14, 2022 (%)	Benefit	Bartın İİMEK (2024)
	C12 Share of population aged 65 and over, 2022 (%)	Cost	Bartın İİMEK (2024)
	C13 Female literacy rate, 2024 (%)	Benefit	TÜİK (2026)
C2 Economic	C21 District SEGE-2022 rank in Türkiye	Cost	Acar et al. (2022)
	C22 Change in population aged 15–64, 2007–2022 (%)	Benefit	BAKKA (2025)
C3 Infrastructure	C31 Share of district centre population, 2025 (%)	Benefit	TÜİK (2026)
	C32 Urban tier in the regional plan (1–3)	Cost	BAKKA (2025)
C4 Environmental-institutional	C41 Number of sample investment ideas in the plan covering the district	Benefit	BAKKA (2025)
	C42 Tourism hub status (0–2)	Benefit	BAKKA (2025)

C32: 1 = first, 3 = last urban tier. C42: 2 = main tourism hub, 1 = potential tourism hub, 0 = not specified. In C41, investment ideas covering more than one district were counted separately for each district.

Since population retention cannot be reduced to a single dimension, three separate TOPSIS analyses were carried out. The first analysis (TOPSIS-1) focuses on demographic structure and consists of five indicators: the share of the 0–14 age group, the share of those aged 65 and over, the change in the 0–14 and 15–64 age groups over 2007–2022, and the change in total population over 2007–2025. The second analysis (TOPSIS-2) addresses rural settlement structure and consists of the share of the village population in 2025 (cost), the change in village population over 2022–2025 (benefit) and the urban tier (cost). The indicators were given equal

weights in these two analyses. The third analysis (TOPSIS-3) is the integrated analysis in which the nine sub-criteria in Table 1 are evaluated together with their AHP weights.

2.4. Analytic Hierarchy Process

Criterion weights were determined with the AHP method. Three experts, two academics and one official of the forestry organization, were asked to evaluate the four main criteria and their sub-criteria through pairwise comparisons on Saaty's 1–9 scale (Saaty, 1980, 2008). The consistency of each expert's comparison matrix was tested with the consistency ratio (CR). Equation 1 and Equation 2 were used to calculate the consistency index (CI) and the consistency ratio:

$$CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1) \quad (1)$$

$$CR = CI / RI \quad (2)$$

Here, $\lambda_{\max}$ is the largest eigenvalue of the comparison matrix, n is the matrix size and RI is the average consistency index of random matrices of the same size. $RI = 0.90$ was used for the matrix comparing the four main criteria and $RI = 0.58$ for the social main criterion matrix with three sub-criteria (Saaty, 1980). Matrices with two sub-criteria are consistent by definition. Matrices with a CR value below 0.10 were accepted as consistent. Expert judgements were aggregated with the geometric mean method, which preserves the reciprocal property of AHP (Aczél & Saaty, 1983). The global weights of the sub-criteria were obtained by multiplying their local weights by the weight of the main criterion to which they belong.

2.5. TOPSIS

The TOPSIS method was used to rank the districts (Hwang & Yoon, 1981). The decision matrix $X = [x_{ij}]$, where i denotes the district and j the criterion, was first normalized by vector normalization (Equation 3):

$$r_{ij} = x_{ij} / \sqrt{(\sum_i x_{ij}^2)} \quad (3)$$

The normalized values were multiplied by the weights (w_j) to obtain the weighted normalized decision matrix ($v_{ij} = w_j \cdot r_{ij}$). The largest weighted value for benefit criteria and the smallest for cost criteria formed the positive ideal solution (A^+), and the reverse formed the negative ideal solution (A^-). The Euclidean distance of each district to these two solutions and its relative closeness coefficient were calculated with Equations 4–6:

$$D_i^+ = \sqrt{(\sum_j (v_{ij} - v_j^+)^2)} \quad (4)$$

$$D_i^- = \sqrt{(\sum_j (v_{ij} - v_j^-)^2)} \quad (5)$$

$$C_i = D_i^- / (D_i^+ + D_i^-) \quad (6)$$

C_i takes values between 0 and 1; the closer it is to 1, the closer the district is to the ideal state of population retention in the relevant dimension. The method also works with indicators that take negative values, because

vector normalization preserves signs and the ideal solutions are chosen according to the direction of each indicator.

2.6. Sensitivity Analysis

With only three alternatives, the ranking may be sensitive to the choice of weights. The integrated analysis was therefore repeated with six weighting scenarios. In the first scenario, the main criteria were given equal weights and the weight of each main criterion was distributed equally among its sub-criteria. In the next four scenarios, one main criterion received a weight of 0.40 and the other three 0.20. In the last scenario, the hierarchy was ignored and each of the nine sub-criteria was given a weight of 1/9.

3. FINDINGS

3.1. Change in the Rural Population of Bartın

The data show that the rural population share in Bartın has fallen from 78% to 51% over roughly the last fifty years and that rural depopulation is continuing across the province. According to ADNKS data, the population living in small towns and villages in Bartın fell from 123,343 in 2007 to 103,892 in 2025 (–15.8%). Over the same period, the population of the provincial and district centres rose from 58,788 to 102,771 (+74.8%). As a result, the share of the village population in the provincial population fell from 67.7% to 50.3% (Table 2, Figure 1). Despite this decline, Bartın remains the most rural province of the TR81 Region; in 2025 this share was 35.4% in the region, 35.8% in Zonguldak and 22.3% in Karabük.

Table 2. Share of the population living in small towns and villages in the total population (%)

Year	Bartın	Zonguldak	Karabük	TR81	Türkiye
2007	67.7	55.5	24.9	51.1	29.5
2012	63.8	52.6	23.2	48.2	22.7
2013	61.4	40.9	25.0	41.1	8.7
2022	52.6	36.4	21.9	36.1	6.6
2025	50.3	35.8	22.3	35.4	6.4

Source: Calculated by the authors from TÜİK (2026a) ADNKS data. The drop between 2012 and 2013 reflects the effect of Law No. 6360 in Türkiye and of Kozlu and Kilimli becoming districts in Zonguldak.

The fall in the national share from 22.7% to 8.7% in 2013 results less from a real decrease in the rural population than from the conversion of villages into neighbourhoods in metropolitan provinces. TÜİK's density-based urban–rural classification removes this effect. According to this classification, in 2025, 16.8% of the population of Türkiye, 34.9% of the population of the TR81 Region and 53.5% of the population of Bartın lived in rural areas (TÜİK, 2026a). With 54.2% in 2022, Bartın's rural population share was the highest in the region

(BAKKA, 2025). Both measures show that Bartın has kept its rural character, but that this character is wearing away quickly.

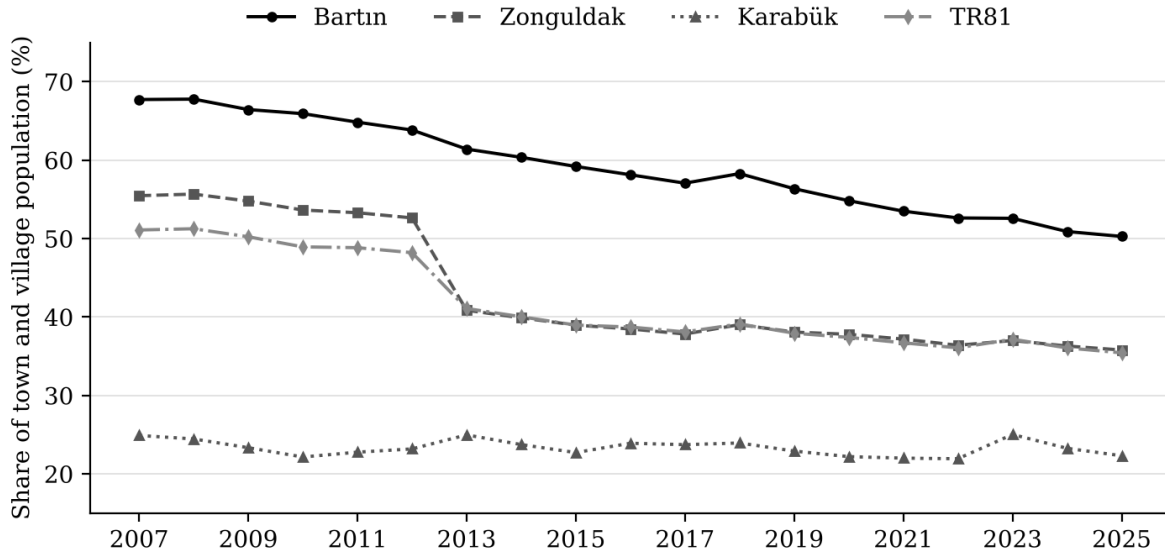


Figure 1. Share of the population living in small towns and villages in TR81 provinces, 2007–2025

Source: Prepared by the authors from TÜİK (2026a) ADNKS data.

A large part of the loss in village population is directed not outside the province but toward the provincial centre. In the Central district, the village population fell from 94,500 in 2000 to 74,990 in 2024, while the urban population rose from 35,992 to 87,803 (Ünlü et al., 2025). Bartın's net interprovincial migration was positive in 11 years of the 2008–2025 period, and the total for the period is +12,383 people (TÜİK, 2026a). That Amasra, Kurucaşile and Ulus lost population during a period in which the province suffered no net loss to the outside suggests that depopulation at the district scale took place largely through migration within the province, from villages and small districts toward the provincial centre.

TÜİK's statistics on reasons for migration give some clues about the nature of this flow (Table 3). Education ranks first among the reasons for Bartın's in-migration in 2025, which can be explained by the presence of Bartın University. In out-migration, the combined share of job transfer or change of job and of starting a job or finding work is about 23%, which is above the corresponding share in in-migration (about 16%). Better housing and living conditions also have a higher share in out-migration than in in-migration. The share of people arriving to return (about 5%) being higher than the share of those leaving to return elsewhere (about 3%) shows that some of those who left the province later came back. Within Lee's (1966) framework, this distribution

points to a structure in which employment and living conditions work as push factors, and education and ties to the home town as pull factors.

Table 3. Distribution of Bartın's in- and out-migration by reason, 2025 (%)

Reason for migration	In-migration (+)	Out-migration (-)
Education	30	24
Moving as a dependent family member	21	16
Better housing and living conditions	14	18
Return	5	3
Job transfer / change of job	9	10
Starting a job / finding a job	7	13
Family reasons	4	5
Buying a house	2	2
Other (health, retirement, other)	4	2
Unknown	4	7
Total	100	100

Source: TÜİK (2026b).

3.2. Population Change in the Districts

Between 2007 and 2025, the population of the Central district increased by 21.3%, while Kurucaşile lost 16.8%, Amasra 9.8% and Ulus 5.8% of their population (Figure 2). Ulus's loss stood at 12.2% as of 2022, but the increases in 2023–2024 cut this figure in half. Figure 2 shows that, after the sudden increases seen in Ulus and Kurucaşile in 2018 and 2023 and in Amasra in 2023, population declines again. Bartın's net interprovincial migration also reached its highest values of the period in these two years (+4,586 in 2018 and +4,271 in 2023), which suggests that some of these breaks may be due to registration. Kurucaşile was the district that lost population fastest throughout the period, and in 2025 it had the lowest population growth rate in the province at –37.8‰. In the same year, this rate was –28.9‰ in Amasra and –16.5‰ in Ulus (TÜİK, 2026a).

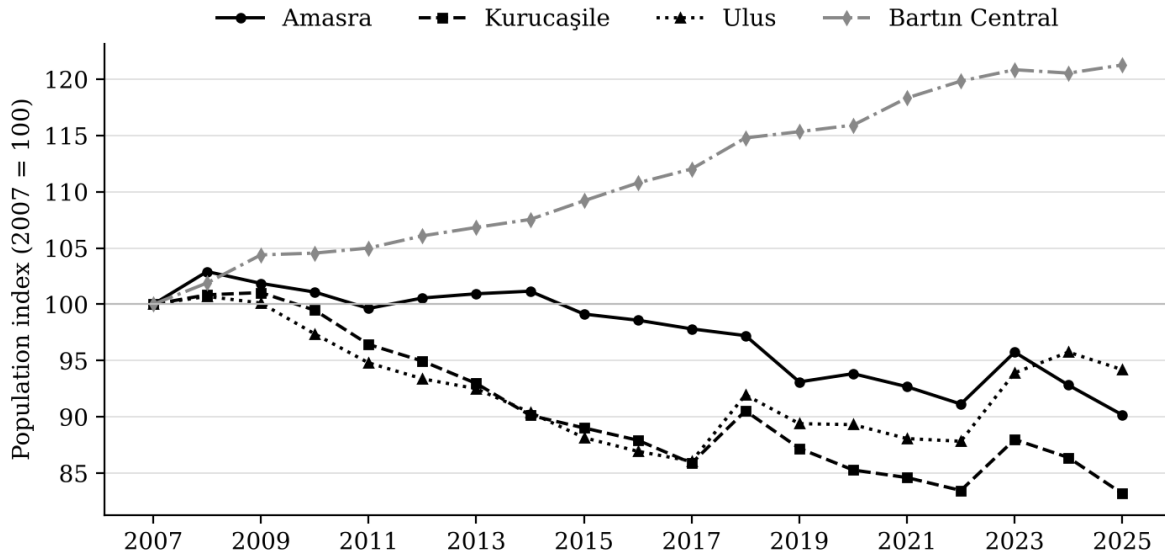


Figure 2. Population trends in the districts of Bartın (2007 = 100)

Source: Prepared by the authors from TÜİK (2026a) ADNKS data.

Change by age group shows that population loss is concentrated among children and the working-age population. Between 2007 and 2022, the 0–14 age group shrank by 45% in Amasra, 51% in Ulus and 53% in Kurucaşile, while the population aged 65 and over grew by 71%, 54% and 37%, respectively (BAKKA, 2025). The relatively limited growth of the elderly population in Kurucaşile should be read together with the fact that this group had already reached a high share; in 2022, the share of those aged 65 and over was 27.7% in Kurucaşile and 28.9% in Ulus (Bartın İİMEK, 2024).

3.3. Decision Matrix

Table 4 shows the decision matrix used in the integrated analysis. Amasra has the most favourable value of the three districts on all nine sub-criteria. The comparison between Ulus and Kurucaşile, on the other hand, varies from criterion to criterion. Ulus is ahead of Kurucaşile in female literacy, SEGE rank, retention of the working-age population and tourism hub status. Kurucaşile does better in the share of the 0–14 age group, the share of those aged 65 and over and the share of the population living in the district centre. The difference in female literacy deserves particular attention: in 2024, 13.3% of women in Kurucaşile could not read or write, about three times the rate in Amasra (TÜİK, 2026a).

Table 4. Decision matrix for the integrated analysis

Sub-criterion	Amasra	Kurucaşile	Ulus
C11 Share aged 0–14 (%)	12.83	11.06	10.48
C12 Share aged 65+ (%)	21.47	27.73	28.90
C13 Female literacy rate (%)	95.37	86.72	92.06
C21 SEGE-2022 rank	379	802	693
C22 Change in 15–64 age group (-%)	11	19	18
C31 District centre population share (%)	43.87	32.77	24.13
C32 Urban tier	1	3	3
C41 Number of sample investment ideas	4	3	3
C42 Tourism hub status	2	0	1

Source: Compiled by the authors from Bartın İİMEK (2024), TÜİK (2026a), Acar et al. (2022) and BAKKA (2025) data. C31 is the ratio of the 2025 district centre population to the total district population.

3.4. AHP Weights

The main and sub-criteria weights obtained by aggregating the expert evaluations, together with the consistency ratios, are presented in Table 5. The TOPSIS-3 results were obtained on the assumption that the main criteria carry equal weights (0.25) and that the weight of each main criterion is distributed equally among its sub-criteria.

Table 5. Criterion weights determined by AHP

Main Criterion	Main Criterion Weight	Sub-criterion	Local Weight	Global Weight	Consistency Ratio (CR)
C1 Social	0.287	C11	0.315	0.0904	0.021
		C12	0.306	0.0878	
		C13	0.379	0.1088	
C2 Economic	0.299	C21	0.547	0.1636	0.024
		C22	0.453	0.1354	
C3 Infrastructure	0.212	C31	0.428	0.0907	0.018
		C32	0.572	0.1213	
C4 Environmental-institutional	0.202	C41	0.561	0.1133	0.023
		C42	0.439	0.0887	
Main Criteria Matrix	1.000	-	-	1.0000	0.022

Since the value obtained for the main criteria matrix (0.022) is well below the CR threshold, the comparison matrices show high consistency.

3.5. TOPSIS Results

The results of the three analyses are given together in Table 6. In all three analyses, the ranking was Amasra, Ulus and Kurucaşile. Even so, the distance between the districts changes markedly from one analysis to another.

Table 6. Results of the three TOPSIS analyses

Analysis	District	D ⁺	D ⁻	C _i	Rank
TOPSIS-1 Demographic structure	Amasra	0.0395	0.0994	0.715	1
	Ulus	0.0652	0.1086	0.625	2
	Kurucaşile	0.1278	0.0078	0.057	3
TOPSIS-2 Rural settlement structure	Amasra	0.0852	0.2034	0.705	1
	Ulus	0.1631	0.2066	0.559	2
	Kurucaşile	0.2590	0.0249	0.088	3
TOPSIS-3 Integrated	Amasra	0.0000	0.1473	1.000	1
	Ulus	0.1050	0.0574	0.354	2
	Kurucaşile	0.1430	0.0183	0.114	3

In the demographic structure analysis (TOPSIS-1), the difference between Ulus ($C_i = 0.625$) and Amasra ($C_i = 0.715$) is quite small. The main factor bringing Ulus close to Amasra is that it preserved its total population best among the districts over 2007–2025. This advantage, however, comes largely from the population increases of 2023–2024. Indeed, when the change in total population is calculated for 2007–2022, Ulus's closeness coefficient drops to 0.358, although the overall ranking does not change. Kurucaşile, for its part, is very close to the negative ideal solution in this analysis ($C_i = 0.057$) and has the least favourable value on three of the five indicators.

In the rural settlement structure analysis (TOPSIS-2), Amasra again ranks first ($C_i = 0.705$). Although Ulus has the highest share of village population, it is the district that lost the least village population over 2022–2025 (–1.0%), and it therefore ranks second ($C_i = 0.559$). In Kurucaşile, the village population fell by 3.8% over the same period, and the district is in the last urban tier ($C_i = 0.088$).

In the integrated analysis (TOPSIS-3), Amasra coincides with the positive ideal solution because it has the best value on all sub-criteria ($D^+ = 0$, $C_i = 1.000$). This result does not mean that Amasra is an ideal district in absolute terms; it shows that it is ahead on every criterion among the three districts compared. The district lost 9.8% of its population over 2007–2025. Ulus ($C_i = 0.354$) ranks second and Kurucaşile ($C_i = 0.114$) third.

3.6. Sensitivity Analysis Results

The closeness coefficients obtained under the different weighting scenarios are given in Table 7. Since Amasra dominates on all criteria, it ranks first whatever the weights. The real question is whether the order of Ulus and Kurucaşile depends on the weights. Ulus stayed second in all six scenarios. The gap between the two districts is

smallest when the infrastructure main criterion is given a weight of 0.40 and largest when the environmental-institutional main criterion is given a weight of 0.40.

Table 7. Closeness coefficients (C_i) and ranks under different weighting scenarios

Scenario (C1 / C2 / C3 / C4)	Ranking		
	Amasra	Kurucaşile	Ulus
S1: 0.25 / 0.25 / 0.25 / 0.25	1.000 (1)	0.114 (3)	0.354 (2)
S2: 0.40 / 0.20 / 0.20 / 0.20	1.000 (1)	0.117 (3)	0.346 (2)
S3: 0.20 / 0.40 / 0.20 / 0.20	1.000 (1)	0.095 (3)	0.318 (2)
S4: 0.20 / 0.20 / 0.40 / 0.20	1.000 (1)	0.169 (3)	0.263 (2)
S5: 0.20 / 0.20 / 0.20 / 0.40	1.000 (1)	0.070 (3)	0.433 (2)
S6: Equal weights for sub-criteria (1/9)	1.000 (1)	0.115 (3)	0.350 (2)

In S1–S5, the weight of each main criterion was distributed equally among its sub-criteria.

4. CONCLUSION, DISCUSSION AND RECOMMENDATIONS

This study examined rural depopulation in Bartın at the provincial and district scales and compared the districts of Amasra, Kurucaşile and Ulus in terms of population retention with an AHP-TOPSIS approach. The provincial-level findings show that Bartın remains the most rural province in the TR81 Region, but that the share of its village population fell by 17.4 percentage points over 2007–2025. The province's net interprovincial migration being positive in most years of the same period indicates that rural depopulation took place largely within the province, from villages toward the provincial centre. This finding suggests that, for the forest villages of Bartın, the migration problem is not confined to long-distance moves to large cities, and that the provincial centre also exerts a strong pull on the village population.

The three district-level analyses produced the same ranking but brought out different vulnerabilities in different dimensions. With its coastal location, tourism function and first-tier status in the regional plan, Amasra is in the most favourable position of the three districts. This ranking is also consistent with the District SEGE-2022 results, in which Amasra is in the third development tier and Ulus and Kurucaşile in the fifth (Acar et al., 2022). Even so, being the strongest district has not kept Amasra from losing population; the district lost 10.9% of its population over 2014–2025. Whether tourism-based development has only a limited capacity to keep the resident population in place deserves further research.

The findings on Ulus call for separate discussion. While the district is in the least favourable position of the three in terms of the share of elderly population, it appears to be the one that best preserved its total and village population. This contradiction can be interpreted in two ways. The first is that the increase reflects a genuine trend of return or settlement; however, the share of return in Bartın's in-migration being only about 5% shows that this interpretation has limited support. The second is that the sudden increases seen in 2018 and 2023 are

due to registration and raised the total population without improving the age structure. The available data are not sufficient to tell these two explanations apart. Still, the 51% decline in the 0–14 age group suggests that the population of Ulus is not being fed by a self-renewing structure. Short-term population growth can clearly mask the structural demographic vulnerability of districts, and it should therefore be read together with age-structure indicators in rural development assessments.

Kurucaşile ranked last in all three analyses in terms of success in retaining its population and was the district closest to the negative ideal solution. In this district, which has the smallest population, low socio-economic development, a high share of elderly population and a marked lag in female literacy come together. This picture can be considered alongside the finding of Erkan Buğday and Özden (2017) that distance to the provincial centre is the variable most strongly associated with migration. That the regional plan mentions Kurucaşile in connection with investment ideas based on local production traditions such as wooden boat building and seafood processing (BAKKA, 2025) can be seen as an opportunity; however, it is uncertain whether these ideas will turn into employment on a scale large enough to keep the district's population.

The study has some limitations. Having only three alternatives makes the TOPSIS results sensitive to changes in the weights; the sensitivity analysis should therefore be regarded as an integral part of the results. Because regularly produced district-level data are limited, some criteria were represented by ordinal indicators such as the classifications in the regional plan. Since the District SEGE-2022 index also includes demographic variables such as the net migration rate, it partly overlaps with the social main criterion; moreover, using the index score instead of the rank would reflect the size of the differences between districts more accurately. Data on reasons for migration are at the provincial level and do not show differences between districts. Finally, because ADNKS measures population according to the address registration of the place of residence, it does not reflect seasonal or second-home use.

The findings allow some inferences for rural development practice. In districts such as Kurucaşile that are vulnerable both demographically and socio-economically, support programmes should first be directed at the employment and access to services that would allow young people to stay. The regional plan likewise envisages first stabilizing the population and then achieving development in last-tier districts (BAKKA, 2025), and states that projects will be developed to employ forest villagers where they live (BAKKA, 2025). It is known that the tendency to migrate in forest villages is concentrated among the younger generation and that most of those who leave do not return (UNDP, 2018). In monitoring credit and grant programmes for forest villages, whether the young members of households stay in the area could therefore be used as a measure of success alongside

income growth. In districts with a high share of elderly population, such as Ulus, access to health and care services forms a separate priority area; according to the regional plan, the number of hospital beds per 100,000 people in Bartın is 214, well below the Türkiye average of 301 (BAKKA, 2025).

Future studies could take the analysis down to the village scale and evaluate villages inside forests and on the forest edge separately. Measuring the determinants of migration intention through village-level surveys would help explain the reasons behind the differences observed at district level in this study.

REFERENCES

- Acar, S., Şahin Cinoğlu, D., Karagöz, T., Kaygısız, G., Meydan, M. C., & Işık, M. (2022). *İlçelerin sosyo-ekonomik gelişmişlik sıralaması araştırması SEGE-2022* (Research Report No. 8). Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Kalkınma Ajansları Genel Müdürlüğü.
- Aczél, J., & Saaty, T. L. (1983). Procedures for synthesizing ratio judgements. *Journal of Mathematical Psychology*, 27(1), 93–102. [https://doi.org/10.1016/0022-2496\(83\)90028-7](https://doi.org/10.1016/0022-2496(83)90028-7)
- Atmış, E., & Günşen, H. (2016). Kentleşmenin Türkiye ormancılığının dönüşümüne etkisi (1990–2010 dönemi). *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 66(1), 16–29. <https://doi.org/10.17099/jffiu.63633>
- Bartın İl İstihdam ve Mesleki Eğitim Kurulu. (2024). *2023 yılı faaliyet raporu*. Türkiye İş Kurumu Bartın İl Müdürlüğü. <https://media.iskur.gov.tr/94757/bartın.pdf>
- Batı Karadeniz Kalkınma Ajansı. (2025). *TR81 Düzey-2 Bölgesi bölge planı 2024–2028*.
- Behzadian, M., Khanmohammadi Otaghsara, S., Yazdani, M., & Ignatius, J. (2012). A state-of-the-art survey of TOPSIS applications. *Expert Systems with Applications*, 39(17), 13051–13069. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.05.056>
- Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı. (2018). *Orman köylerinin sosyo-ekonomik yapısı: Algılar, ihtiyaçlar, imkânlar ve stratejiler araştırması* [Research report]. https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/migration/tr/orman_koyluleri_hq.pdf
- Erkan Buğday, S., & Özden, S. (2017). The relationship between terrain and rural migration (1965–2013) on the north of Turkey (the case of Kastamonu). *Environmental Monitoring and Assessment*, 189(4), Article 154. <https://doi.org/10.1007/s10661-017-5867-9>
- Hwang, C. L., & Yoon, K. (1981). *Multiple attribute decision making: Methods and applications*. Springer.
- Lee, E. S. (1966). A theory of migration. *Demography*, 3(1), 47–57. <https://doi.org/10.2307/2060063>

- Li, Y., Westlund, H., & Liu, Y. (2019). Why some rural areas decline while some others not: An overview of rural evolution in the world. *Journal of Rural Studies*, 68, 135–143. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2019.03.003>
- Saaty, T. L. (1980). *The analytic hierarchy process*. McGraw-Hill.
- Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, 1(1), 83–98. <https://doi.org/10.1504/IJSSCI.2008.017590>
- Tarım ve Orman Bakanlığı. (2022, September 2). *Orman köylüsü kendi elektriğini üretiyor*. <https://www.tarimorman.gov.tr/Haber/5395/Orman-Koylusu-Kendi-Elektrigini-Uretiyor>
- Türkiye İstatistik Kurumu. (2026a). *Adrese dayalı nüfus kayıt sistemi sonuçları ve genel nüfus sayımları* [Data set]. MEDAS. Retrieved May 26, 2026, from <https://www.tuik.gov.tr>
- Türkiye İstatistik Kurumu. (2026b). *İç göç istatistikleri, 2025* [Data set]. Retrieved July 21, 2026, from <https://www.tuik.gov.tr>
- Ünlü, H., Keskin, G., Oktar, L., & Sezer, N. (2025). *Bartın ili Merkez ilçesi Bartın-Amasra-Kurucasıle devlet yolu Bartın-3 köprüsü koruma amaçlı imar planı değişikliği: Plan araştırma ve açıklama raporu*. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Bartın İl Müdürlüğü. <https://webdosya.csb.gov.tr/v2/bartın/2026/04/Plan-Ara-t-rma-ve-A-klama-Raporu-20260428113559.pdf>
- Vaidya, O. S., & Kumar, S. (2006). Analytic hierarchy process: An overview of applications. *European Journal of Operational Research*, 169(1), 1–29. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2004.04.028>
- Wang, Z., Li, P., Cai, W., Shi, Z., Liu, J., Cao, Y., Li, W., Wu, W., Li, L., Liu, J., & Zheng, T. (2025). Identifying administrative villages with an urgent demand for rural domestic sewage treatment at the county level: Decision making from China wisdom. *Sustainability*, 17(2), Article 800. <https://doi.org/10.3390/su17020800>

DEVELOPING RENEWABLE ENERGY STRATEGIES WITHIN ORKÖY SUPPORT PROGRAMS: AN AHP ANALYSIS OF SOLAR ENERGY SUPPORTS

Res. Assist. Dr. Yağmur YEŞİLBAŞ¹ / Prof. Dr. Ersin GÜNGÖR²

¹Bartın University, Faculty of Forestry, Department of Forestry Engineering, yagmuriesilbas@outlook.com,
<https://orcid.org/0000-0002-6611-9069>

²Bartın University, Faculty of Forestry, Department of Forestry Engineering, ersingngr@yahoo.com,
<https://orcid.org/0000-0002-0844-4656>

Abstract

The Forest-Village Relations (ORKÖY) support programs, administered by the General Directorate of Forestry, are policy instruments supporting the economic and social development of forest villagers. ORKÖY implements various support schemes, including livestock, microcredit, mechanization, and energy support, with approximately 7% of the 2.5 billion TL support budget allocated in 2025 devoted to grid-connected photovoltaic (PV) system projects. PV support differs from other forms of assistance due to its potential to simultaneously reduce energy costs, promote the use of renewable energy, and contribute to climate change mitigation. This requires assessing the current weight and development potential of renewable energy support within the ORKÖY framework. Accordingly, this study aims to identify priority strategies for enhancing PV incentives within the ORKÖY support system. The study employs the Analytic Hierarchy Process (AHP), a multi-criteria decision-making method. The decision model consists of four main criteria—technical, economic, socio-economic, and institutional-legal—and sixteen associated sub-criteria. The alternative strategies evaluated include increasing the PV support budget, improving loan conditions, increasing grant rates, and enhancing technical training and consultancy activities. According to the AHP results, socio-economic and economic criteria were identified as the highest-weighted criterion groups in the decision-making process. In the expert rankings of the strategic alternatives, increasing the PV support budget and raising grant rates received the highest priority values. The findings indicate that expanding solar energy system applications within ORKÖY support programs has significant potential to reduce energy costs, enhance rural welfare, and support sustainable rural development. The results also provide a scientific basis for policy development processes contributing to renewable energy policies in line with Türkiye's 2053 Net Zero Emission Target and National Energy Plan, the energy transition and low-carbon development goals envisaged under the European Union Green Deal, and the United Nations Sustainable Development Goals (SDGs), particularly SDGs 7, 8, 9, and 13.

Keywords: ORKÖY, Solar Energy Systems, Analytic Hierarchy Process, Rural Development, Renewable Energy

1. INTRODUCTION

In Türkiye, forest villages are home to a considerable share of the rural population, and their income levels remain well below the national average. The UNDP project page on solar energy in forest villages reports that about 7.3 million people live in 21,549 forest villages, which corresponds to roughly 9.6% of the country's population. The same source gives the average annual gross income in forest villages in 2004 as USD 400, against a national average of USD 5,780 (UNDP, n.d.). These figures are dated, but they still give an idea of how wide the gap is. In its 2025 activity report, the General Directorate of Forestry (OGM) lists rural poverty, the low income and education levels of forest villagers and the shrinking young population in forest villages among the threats the institution faces (OGM, 2026a).

The current legal basis for supporting forest villagers is Law No. 6292 of 19 April 2012 and the “Regulation on the Activities Supporting the Development of Forest Villagers” issued under this Law. The purpose of the Regulation is defined as *“to contribute to the development of forest villagers and to reduce the pressure that may arise on forests, in order to achieve the goals of protecting, developing, managing and expanding forests”* (Yönetmelik, Art. 1). This definition establishes a direct link between the welfare of forest villagers and the protection of forests. The support system known as ORKÖY consists of individual and cooperative loans and grants, and no interest is charged on the loans extended to forest villagers (Yönetmelik, Art. 15). Loan subjects are divided into two groups, social and economic, and projects related to renewable energy sources are listed among the social loans (Yönetmelik, Art. 8/1-b).

The relationship between access to energy services and poverty in rural areas has been widely discussed in the international literature. Kaygusuz (2011) stresses that poor rural households still depend heavily on wood and other biomass fuels, and that energy is also an input to services such as water supply, health, education and transport in rural areas. Sovacool (2012), for his part, treats energy poverty as a development problem with institutional and political dimensions rather than a purely technical one. Grid-connected rooftop solar energy systems allow a household to generate part of the electricity it consumes and can therefore lower its energy costs. Even so, the spread of these systems has remained limited compared with conventional energy sources. Drawing on a systematic literature review, Karakaya and Sriwannawit (2015) grouped the barriers behind this situation into four dimensions: socio-technical, managerial, economic and policy. Luthra et al. (2015) also included economic and financial barriers among those limiting the adoption of renewable energy technologies. Using panel data from OECD countries, Polzin et al. (2015) examined the effect of public policy instruments on renewable energy investments and drew attention to the importance of economic and fiscal incentives,

particularly for less mature technologies. Seen in this light, the ORKÖY system, which offers interest-free loans and grants, can be regarded as a policy instrument able to target directly the economic barriers that forest villagers face.

National policy documents also envisage a larger share for solar energy. According to Türkiye's National Energy Plan, installed solar capacity is expected to reach 52.9 GW by 2035 (ETKB, 2022). The purpose of Climate Law No. 7552 is set out as “combating climate change in line with the green growth vision and the net zero emission target” (İklim Kanunu, 2025, Art. 1). The European Union's Green Deal (European Commission, 2019) and the United Nations 2030 Agenda for Sustainable Development (United Nations, 2015) form the international side of this framework. Among the goals of the Agenda, SDG 7 on affordable and clean energy and SDG 13 on climate action are the most directly related to the subject of this study. Supporting small-scale PV installations in forest villages can be seen as one of the means of putting these goals into practice in rural areas.

Studies on ORKÖY supports have mostly focused on their general socioeconomic effects and their contribution to forest management. Daşdemir and Köse (2021) examined the effect of ORKÖY activities on sustainable forest management in İstanbul Province. Kaya and Porsuk (2025) argued that Circular No. 7022 falls short in terms of project monitoring and evaluation, and proposed an impact evaluation method based on before-after, difference-in-differences and project goal approaches for measuring the success of individual supports. Literature reviews have shown that multi-criteria decision-making methods are widely used in energy planning and that AHP is among the most frequently applied of these methods (Pohekar and Ramachandran, 2004; Wang et al., 2009). In Türkiye, AHP has also been used together with geographic information systems for solar power plant site selection (Uyan, 2013). The literature review, however, found no study that prioritizes strategies for developing PV incentives within ORKÖY supports on the basis of expert opinion.

The aim of this study is to identify priority strategies for developing PV incentives within ORKÖY supports. To this end, an AHP decision model covering the technical, economic, socio-economic and institutional-legal dimensions was built, and four alternative strategies were prioritized through expert evaluations.

1.1. The ORKÖY Support System and the Place of PV Supports

According to OGM's 2025 activity report, a total of TL 2,265,120,000 was allocated to support forest villagers, consisting of TL 1,812,000,000 in lending and TL 453,120,000 in capital transfers (grants), and TL 2,264,286,058 of this amount was used. A further TL 281,720,337 was used under externally funded projects,

and support was provided to 2,042 families (OGM, 2026a). In the distribution table by regional directorate given in the annex of the report, the total loans provided to forest villages and cooperatives in 2025 are shown as TL 2,506,972,832 (OGM, 2026a).

The Regulation sets the villager contribution for social loans at no less than 3% of the project amount (Art. 10/1-a) and provides that grant support may be given at rates to be determined each year by the General Directorate (Art. 7/3). The information brochure of the İzmir Regional Directorate of Forestry states that ORKÖY loans are interest-free and that 20% of the loan is in the nature of a grant. According to the same brochure, applications are made to the relevant forest management chiefdom or directorate, either on behalf of the village through the village headman (muhtar) or individually, and in villages where demand is high, beneficiaries are chosen by lot (İzmir Orman Bölge Müdürlüğü, n.d.). Because the grant rate is set annually by the administration, it can be differentiated by project type without any amendment to the Regulation. This point matters for the alternatives evaluated in this study.

Solar-based supports appear under more than one project type within ORKÖY. Circular No. 7022 defines the solar water heating system as a standard project with a capacity of 2-3 collectors under social loans (OGM, 2016). The activity report, in turn, tracks “*Rooftop Solar Electricity Generation System*”, “*Solar Energy*” and, from 2024 onwards, “*Caravan with Solar Electricity Generation*” as separate items (OGM, 2026a). Table 1 shows the number of families benefiting from these project types over the last five years.

Table 1. Number of families benefiting from solar-based ORKÖY individual supports, 2021-2025

Project type	2021	2022	2023	2024	2025
Rooftop solar electricity generation system	551	686	340	310	740
Solar energy	338	173	517	448	319
Caravan with solar electricity generation	-	-	-	8	4
Total families benefiting from individual supports	11,127	10,418	11,316	7,664	8,788
Share of rooftop PV in the total (%)	4.95	6.58	3.00	4.04	8.42

Source: Compiled from OGM (2026a).

As Table 1 shows, the number of families benefiting from rooftop PV support fell in 2023 and 2024 and then rose to 740 in 2025, while its share among individual support beneficiaries reached 8.42%, the highest level in the period. In 2025, about TL 175.3 million of the roughly TL 2.5 billion in ORKÖY support was allocated to grid-connected solar energy system (ŞEBGES) projects (OGM, 2026b). This amount corresponds to about 7% of total support. The activity report states that the number of families benefiting from ORKÖY supports in 2025 was 10,830, below the target of 12,100 families, and attributes this to budget constraints, the high upper limits of some projects and variability in loan demand. The same report gives strong demand for

economic supports as the reason why the wood savings achieved through ORKÖY supports fell short of the target (OGM, 2026a). Together, these two observations raise the question of which instruments could increase the share of a social support such as PV in the overall budget.

ORKÖY's experience with PV has not been limited to individual loans. ORKÖY took part as executing partner in the “*Sustainable Finance Mechanism for Solar Electricity Generation in Forest Villages Project*”, carried out between 2016 and 2024 with support from the Global Environment Facility (GEF) and in cooperation with UNDP. The project aimed to install at least 30 MW of grid-connected PV capacity in forest villages through cooperatives (UNDP, n.d.). Cooperative-scale applications continued in 2025. ORKÖY contributed TL 9,474,000 to a PV project with a total cost of TL 12,891,000, installed on the roof of a cold storage facility in Yeşilköy, Bayramiç district of Çanakkale, and the financing was structured as 80% loan and 20% grant. OGM describes this project as the largest PV project ORKÖY has carried out to date (OGM, 2026b).

2. METHODOLOGY

2.1. Analytic Hierarchy Process

The study used the Analytic Hierarchy Process (AHP) developed by Saaty (1980). In AHP, a decision problem is structured as a hierarchy consisting of the goal, criteria, sub-criteria and alternatives. The elements at each level are compared pairwise with respect to an element at the level above, and ratio-scale priority values are derived from these comparisons (Saaty, 1990, 2008). The method makes it possible to evaluate judgements that are hard to measure numerically on a common scale and to check how consistent these judgements are. Ishizaka and Labib (2011) gave a comprehensive review of the development and fields of application of the method, while its wide use in energy planning has been documented by Pohekar and Ramachandran (2004) and Wang et al. (2009).

Saaty's 1-9 scale of importance was used in the pairwise comparisons. On this scale, 1 indicates equal importance, 3 slightly greater importance, 5 considerably greater importance, 7 much greater importance and 9 absolute dominance. The values 2, 4, 6 and 8 are intermediate values (Saaty, 1980). The matrix $A = [a_{ij}]$ obtained by comparing n elements is positive and reciprocal ($a_{ji} = 1/a_{ij}$). The priority vector (w) is calculated as the eigenvector corresponding to the largest eigenvalue ($\lambda_{\max}$) of the matrix (Eq-1):

$$A \cdot w = \lambda_{\max} \cdot w \quad (1)$$

The consistency of the judgements was checked with the consistency index (CI) (Eq-2) and the consistency ratio (CR) (Eq-3):

$$CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1) \quad (2)$$

$$CR = CI / RI \quad (3)$$

Here, RI is the average consistency index of randomly generated matrices of the same size and equals 0.90 for four-element matrices. A CR value not exceeding 0.10 indicates that the judgements are acceptably consistent (Saaty, 1980). Since excluding the individual forms with a consistency ratio above 0.10 changed the sub-criteria rankings, all forms were kept in the analysis so that the results would reflect the expert group as a whole, and consistency was assessed on the group matrices.

2.2. Decision Model

The top level of the decision hierarchy is the goal of “developing PV supports within ORKÖY”. The second level contains four main criteria, the third level four sub-criteria under each main criterion, and the fourth level four alternative strategies. The criteria were set on the basis of studies on barriers to the adoption of photovoltaic systems (Karakaya and Sriwannawit, 2015; Luthra et al., 2015), studies on rural energy access and energy poverty (Kaygusuz, 2011; Sovacool, 2012), and ORKÖY legislation and implementation documents (OGM, 2016, 2026a; Yönetmelik). The main criteria and sub-criteria are given in Table 2.

Table 2. Main criteria and sub-criteria in the decision model

Main criterion	Code	Sub-criterion	Focus area
Technical (C1)	C1.1	Energy generation efficiency	Energy generation performance and conversion efficiency of the system
	C1.2	System reliability and continuity	Uninterrupted operating capacity and long-term performance
	C1.3	Infrastructure and grid compatibility	Suitability for the existing electricity infrastructure and grid integration
	C1.4	Ease of operation and maintenance	Operating process, maintenance needs and ease of technical intervention
Economic (C2)	C2.1	Reducing the initial investment cost	Lowering the up-front investment for installation
	C2.2	Shortening the payback period	Speeding up the economic return on investment
	C2.3	Potential contribution to household income	Income gain or savings in the household economy
	C2.4	Efficient use of the support budget	Obtaining the greatest benefit from public funds
Socio-Economic (C3)	C3.1	Employment creation potential	Increasing local job opportunities and economic activity
	C3.2	Contribution to reducing rural out-migration	Retaining the rural population and reducing the tendency to migrate
	C3.3	Improving quality of life	Household welfare, living standards and social benefits
	C3.4	Reducing energy expenses	Lowering household energy spending
Institutional-Legal (C4)	C4.1	Compliance with legislation and policy	Consistency with legal regulations and national policy targets
	C4.2	Institutional feasibility	Implementation and management capacity of institutions
	C4.3	Sustainability of support mechanisms	Ability to sustain supports in the long term
	C4.4	Ease of application and implementation procedures	Manageability of bureaucratic procedures

The alternative strategies evaluated are increasing the PV support budget (A1), improving loan conditions (A2), raising grant rates (A3) and strengthening technical training and consultancy activities (A4). Of these, A1 concerns the total volume of support, A3 the cost borne by the beneficiary, A2 the repayment burden and A4 knowledge and technical capacity.

2.3. Data Collection and Participants

Data were collected with the “*Determining Strategic Priorities for Expanding Solar Energy Systems in ORKÖY Supports: AHP Analysis Participant Form*”, prepared for this research. The first part of the form contains questions on the participants’ profession, institution and unit, length of professional experience, level of knowledge of renewable energy systems and ORKÖY supports, and whether they had served in related

projects or working groups. In the second part, the main criteria were compared pairwise, and in the third part the sub-criteria under each main criterion. In the final part, participants were asked to rank the four alternative strategies in order of priority. The purpose of the study was explained to the participants, they were informed that their responses would be kept confidential and used only for academic purposes, and the opinions of 10 decision makers were obtained. The decision makers were selected by purposive sampling, taking into account their knowledge and experience of the subject.

Individual judgements were converted into group comparison matrices by taking the geometric mean of the corresponding cells. Aczél and Saaty (1983) showed that the geometric mean is the method that preserves the reciprocal property when ratio judgements are synthesized. Forman and Peniwati (1998) recommend aggregating individual judgements in this way when the group acts as a single decision unit (Eq-4):

$$a_{ij}^G = (a_{ij}^{(1)} \times a_{ij}^{(2)} \times \dots \times a_{ij}^{(K)})^{1/K} \quad (4)$$

Here, K denotes the number of participants. The global weights of the sub-criteria were obtained by multiplying their local weights by the weight of the main criterion to which they belong. The rankings provided by the experts were used to prioritize the alternative strategies. The weight corresponding to each rank was determined with the Rank Order Centroid (ROC) method (Barron and Barrett, 1996)(Eq-5):

$$w_k = (1/n) \cdot \sum_{j=k \dots n} (1/j) \quad (5)$$

In the equation, w_k is the weight assigned to the alternative placed in rank k, and n is the number of alternatives. The priority value of each alternative was calculated as the mean of the ROC weights corresponding to the ranks the experts gave to that alternative. Agreement among the expert rankings was tested with Kendall's coefficient of concordance W (Kendall and Babington Smith, 1939). The calculations were performed in Microsoft Excel.

3. RESULTS

3.1. Weights of the Main Criteria

The weights obtained from the pairwise comparison of the main criteria are given in Table 3. The Socio-Economic criterion ranked first with a weight of 0.517 and the Economic criterion second with 0.301. The combined weight of these two criteria is 0.818, which suggests that participants regarded the outcomes of support for households and the village economy as more decisive in developing PV supports than the technical and institutional dimensions. The Technical criterion received a weight of 0.098 and the Institutional-Legal criterion 0.084. The consistency ratio of the group matrix is $CR = 0.006$, below the acceptable threshold.

Table 3. Weights and ranking of the main criteria

Main criterion	Weight	Rank
Socio-Economic (C3)	0.517	1
Economic (C2)	0.301	2
Technical (C1)	0.098	3
Institutional-Legal (C4)	0.084	4
Total	1.000	

$\lambda_{\max} = 4.017$; CI = 0.006; CR = 0.006

3.2. Weights of the Sub-Criteria

The local and global weights of the sub-criteria are given in Table 4. A comparison of these weights shows that improving quality of life (0.387) in the Socio-Economic group and potential contribution to household income (0.463) in the Economic group received the highest local weights. At the top of the global ranking are improving quality of life (0.200), reducing energy expenses (0.170) and potential contribution to household income (0.139). These three sub-criteria relate to outcomes of support that are directly reflected in household welfare and budgets. In contrast, reducing the initial investment cost (C2.1) came last within the Economic group and twelfth in the global ranking. In the Technical group, system reliability and continuity (0.404) stood out, and in the Institutional-Legal group, sustainability of support mechanisms (0.408). The group consistency ratio of the Institutional-Legal sub-criteria matrix (0.107) is slightly above the 0.10 threshold; for the other sub-criteria matrices this ratio ranges between 0.012 and 0.021.

Table 4. Local and global weights of the sub-criteria

Code	Sub-criterion	Local weight	Global weight (overall rank)
C1.1	Energy generation efficiency	0.367	0.036 (9)
C1.2	System reliability and continuity	0.404	0.040 (8)
C1.3	Infrastructure and grid compatibility	0.117	0.012 (14)
C1.4	Ease of operation and maintenance	0.112	0.011 (15)
C2.1	Reducing the initial investment cost	0.071	0.022 (12)
C2.2	Shortening the payback period	0.200	0.060 (6)
C2.3	Potential contribution to household income	0.463	0.139 (3)
C2.4	Efficient use of the support budget	0.265	0.080 (5)
C3.1	Employment creation potential	0.111	0.057 (7)
C3.2	Contribution to reducing rural out-migration	0.174	0.090 (4)
C3.3	Improving quality of life	0.387	0.200 (1)
C3.4	Reducing energy expenses	0.328	0.170 (2)
C4.1	Compliance with legislation and policy	0.061	0.005 (16)
C4.2	Institutional feasibility	0.359	0.030 (11)
C4.3	Sustainability of support mechanisms	0.408	0.034 (10)
C4.4	Ease of application and implementation procedures	0.172	0.014 (13)

Note: The consistency ratios of the sub-criteria group matrices are 0.016 for C1, 0.021 for C2, 0.012 for C3 and 0.107 for C4.

3.3. Priorities of the Alternative Strategies

The priority values obtained from the expert rankings of the alternative strategies are given in Table 5. Increasing the PV support budget (A1), at 0.421, and raising grant rates (A3), at 0.346, received the highest priority values. They were followed by improving loan conditions (A2, 0.154) and strengthening technical training and consultancy activities (A4, 0.079). A1 was ranked first in seven of the ten rankings and A3 in three, while A4 came last in eight rankings. The combined priority of the first two alternatives is 0.767, which indicates that, under current conditions, participants see the total volume of support and the cost borne by the beneficiary as the decisive factors in the spread of PV supports. There is high and statistically significant agreement among the expert rankings (Kendall's $W = 0.716$; $\chi^2 = 21.48$; $df = 3$; $p < 0.001$).

Table 5. Overall priority values of the alternative strategies

Code	Alternative strategy	Priority value (ROC)	Rank
A1	Increasing the PV support budget	0.421	1
A3	Raising grant rates	0.346	2
A2	Improving loan conditions	0.154	3
A4	Strengthening technical training and consultancy activities	0.079	4
Total		1.000	

Note: Priority values are the means of the Rank Order Centroid (ROC) weights of the ten participants' rankings.

4. CONCLUSION, DISCUSSION AND RECOMMENDATIONS

In this study, the participants placed the Socio-Economic criterion first and the Economic criterion second, which suggests that PV support is perceived as a rural development tool rather than an investment in energy technology. This finding is consistent with the provision of the Regulation that defines the purpose of the supports as the development of forest villagers and the reduction of pressure on forests (Art. 1). The listing of renewable energy projects among social loans in the legislation (Art. 8/1-b) can be seen as a reflection of the same approach.

The second rank of the Economic criterion is consistent with studies that include the economic dimension among the barriers limiting the spread of photovoltaic systems (Karakaya and Sriwannawit, 2015; Luthra et al., 2015). Given the income level in forest villages (UNDP, n.d.), even repaying an interest-free loan can be a burden on the household budget. The prominence of increasing the PV support budget and raising grant rates among the alternatives fits this picture. A larger budget determines how many households can access support, while a higher grant rate determines how much the beneficiary has to repay. The activity report's explanation that the number of beneficiary families fell short of the target because of budget constraints and high project upper limits (OGM, 2026a) shows how these two strategies play out in practice. The findings of

Polzin et al. (2015) that economic and fiscal incentives support investment in less mature technologies also agree with this interpretation. The fact that the technical training and consultancy alternative came last in eight of the ten rankings suggests that participants regard the lack of knowledge as secondary to the financing problem. Nevertheless, it should not be overlooked that post-installation maintenance and operation problems may affect system performance in the long term.

Several policy recommendations were developed on the basis of the findings. Setting a separate budget share or beneficiary quota for PV projects in the ORKÖY annual work programme could prevent these supports from competing for the same resources as economic projects. The fact that grant rates can be set each year by the General Directorate (Yönetmelik, Art. 7/3) shows that there is no legal obstacle to applying a higher grant rate to PV projects than to other project types. ORKÖY's current performance indicators are based on measures such as the number of beneficiary families and cooperatives, employment and wood savings (OGM, 2026a). Adding indicators such as the amount of electricity generated, the change in household energy expenses and avoided emissions to the monitoring system would help track the impact of PV supports. This recommendation is also in line with the approach of Kaya and Porsuk (2025), who argue that the success of individual supports should be measured through impact evaluation.

The study has some limitations. The findings rest on the judgements of a limited number of experts and do not include the views of households that benefited from the support. Since the alternative strategies were not compared pairwise against the criteria, the strategy priorities could not be combined with the criteria weights and were determined from participant rankings instead. Future studies could test these findings through field surveys with households that have received PV support, cost-benefit analyses of the supports and fuzzy multi-criteria decision-making methods that account for uncertainty.

Strengthening PV supports within ORKÖY is considered a policy option that could contribute at the rural level to the increase in solar capacity envisaged in the National Energy Plan (ETKB, 2022) and to the net zero emission target set out in Climate Law No. 7552 (İklim Kanunu, 2025). These supports are also related to the goals of the 2030 Agenda for Sustainable Development on affordable and clean energy (SDG 7), decent work and economic growth (SDG 8), industry, innovation and infrastructure (SDG 9) and climate action (SDG 13) (United Nations, 2015). The findings of the study offer a framework, based on expert evaluations, on which instruments should be given priority in implementing this policy option.

REFERENCES

- Aczél, J., & Saaty, T. L. (1983). Procedures for synthesizing ratio judgements. *Journal of Mathematical Psychology*, 27(1), 93-102.
- Barron, F. H., & Barrett, B. E. (1996). Decision quality using ranked attribute weights. *Management Science*, 42(11), 1515-1523. <https://doi.org/10.1287/mnsc.42.11.1515>
- Daşdemir, İ., & Köse, M. (2021). The impact of ORKÖY activities on sustainable forest management in İstanbul Province, Turkey. *Small-scale Forestry*, 20(4), 517-542. <https://doi.org/10.1007/s11842-021-09479-4>
- ETKB. (2022). *Türkiye ulusal enerji planı* [National energy plan of Türkiye]. Ministry of Energy and Natural Resources of the Republic of Türkiye.
- European Commission. (2019). *The European Green Deal* (COM(2019) 640 final). European Commission.
- Forman, E., & Peniwati, K. (1998). Aggregating individual judgments and priorities with the analytic hierarchy process. *European Journal of Operational Research*, 108(1), 165-169. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(97\)00244-0](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(97)00244-0)
- Ishizaka, A., & Labib, A. (2011). Review of the main developments in the analytic hierarchy process. *Expert Systems with Applications*, 38(11), 14336-14345. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.04.143>
- İklim Kanunu. (2025). 7552 sayılı İklim Kanunu [Climate Law No. 7552]. *Resmî Gazete*, 9 July 2025, No. 32951.
- İzmir Orman Bölge Müdürlüğü. (n.d.). *ORKÖY kredileri* [ORKÖY loans; information brochure]. General Directorate of Forestry.
- Karakaya, E., & Sriwannawit, P. (2015). Barriers to the adoption of photovoltaic systems: The state of the art. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 49, 60-66. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.04.058>
- Kaya, G., & Porsuk, T. (2025). Orman köylülerini kalkındırma için verilen ferdi desteklerin başarılarının değerlendirilmesi için bir öneri [A proposal for the evaluation of the success of individual development supports for forest villagers]. *Turkish Journal of Forestry*, 26(4), 574-587. <https://doi.org/10.18182/tjf.1748059>
- Kaygusuz, K. (2011). Energy services and energy poverty for sustainable rural development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(2), 936-947.
- Kendall, M. G., & Babington Smith, B. (1939). The problem of m rankings. *The Annals of Mathematical Statistics*, 10(3), 275-287.

- Luthra, S., Kumar, S., Garg, D., & Haleem, A. (2015). Barriers to renewable/sustainable energy technologies adoption: Indian perspective. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41, 762-776. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.08.077>
- OGM. (2016). *Orman köylülerinin desteklenmesine ait 7022 sayılı tamim* [Circular No. 7022 on supporting forest villagers]. General Directorate of Forestry, Department of Forest-Village Relations.
- OGM. (2026a). *2025 yılı idare faaliyet raporu* [2025 administrative activity report]. General Directorate of Forestry, Department of Strategy Development.
- OGM. (2026b, January 29). *ORKÖY destekleriyle orman köylüsüne 2025'te güçlü katkı* [Strong contribution to forest villagers through ORKÖY supports in 2025] [News]. General Directorate of Forestry. Retrieved October 23, 2026, from <https://www.ogm.gov.tr/tr/haberler/orkoy-destekleriyle-orman-koylusune-2025te-guclu-katki>
- Pohekar, S. D., & Ramachandran, M. (2004). Application of multi-criteria decision making to sustainable energy planning: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 8(4), 365-381. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2003.12.007>
- Polzin, F., Migendt, M., Täube, F. A., & von Flotow, P. (2015). Public policy influence on renewable energy investments: A panel data study across OECD countries. *Energy Policy*, 80, 98-111. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2015.01.026>
- Saaty, T. L. (1980). *The analytic hierarchy process*. McGraw-Hill.
- Saaty, T. L. (1990). How to make a decision: The analytic hierarchy process. *European Journal of Operational Research*, 48(1), 9-26.
- Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, 1(1), 83-98. <https://doi.org/10.1504/IJSSCI.2008.017590>
- Sovacool, B. K. (2012). The political economy of energy poverty: A review of key challenges. *Energy for Sustainable Development*, 16(3), 272-282. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2012.05.006>
- UNDP. (n.d.). *Orman köylerinde güneş enerjisinden elektrik üretimi için sürdürülebilir finans mekanizması projesi* [Sustainable finance mechanism for solar electricity generation in forest villages project]. Retrieved October 22, 2026, from <https://www.undp.org/tr/node/39366>
- United Nations. (2015). *Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development* (A/RES/70/1). United Nations General Assembly.

- Uyan, M. (2013). GIS-based solar farms site selection using analytic hierarchy process (AHP) in Karapinar region, Konya/Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 28, 11-17.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.07.042>
- Wang, J.-J., Jing, Y.-Y., Zhang, C.-F., & Zhao, J.-H. (2009). Review on multi-criteria decision analysis aid in sustainable energy decision-making. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13(9), 2263-2278.
- Yönetmelik. Orman Köylülerinin Kalkındırılmalarının Desteklenmesi Faaliyetlerine İlişkin Yönetmelik [Regulation on the Activities Supporting the Development of Forest Villagers] (Last amended: *Resmî Gazete*, 2 April 2024, No. 32508).

REJENERATİF FRENLEMEDE ENERJİ GERİ KAZANIMI İLE BATARYANIN ŞARJ KABULÜ ARASINDAKİ DENGİNİN YAŞLANMA ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: ELEŞTİREL BİR LİTERATÜR DERLEMESİ

Dr.Öğr.Üyesi, Ayhan UYAROĞLU¹/ Dr.Öğr.Üyesi, Mahmut ÜNALDI²

¹Selçuk Üniversitesi, Motorlu Araçlar ve Ulaştırma Teknolojileri Bölümü,
ayhan.uyaroglu@selcuk.edu.tr, ORCID: 0000-0001-7914-9665

²Selçuk Üniversitesi, Motorlu Araçlar ve Ulaştırma Teknolojileri Bölümü, munaldi@selcuk.edu.tr,
ORCID: 0000-0003-2144-8085

Özet

Bu çalışmanın amacı, elektrikli ve hibrit taşıtlarda rejeneratif frenleme sırasında elde edilen enerji kazanımı ile bataryanın şarj kabulü arasındaki ilişkinin batarya yaşlanması üzerindeki etkisini analitik olarak değerlendirmektir. Rejeneratif frenleme, taşıtın yavaşlaması sırasında kinetik enerjinin bir bölümünü elektrik enerjisine dönüştürerek yeniden kullanılmasını sağlar. Ancak bu enerji aktarımının miktarı sürüş çevrimi, elektrik tahrik sisteminin sınırları, fren kontrolü ve bataryanın şarj durumu (SoC), sıcaklığı ile sağlık durumuna (SoH) bağlıdır. Çalışmada, konuya doğrudan odaklanan akademik yayınlar belirlenerek, deneysel hücre çalışmaları, dinamometre ve gerçek yol testleri, simülasyonlar ve literatür derlemeleri olarak sınıflandırılmış, yöntemleri ve ölçütleri bakımından nitel olarak karşılaştırılmıştır. Bulgular, geri kazanılan enerjinin sürüş profiline ve ölçüm tanımına göre değiştiğini, düşük sıcaklıkta veya belirli SoC koşullarında bataryaya aktarılabilen gücün sınırlanabildiğini göstermektedir. Hücre düzeyindeki bazı deneyler, test edilen dinamik profillerde rejeneratif şarjın çevrim derinliğini azaltarak kapasite kaybı ve iç direnç artışını sınırlayabildiğini bildirmiştir. Buna karşılık batarya yaşlanmasını kontrol hedefine ekleyen yaklaşımlar, kimi koşullarda enerji geri kazanımından ödün verilmesine yol açabilmektedir. Sonuç olarak rejeneratif frenlemenin batarya üzerindeki etkisi tek yönlü veya evrensel değildir. Enerji kazanımı, fren güvenliği, anlık şarj kabulü, ısı sınırları ve uzun dönemli yaşlanma birlikte yönetilmelidir.

Anahtar kelimeler: Çevrim derinliği, fren harmanlama, ısıl yönetim, lityum iyon hücreler, şarj durumu

THE EFFECT OF THE BALANCE BETWEEN ENERGY RECOVERY DURING REGENERATIVE BRAKING AND BATTERY CHARGE ACCEPTANCE ON AGING: A CRITICAL LITERATURE REVIEW

Abstract

The aim of this study is to analytically evaluate the effect of the balance between energy recovered during regenerative braking and battery charge acceptance on battery aging in electric and hybrid vehicles. Regenerative braking enables a portion of the vehicle's kinetic energy to be converted into electrical energy and reused during deceleration. However, the amount of energy transferred depends on the driving cycle, the limits of the electric drive system, brake control, and the battery's state of charge (SoC), temperature, and state of health (SoH). In the study, academic publications directly focusing on the topic were identified, classified as experimental cell-level studies, dynamometer and real-world tests, simulations, and literature reviews, and qualitatively compared in terms of their methods and metrics. The findings show that the recovered energy varies with the driving profile and the definition adopted for energy recovery, and that the power transferable to the battery can be limited at low temperature or under certain SoC conditions. Some cell-level experiments report that, for the dynamic profiles tested, regenerative charging can limit capacity loss and the increase in internal resistance by reducing the effective depth of discharge. By contrast, approaches that add battery aging as a control objective may, under certain conditions, entail compromising regenerative energy recovery. In conclusion, the impact of regenerative braking on the battery is neither one-directional nor universal. Energy recovery, braking safety, instantaneous charge acceptance, thermal limits, and long-term aging must be managed together.

Keywords: Brake blending; depth of discharge; lithium-ion cells; state of charge; thermal management

1. INTRODUCTION

One way to increase energy efficiency in electric and hybrid vehicles is to convert a portion of the vehicle's kinetic energy during deceleration into reusable energy. During conventional friction braking, a significant portion of the kinetic energy is converted into heat and dissipated to the environment. In regenerative braking, by contrast, the electric motor operates as a generator under appropriate operating conditions and converts part of the vehicle's kinetic energy into electrical energy. The recovered energy can be stored in the battery and used in subsequent driving phases. However, the magnitude of the recovered energy depends not only on vehicle speed and braking demand but also on the driving cycle, the limits of the motor and power electronics, and the instantaneous condition of the energy storage system (Szumska & Jurecki, 2022).

In regenerative braking, the energy recovery ratio (η_{regen}) expresses the proportion of the kinetic energy theoretically available for recovery during braking that is converted into electrical energy and transferred to the energy storage system. In general, this ratio can be defined as the recovered energy divided by the theoretically recoverable energy:

$$\eta_{\text{regen}} = \frac{E_{\text{recovered}}}{E_{\text{available}}} \times 100 \quad (1)$$

Here:

η_{regen} : Energy recovery ratio (%)

$E_{\text{recovered}}$: Energy recovered through regenerative braking and transferred to the battery (kWh)

$E_{\text{available}}$: Theoretical energy that can be recovered during braking (kWh)

However, the energy definitions and system boundaries used to evaluate regenerative energy recovery in the literature can vary from study to study. In particular, due to losses originating from the electric motor, power electronics, driveline, and battery, it is not possible to convert and store all of the braking energy available at the vehicle wheels into electrical energy (Wei, Hofman, Caarls, & van Iperen, 2019; Naseri, Nordi, Spiliotopoulos, & Schaltz, 2026). Yang et al. (2024) note that the energy transfer efficiency of regenerative braking systems is affected by many factors, such as the motor's operating characteristics, the driveline, and the control strategy. Similarly, Szumska (2025) shows that regenerative energy recovery can vary substantially depending on variables such as driving conditions, vehicle kinematics, the energy storage system, and the control strategy. Therefore, when comparing energy recovery ratios reported by different studies, the energy denominator employed, the measurement point, and the system boundaries should be stated explicitly.

Explaining the impact of regenerative braking on the battery solely in terms of how much energy is transferred to the battery is insufficient. Battery charge acceptance is the level of charging current and power that can be

safely accepted depending on conditions such as cell temperature, SoC, SoH, and cell characteristics. The charging current induced during braking can be short-lived and variable. While these currents affect the battery's cycling load and thermal behavior, the regenerative energy can be used in subsequent traction, thereby reducing the amount of energy that needs to be supplied from an external source and the depth of discharge. Therefore, the mere occurrence of a regenerative charging current does not by itself imply that battery aging will increase, nor does energy recovery alone guarantee a longer battery life; rather, these effects must be evaluated together as a function of the magnitude and duration of the charging current and the battery's SoC, temperature level, and operating conditions.

Variables such as temperature, SoC, depth of discharge, current profile, and time jointly influence the battery aging process. The experimental study by Keil and Jossen (2017) showed that, for a specific lithium-ion cell and a dynamic driving profile, regenerative braking can limit capacity loss and the increase in internal resistance by reducing the effective depth of discharge. By contrast, Wu, Wang, Li, Qin, and Du (2018), in a simulation-based approach that incorporates battery aging into the control objectives, reported that reducing aging can lead to some reduction in the amount of energy recovered. These findings indicate that energy recovery and battery life do not always vary in the same direction and that the control strategy must balance these two objectives.

Although the literature includes studies that examine energy recovery as a function of driving conditions, the scope and methods of the evidence concerning long-term battery health are limited. The review by Chidambaram et al. (2023) also points out that studies directly evaluating the impact of regenerative braking on battery health remain limited. Some existing studies address the amount of recovered energy, some focus on capacity and resistance changes in battery cells, and others examine thermal management or control strategies. Due to differing measurement definitions, cell chemistries, and test profiles, it is difficult to compare these results directly on a common numerical scale.

The aim of this study is to explain the relationship between the balance of regenerative energy recovery and battery charge acceptance and battery aging by jointly evaluating experimental, simulation-based, and review studies. The importance of the topic stems from the fact that energy recovery can translate into a real system benefit only if braking safety and the battery's safe operating limits are maintained. The scope of the study is limited to the effect of the driving cycle on recovery magnitude, battery aging related to charging current and temperature, and control approaches that take these variables into account. Because recovery and aging are often examined with different metrics in the literature, the study seeks to provide an analytical synthesis that

treats these two dimensions within a common evaluative framework and does not regard energy recovery alone as a measure of success. Its original contribution is to discuss regenerative braking control as a vehicle-level problem in which recovered energy, instantaneous battery charge acceptance, thermal load, and acceptable battery aging must be managed together.

2. METHOD

2.1. Source selection and scope

This study was designed as a qualitative and analytical literature review. Academic publications from 2015–2025 that directly address the relationship between regenerative braking and energy measurement, battery charge acceptance, battery temperature/aging, or brake control were selected. The selection criteria included direct relevance to the topic, a clearly described method, academic publication quality, and the ability to verify bibliographic information using publisher/DOI records. The source set was constructed to represent different types of evidence. Overviews of regenerative braking architectures, energy storage, and safe braking are provided in the reviews of Hamada and Orhan (2022) and Saiteja, Ashok, Wagh, and Farrag (2022); a review focusing on battery life is provided by Chidambaram et al. (2023), and the systematic review covering publications from 2005–2024 is addressed in Szumska (2025). Vehicle-level energy measurement and evaluation methods are discussed by Lv, Zhang, Li, and Yuan (2015); chassis dynamometer and vehicle–road tests are examined by Armenta-Déu and Cortés (2023), Lee, Song, Han, Lim, and Park (2023), Zhang, Chen, Zhang, and Liu (2022), Zhao et al. (2023), and Szumska and Jurecki (2022). Evidence on battery aging and thermal behavior is represented by the experiments of Keil and Jossen (2015, 2017), the simulation by Huang, Qin, and Peng (2015), and the control study by Wu et al. (2018); braking safety and force distribution are represented by the vehicle tests of Qiu, Wang, Meng, and Shen (2018).

2.2. Analytical dimensions

Each publication was evaluated based on four common analytical questions. First, the definition of recovered energy was examined in terms of the measurement point adopted and the energy denominator used. Second, the experimental conditions—such as test vehicle and battery characteristics, driving cycle, ambient temperature, and the battery’s state of charge (SoC)—were assessed. Third, it was considered whether the studies directly measured battery health (SoH) or evaluated battery aging indirectly via indicators such as temperature, current profile, or a control model. Finally, it was examined whether energy recovery was evaluated together with brake performance, vehicle stability, and friction braking requirements. This structure made it possible to reveal

methodological and scope-related differences across studies and to compare the results within a more consistent framework.

2.3. Methodological limitations

This study is not a systematic review or meta-analysis conducted on the basis of a preregistered protocol. Purposeful sampling and a topic-focused search approach were adopted in source selection, and no claim is made that all databases, publications in different languages, or unpublished studies were comprehensively searched. There are significant methodological differences among the selected studies in terms of vehicle architecture, cell chemistry, test cycle, ambient temperature, current limits, and the energy denominator used to compute the energy recovery ratio. In addition, the findings of some sources could be verified only through the publisher-provided abstract or accessible preview. Because of these methodological differences and disparities in data access, no common numerical effect size was computed across studies, and the findings were not ranked quantitatively. Therefore, the results should be regarded not as universal threshold values or fixed performance indicators applicable to all electric vehicles, but as evidence that reveals trends, methodological differences, and research gaps in the existing literature.

3. ENERGY CONVERSION AND BATTERY INTERACTION IN REGENERATIVE BRAKING

3.1. Energy flow and brake force distribution

During regenerative braking, energy flows from the wheels to the electric motor/generator, then to the power electronics units, and finally to the energy storage system. Because of electrical, electromechanical, and mechanical losses in each component of this conversion chain, the mechanical energy calculated at the electric motor during braking is not equal to the electrical energy stored at the battery's direct current (DC) terminals. The regenerative energy transferred to the battery can be determined by jointly measuring the battery DC voltage and the charging current as functions of time and integrating over time. In this assessment, it is essential to state clearly the sign convention for charging current and the exact measurement point of voltage and current so that the resulting energy values can be compared correctly and consistently across studies. Hamada and Orhan (2022) emphasize that regenerative braking systems vary with different energy storage layouts and control approaches, and that system performance cannot be generalized by a single architecture or a single percentage.

The total brake force required to decelerate the vehicle is, under suitable conditions, shared between regenerative and friction braking (brake blending). The torque/power limits of the electric motor and inverter, the instantaneous charging power the battery can accept, and the vehicle's stability requirements determine the

contribution that regenerative braking can provide. When any limit of the battery or the drive system is reached, the brake control system should reduce the regenerative torque and supply the unmet portion of the driver's demanded deceleration through the friction brakes. Therefore, in brake control, energy recovery cannot be pursued as an objective independent of braking performance (Hamada & Orhan, 2022; Saiteja et al., 2022).

3.2. Recovery metrics and comparability

The term regenerative braking efficiency may not be used with the same meaning across different studies. Recovered energy may be normalized by the kinetic energy dissipated during braking, the total traction energy, the energy drawn from the battery, or the distance traveled. Because these denominators differ, percentage values from different publications are comparable only if the definitions and test conditions are aligned. The vehicle-level evaluation method proposed by Lv et al. (2015) distinguishes between the contribution ratio to range extension (δS) and the contribution ratio to the reduction in energy consumption (δE). This distinction shows that the contribution of regenerative braking to range should not be assumed to be equal to the reduction in energy consumption.

In urban driving, frequent acceleration–deceleration can provide more opportunities for energy recovery, whereas on highways the lower frequency of braking events limits recovery. In the modeled driving profiles of Szumska and Jurecki (2022), recovery reached approximately 20% of the total energy used in urban conditions, while it remained around 2% on highways. Szumska (2025), compiling findings from different publications, reports that approximately 20–40% of traction energy can be recovered in urban driving, while on highways the ratio mostly does not exceed 5%. These are not results of the same experiment; they are examples involving different vehicles and driving cycles and therefore should not be used as general design values.

3.3. Battery charge acceptance and temperature conditions

Battery charge acceptance expresses the limit at the instant when regenerative energy transfer occurs and is not a fixed current value. The magnitude and duration of the charging current should be evaluated together with the state of charge (SoC), battery temperature, state of health (SoH), cell chemistry, and manufacturer-defined limits. In particular, if battery temperature or SoC is not within an appropriate range, the battery management system (BMS) may limit regenerative charging power. This limitation reduces recovered energy but serves to maintain cell limits and braking requirements. Therefore, battery charge acceptance should be treated as an operating-condition-dependent power limit rather than a single nominal current.

In a chassis dynamometer study using the China Light-Duty Vehicle Test Cycle (CLTC), Zhang et al. (2022) tested a single electric vehicle over the CLTC at ambient temperatures of 23 °C and –10 °C. The study reported

the average charging power fed back to the battery as 16.36 kW at normal temperature and 12.65 kW at low temperature. These are the average values of a specific vehicle in the CLTC test and are neither the cell's maximum charge-acceptance power nor a universal threshold for all vehicles. Zhao et al. (2023) compared a single battery-electric passenger car on the Worldwide harmonized Light vehicles Test Cycle (WLTC) at -7°C , 23°C , and 35°C , and reported the share of energy recovered in the battery in the braking energy-flow distribution as 53.15%, 75.84%, and 62.79%, respectively. These percentages are the shares in the braking energy-flow distribution and are not the overall cycle energy recovery rate or a charging-current value.

The results of these studies show that the effect of temperature must be interpreted together with vehicle and measurement conditions. The reduction in recovery at low temperature may relate, in addition to battery charge acceptance, to thermal conditioning and the energy consumption of vehicle systems. Higher ambient temperature can also change the cooling demand of auxiliary systems and alter energy flow. Therefore, ambient temperature should not be assumed equal to cell temperature, and the charging current, battery internal temperature, SoC, and HVAC consumption should be recorded synchronously wherever possible. The real-road study by Lee et al. (2023) also reported that as the regenerative braking level increases, recovered energy and the change in net battery energy consumption can vary across different road segments.

3.4. Battery aging

Battery aging can be examined on two fundamental mechanisms: calendar aging and cycle aging. Capacity loss and an increase in internal resistance are common indicators of battery aging. Because the effects of temperature and SoC on these mechanisms may not be in the same direction, a single temperature effect should not be generalized to all forms of aging (Keil & Jossen, 2015). Although regenerative braking creates short-duration charging current pulses, using this energy in subsequent traction can reduce the battery's depth of discharge and the energy required from an external source. The net aging effect depends on the sum of these opposing processes.

The experiments of Keil and Jossen (2017) with nickel–cobalt–aluminum (NCA) cells and the dynamic US06 driving cycle showed that, within the tested current limits, regenerative braking can reduce depth of discharge and thereby limit capacity loss and the increase in internal resistance. This result does not prove that regenerative current is harmless for every battery chemistry and under all operating conditions, and the finding should be interpreted within the context of the tested cell, current limits, SoC, temperature, and driving profile. The review by Chidambaram et al. (2023) also points out that direct measurements of battery health are limited.

To evaluate the effect of regenerative braking on battery life, looking only at the amount of recovered energy is not sufficient. During braking, the battery's temperature and state of charge (SoC) should be assessed together with the magnitude and duration of the current delivered to the cell. Furthermore, because studies examine aging using different indicators such as capacity loss, increase in internal resistance, or lithium plating, their results are difficult to compare directly. By reporting cell experiments and studies that measure the charging mechanism separately, it becomes clear which finding is based on direct measurement and which is based on modeling or mechanism interpretation. From a temperature perspective, the basic distinction is that the risk of lithium plating during charging at low temperature and calendar aging at high temperature are different mechanisms (Lam & Bauer, 2013; Keil & Jossen, 2015, 2017; Rodrigues, Shkrob, Colclasure, & Abraham, 2020).

4. LITERATURE FINDINGS

4.1. Driving cycle and recovered energy

Szumska and Jurecki (2022) investigated urban, suburban, and highway conditions in a simulation environment using speed profiles derived from real driving. For the modeled vehicle and driving profile, they reported that in urban driving the recovered energy can reach approximately 20% of total energy use, whereas in highway driving this ratio remains around 2%. This difference was associated with the frequency of stop-go and deceleration events.

Real-road and vehicle tests highlight the importance of the measurement definition and the test setup. In the four urban tests conducted by Armenta-Déu and Cortés (2023) with a BMW i3, the average recovery efficiency was reported as 60.1% under regenerative-braking conditions without using friction brakes, and 22.8% in an additional test where regenerative and friction braking were used together. The same paper obtained different ratios for the conversion of potential energy in downhill driving segments. Because these values are based on different test conditions and energy definitions, they are not a direct comparison of the same metric. Lee et al. (2023), in real-road measurements with a single electric SUV, reported that recovered energy increased and net battery consumption decreased as the regenerative braking level increased, but noted that different road segments affected the results. Lv et al. (2015) proposed measuring recovery contribution separately as range extension and reduction in energy consumption. Zhang et al. (2022) segmented the CLTC cycle and showed that the amount of regenerative energy varies with braking severity and the cycle segment. Taken together, these studies indicate that reporting a single recovery rate without specifying vehicle mass, speed profile, road

grade, number of braking events, regenerative level, and the denominator used in the measurement can be misleading.

4.2. Temperature, energy flow, and battery loading

In Zhao et al. (2023), the variation of the recovered-energy share during braking with ambient conditions indicates that battery behavior cannot be explained solely by brake control. Heating, ventilation, and air conditioning (HVAC) and thermal conditioning demands in the vehicle can also affect energy flow. In Zhang et al. (2022), the lower average feedback power reported at low ambient temperature suggests that regenerative braking can be constrained by battery operating conditions. However, such vehicle-level measurements do not, by themselves, measure cell-level aging.

Huang et al. (2015) examined regulating the regenerative charging current/regenerative ratio using a two-degree-of-freedom battery thermal model coupled to a vehicle driving model and a fuzzy logic controller. In simulation, limiting high-current components reduced temperature rise and improved recovery. This is simulation evidence that thermal control and energy recovery can be addressed jointly, and it should not be interpreted as validation of long-term battery life in a real vehicle.

4.3. Aging-aware control and brake safety

Wu et al. (2018) developed a hierarchical regenerative braking strategy for a hybrid electric vehicle that adds battery aging to the control objectives. In simulation and controller-in-the-loop tests, the aging-aware control approach was reported to reduce battery damage, with the trade-off of lower recovered energy compared with an approach that does not account for aging. Nevertheless, because these findings are based on simulation and controller-in-the-loop test results, they do not directly demonstrate the effects on long-term battery life in real vehicle fleets.

Distributing brake force between regenerative and friction braking is not only a matter of efficiency but also of safety and vehicle stability. Qiu et al. (2018) proposed a series control strategy that coordinates regenerative and friction brake torque in safety-critical situations when the anti-lock braking system (ABS) is active, and conducted road tests under different tire–road adhesion conditions. Tire–road adhesion refers to the level of grip between the tire and the road surface and depends largely on the characteristics of the road surface and environmental conditions. Higher braking forces can be generated on high-adhesion surfaces such as dry asphalt, whereas reduced adhesion on wet, snowy, or icy surfaces limits braking capacity. Therefore, especially when ABS intervenes, it is important to consider tire–road adhesion in the safe distribution of regenerative and friction braking forces. Saiteja et al. (2022) compared different control architectures and calibration parameters

and emphasized that brake demand, vehicle speed, battery SoC/current, and braking stability should be considered together. The numerical recovery percentages in these studies are based on different denominators and test conditions and therefore should not be presented as common performance values.

5. REGENERATIVE BRAKING AND BATTERY HEALTH CO-MANAGEMENT

5.1. Vehicle-level control priorities

A common outcome of the literature is that regenerative braking control should not be designed as a single-objective approach that merely seeks to recover the maximum possible amount of energy. The control system must first provide the driver's demanded deceleration safely and predictably. The torque that regenerative braking can provide should be determined within the limits of the motor/inverter, the tire-road conditions, and the battery's instantaneous charge acceptance; if this torque is insufficient, the remaining demand should be met by friction braking. In this context, the safety requirements of systems that deliver safety functions such as wheel slip control, brake force distribution, brake assist, and collision avoidance—such as ABS (Anti-lock Braking System), EBS (Electronic Braking System), EBD (Electronic Brakeforce Distribution), BAS (Brake Assist System), and AEB (Autonomous Emergency Braking)—should take precedence over maximizing energy recovery (Hamada & Orhan, 2022; Qiu et al., 2018; Saiteja et al., 2022).

The second priority is to incorporate the dynamic battery charge acceptance limit provided by the battery management system (BMS) into braking control decisions. Because the allowable charge power may vary with state of charge (SoC), cell temperature, and state of health (SoH), it may not be appropriate for the brake controller to use a fixed regeneration threshold under all conditions. When battery acceptance decreases, regenerative torque should be reduced in a controlled manner, preserving a consistent deceleration feel at the brake pedal and ensuring that the friction brakes provide the required contribution. Under conditions such as low temperature or high SoC this becomes more pronounced, and measurement and control design should be tailored to the vehicle's real operating conditions (Zhang et al., 2022; Zhao et al., 2023).

5.2. A unified evaluation criterion

To evaluate, at the same vehicle level, the relationship between energy recovery and battery health, performance analysis should track at least four fundamental outputs together. These are: the usable energy stored at the battery terminals; the energy consumption per cycle or route and the associated change in range; the battery's temperature-time history; and capacity loss and increase in internal resistance. In addition to these metrics, stopping distance, total brake torque, the ability to track the demanded deceleration, and performance indicators related to ABS and vehicle stability should also be reported as part of safety verification. Since change in range

and change in energy consumption are different indicators, the numerator and denominator used in calculating each ratio should be explicitly defined (Lv et al., 2015).

Findings in the literature indicate that the primary objective of regenerative braking control is to increase the energy that can be recovered during braking while limiting battery aging and overheating. In achieving this objective, the driver's braking demand must be safely met, the charge current sent to the battery must not exceed the instantaneous acceptance limit, and SoC and cell temperature must be kept within the operating ranges specified by the manufacturer. However, the framework presented here is not a numerically validated model or experimental result for a specific vehicle; it is a conceptual approach constructed from the literature. Therefore, in a real application, the weighting of capacity loss and internal resistance increase in the objective function, the point at which recovered energy is measured, and how constraints related to braking safety are enforced should be specified. These choices are expected to vary with battery chemistry, vehicle architecture, target service life, and driving cycle; thus, it would not be appropriate to apply a single parameter set to all vehicles (Keil & Jossen, 2017; Wu et al., 2018).

5.3. Design and validation approach

A more suitable approach from an implementation perspective is to evaluate battery management and brake control not as independent calibration problems, but within an integrated vehicle control system framework in which their interfaces and interactions are explicitly defined. Upper-level energy management can determine the regenerative torque request according to the battery's acceptance limit; lower-level brake control can distribute this request between the motor and friction braking; and the BMS and thermal management can continuously supply the allowable charge power and temperature limits. Cell-level aging results inform under which conditions vehicle control should be constrained; however, cell tests do not directly substitute for vehicle-level safety and comfort validation.

The validation stages should also be carried out progressively: first, determination of current–temperature–SoC limits in cell or battery pack tests; then model, software-in-the-loop and hardware-in-the-loop (HIL) evaluations; and finally closed-track and real-road tests. In the real-road phase, variable driver behavior, traffic, road grade, payload, ambient temperature, and HVAC demand should be recorded. Such a methodology reduces the risk of interpreting the energy gain observed in a single simulation cycle as long-term battery life or control performance valid for all users. Hybrid storage configurations such as battery–supercapacitor can be investigated as an option for short-duration power requirements; however, they should be compared together

with system mass, cost, power electronics losses, and life-cycle impacts (Hamada & Orhan, 2022; Saiteja et al., 2022).

6. CONCLUSIONS AND FUTURE RESEARCH RECOMMENDATIONS

This review shows that it is insufficient to assess the effect of regenerative braking on battery aging solely by looking at the amount of recovered energy. Vehicle-level energy gains measured depend on the driving cycle and on how the recovery ratio is defined. Differences among studies in the denominators used in energy accounting also make it difficult to use results obtained in urban driving or with a single test vehicle as a general design metric. Research conducted under real-road conditions and at different ambient temperatures shows that the level of regeneration and the power delivered to the battery vary with vehicle characteristics, driving profile, and thermal conditions.

Experimental findings on battery aging do not support a general judgment that regenerative charging increases battery degradation under all conditions. Indeed, in studies conducted with certain cell types and test profiles, regenerative braking has been reported to limit capacity loss and growth of internal resistance by reducing depth of discharge (Keil & Jossen, 2015, 2017). On the other hand, control strategies that account for battery aging can reduce the amount of recovered energy under some conditions (Wu et al., 2018). Therefore, when assessing the benefits of regenerative braking, not only the battery's charge acceptance capacity and thermal state but also braking safety, the point at which energy is measured, and the vehicle's usage profile should be taken into account.

One of the priority objectives of future studies should be to develop a common measurement and reporting method that will facilitate comparison of regenerative energy recovery rates reported in different investigations. In this regard, it is important to clearly define and report in a standardized manner fundamental metrics such as the measurement point, the denominator used in the energy calculation, contribution to range, and change in energy consumption. In addition to standard driving cycles such as CLTC and WLTC, comparing real-road profiles under urban, highway, and graded route conditions will contribute to a more meaningful evaluation of research findings. Systematic reporting of variables such as vehicle mass, road grade, speed profile, and the level of regenerative braking will also increase comparability across studies.

Long-term experiments covering different cell chemistries and battery pack designs are also needed. Using real regenerative current profiles recorded during braking in laboratory cycle-life tests may allow controlled variation of SoC, cell temperature, the magnitude of current pulses, and the frequency of these pulses. In this way, the effect of regenerative braking on battery aging can be examined more comprehensively. In these

experiments, simultaneous monitoring of capacity loss, increase in internal resistance, and temperature history, and subsequent validation of the findings from cell-level to module-level and pack-level, are important. Collecting real vehicle and fleet data under different climate, traffic density, driver behavior, and vehicle load conditions is also a valuable research area for understanding system behavior under everyday usage. In this context, concurrently recording the battery's SoC and SoH values along with temperature, current, energy consumption, regenerative torque, and the contribution of friction braking can help separate the effect of environmental conditions on energy recovery from the effect of battery aging.

Another important research topic is the validation of regenerative braking control algorithms that observe the battery's energy acceptance limits together with braking safety. Algorithms should be evaluated not only in terms of energy recovery, but also with respect to stopping distance, meeting the demanded deceleration, ABS intervention, tire-road adhesion, vehicle stability, and driver comfort. Validation should first be conducted with software-in-the-loop and hardware-in-the-loop (HIL) tests, followed by closed-track and real-road trials. Reporting safety performance separately from energy recovery rates will enable a more comprehensive assessment of overall system performance. In addition, there is a need to develop multi-objective control strategies that are sensitive to battery aging and that take into account capacity loss, growth of internal resistance, cell temperature, and braking performance alongside energy consumption and range.

Finally, the potential of hybrid energy storage systems such as battery-supercapacitor to manage the high-power energy pulses that occur during regenerative braking should be investigated in greater detail. In evaluating these systems, technical and economic factors such as additional system mass, cost, power electronics losses, maintenance requirements, and component service life should be taken into account in addition to the amount of short-term energy recovered. Comparisons should not focus solely on instantaneous or short-term energy gain; it is important that they also encompass the effects on energy consumption, battery health, and system sustainability over the vehicle's total service life. Such a life-cycle approach can contribute to a more holistic understanding of the real-use value of regenerative energy recovery technologies.

REFERENCES

- Armenta-Déu, C., & Cortés, H. (2023). Analysis of kinetic energy recovery systems in electric vehicles. *Vehicles*, 5(2), 387–403. doi:10.3390/vehicles5020022
- Chidambaram, R. K., Chatterjee, D., Barman, B., Das, P. P., Taler, J., Taler, D., & Sobota, T. (2023). Effect of regenerative braking on battery life. *Energies*, 16(14), Article 5303. doi:10.3390/en16145303
- Hamada, A. T., & Orhan, M. F. (2022). An overview of regenerative braking systems. *Journal of Energy Storage*, 52, 105033. doi:10.1016/j.est.2022.105033
- Huang, J., Qin, D., & Peng, Z. (2015). Effect of energy-regenerative braking on electric vehicle battery thermal management and control method based on simulation investigation. *Energy Conversion and Management*, 105, 1157–1165. doi:10.1016/j.enconman.2015.08.080
- Keil, P., & Jossen, A. (2015). Aging of lithium-ion batteries in electric vehicles: Impact of regenerative braking. *World Electric Vehicle Journal*, 7(1), 41–51. doi:10.3390/wevj7010041
- Keil, P., & Jossen, A. (2017). Impact of dynamic driving loads and regenerative braking on the aging of lithium-ion batteries in electric vehicles. *Journal of The Electrochemical Society*, 164(13), A3081–A3092. doi:10.1149/2.0801713jes
- Lam, L., & Bauer, P. (2013). Practical capacity fading model for Li-ion battery cells in electric vehicles. *IEEE Transactions on Power Electronics*, 28(12), 5910–5918. doi:10.1109/TPEL.2012.2235083
- Lee, G., Song, J., Han, J., Lim, Y., & Park, S. (2023). Study on energy consumption characteristics of passenger electric vehicle according to the regenerative braking stages during real-world driving conditions. *Energy*, 283, 128745. doi:10.1016/j.energy.2023.128745
- Lv, C., Zhang, J., Li, Y., & Yuan, Y. (2015). Mechanism analysis and evaluation methodology of regenerative braking contribution to energy efficiency improvement of electrified vehicles. *Energy Conversion and Management*, 92, 469–482. doi:10.1016/j.enconman.2014.12.092
- Naseri, F., Nordi, B. R. A., Spiliotopoulos, K., & Schaltz, E. (2026). Regenerative–frictional brake blending in electric vehicles considering energy recovery and dynamic battery charging limit: A reinforcement learning-based approach. *Machines*, 14(4), 416. doi:10.3390/machines14040416
- Qiu, C., Wang, G., Meng, M., & Shen, Y. (2018). A novel control strategy of regenerative braking system for electric vehicles under safety critical driving situations. *Energy*, 149, 329–340. doi:10.1016/j.energy.2018.02.046

- Rodrigues, M. T. F., Shkrob, I. A., Colclasure, A. M., & Abraham, D. P. (2020). Fast charging of Li-ion cells: Part IV. Temperature effects and “safe lines” to avoid lithium plating. *Journal of The Electrochemical Society*, 167(13), Article 130508. doi:10.1149/1945-7111/abb70d
- Saiteja, P., Ashok, B., Wagh, A. S., & Farrag, M. E. (2022). Critical review on optimal regenerative braking control system architecture, calibration parameters and development challenges for EVs. *International Journal of Energy Research*, 46(14), 20146–20179. doi:10.1002/er.8306
- Szumska, E. M. (2025). Regenerative braking systems in electric vehicles: A comprehensive review of design, control strategies, and efficiency challenges. *Energies*, 18(10), 2422. doi:10.3390/en18102422
- Szumska, E. M., & Jurecki, R. (2022). The analysis of energy recovered during the braking of an electric vehicle in different driving conditions. *Energies*, 15(24), Article 9369. doi:10.3390/en15249369
- Wei, C., Hofman, T., Ilhan Caarls, E., & van Iperen, R. (2019). Zone model predictive control for battery thermal management including battery aging and brake energy recovery in electrified powertrains. *IFAC-PapersOnLine*, 52(5), 303–308. doi:10.1016/j.ifacol.2019.09.049
- Wu, J., Wang, X., Li, L., Qin, C., & Du, Y. (2018). Hierarchical control strategy with battery aging consideration for hybrid electric vehicle regenerative braking control. *Energy*, 145, 301–312. doi:10.1016/j.energy.2017.12.138
- Yang, C., Sun, T., Wang, W., Li, Y., Zhang, Y., & Zha, M. (2024). Regenerative braking system development and perspectives for electric vehicles: An overview. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 198, 114389. doi:10.1016/j.rser.2024.114389
- Zhang, H., Chen, D., Zhang, H., & Liu, Y. (2022). Research on the influence factors of brake regenerative energy of pure electric vehicles based on the CLTC. *Energy Reports*, 8(Suppl. 14), 85–93. doi:10.1016/j.egyr.2022.10.259
- Zhao, Z., Li, L., Ou, Y., Wang, Y., Wang, S., Yu, J., & Feng, R. (2023). A comparative study on the energy flow of electric vehicle batteries among different environmental temperatures. *Energies*, 16(14), 5253. doi:10.3390/en16145253

EFFECTS OF CLIMATE CHANGE-INDUCED SNOWMELT AND FREEZE–THAW PROCESSES ON LANDSLIDE OCCURRENCE: A LITERATURE REVIEW

Assoc. Prof. Dr., Seda ÇELLEK

¹ Kırşehir Ahi Evran University, Department of Geology Engineering, sedacellek@ahievran.edu.tr, 0000-0001-9675-5691

Abstract

Climate change-induced temperature increases can affect the hydrological and mechanical properties of slopes by altering snow accumulation, snowmelt timing, and freeze–thaw processes. This study aims to evaluate the effects of snowmelt and freeze–thaw processes on landslide occurrence and slope stability through a review of the existing literature. Accordingly, findings from studies conducted in different geographical regions were compared to examine the hydrogeological effects of snowmelt, the influence of seasonal freeze–thaw processes on soil behavior, and changes in frozen ground conditions. The literature indicates that water infiltrating into the ground, particularly during rapid snowmelt, can increase groundwater levels and pore water pressure, thereby reducing effective stress and shear strength and contributing to the reactivation of existing landslides. While the likelihood of landslide occurrence may decrease during seasonal freezing periods, it can increase following thawing, particularly under conditions of high soil moisture and intense precipitation. Furthermore, in high mountainous regions, the reduction in the bonding effect of ground ice associated with permafrost thaw can adversely affect slope stability. However, the effects of these processes vary depending on snow cover thickness, snowmelt rate, elevation, slope aspect, lithological characteristics, and antecedent soil moisture conditions. Overall, the findings suggest that the effects of snowmelt and freeze–thaw processes on landslide occurrence cannot be explained solely by temperature variations. For landslide hazard assessment, it is recommended that meteorological data be integrated with measurements of snow cover, soil moisture, groundwater levels, and, where possible, pore water pressure.

Keywords: Climate change, snowmelt, freeze–thaw processes, landslides, slope stability, permafrost.

1. INTRODUCTION

Climate change can alter the hydrological and geotechnical properties of slopes by affecting snow accumulation, snow cover duration, and snowmelt timing through changes in temperature and precipitation patterns. Particularly in regions characterized by seasonal snow cover, the infiltration of snowmelt water into the ground can increase soil moisture and groundwater levels, creating conditions favorable for landslide occurrence. During this process, increased pore water pressure can reduce effective stress and soil shear strength, thereby contributing to the reactivation of existing landslides or the initiation of new mass movements (Buma, 2000; Burda et al., 2013).

The effects of snowmelt on landslide occurrence have been demonstrated in studies conducted across different geographical regions. Burda et al. (2013) identified an association between a sudden temperature increase following unusually high snow accumulation and the reactivation of an existing landslide. Ataol and Yeşilyurt (2014) suggested that variations in snow cover persistence depending on slope aspect may influence the spatial and seasonal distribution of landslides. In Türkiye, Avcı (2015) reported that snowmelt, particularly during spring, could increase soil water content and create favorable conditions for landslide occurrence in the Bingöl Plain and its surroundings.

In high mountainous regions, the relationship between snowmelt and landslide activity may vary depending on elevation and seasonal temperature conditions. Pei et al. (2023a), in their study conducted in the Eastern Pamirs, demonstrated that landslide activity varies with elevation and that processes associated with increasing temperatures may become increasingly important at higher elevations. These findings indicate that elevation, snow cover characteristics, and regional hydrological conditions should be considered together when evaluating the role of snowmelt in landslide occurrence.

In addition to snowmelt, freeze–thaw processes represent important mechanisms that can influence slope stability. The freezing and subsequent thawing of water within the soil can alter water movement and the mechanical behavior of the soil. While temporary increases in soil strength may occur in certain soils during freezing periods, changes in water content and pore water pressure during thawing can reduce slope stability. Nissen et al. (2025) reported that frozen periods and post-thaw moisture conditions may have different implications for the likelihood of landslide occurrence.

Existing studies indicate that the effects of snowmelt and freeze–thaw processes on landslide occurrence cannot be explained solely by temperature variations. Snow cover thickness, snowmelt rate, slope aspect, antecedent

soil moisture, lithological characteristics, and groundwater conditions can modify the influence of these processes. Therefore, evaluating these mechanisms in relation to regional and seasonal conditions is essential.

The aim of this literature review is to investigate the effects of climate change-induced snowmelt and seasonal freeze–thaw processes on landslide occurrence and slope stability based on existing research. Within this framework, the hydrological effects of snowmelt, the consequences of freeze–thaw processes on the mechanical behavior of soils, and observational findings obtained from different geographical regions are comparatively evaluated.

2. EFFECTS OF SNOWMELT ON LANDSLIDE OCCURRENCE

2.1. Hydrological and Geotechnical Effects of Snowmelt

In regions characterized by snow cover, temperature-induced snowmelt processes can alter the amount of water reaching slopes and affect groundwater conditions. The infiltration of snowmelt water into the ground can increase soil moisture and pore water pressure under favorable hydrogeological conditions, thereby reducing effective stress and shear strength. Therefore, snowmelt is considered an important hydrological mechanism triggering landslides, particularly in regions with substantial seasonal snow accumulation (Buma, 2000; Burda et al., 2013).

2.2. Hydrological and Geotechnical Effects of Snowmelt

In regions characterized by snow cover, temperature-induced snowmelt processes can alter the amount of water reaching slopes and affect groundwater conditions. The infiltration of snowmelt water into the ground can increase soil moisture and pore water pressure under favorable hydrogeological conditions, thereby reducing effective stress and shear strength. Therefore, snowmelt is considered an important hydrological mechanism triggering landslides, particularly in regions with substantial seasonal snow accumulation (Buma, 2000; Burda et al., 2013).

2.3. Effects of Rapid Snowmelt on Landslide Reactivation

Burda et al. (2013) investigated the effects of unusually high snow accumulation during the winter of 2010–2011, followed by a sudden increase in temperature, on the reactivation of an existing landslide. The study reported that the thick snow cover accumulated during the early winter period melted rapidly following a temperature increase in early January. The infiltration of snowmelt water into the ground resulted in rising groundwater levels and increased pore water pressure along the slip surface. The reduction in effective stress, particularly on slopes containing clay layers, played an important role in landslide reactivation.

Burda et al. (2013) emphasized the importance of monitoring groundwater levels when assessing snowmelt-related landslides. Under suitable hydrogeological conditions, rising groundwater levels may indicate increased pore water pressure along the slip surface and reduced slope stability. Therefore, in regions with seasonal snow cover, landslide monitoring and early warning systems should be supported by meteorological data, snow cover characteristics, temperature variations, and groundwater level measurements. Where feasible, direct measurements of pore water pressure can contribute to a more detailed assessment of the relationship between landslide movements and hydrogeological conditions.

2.4. Spatial Distribution of Snow Cover and Seasonal Landslide Activity

Ataol and Yeşilyurt (2014) suggested that the longer persistence of snow cover on north-facing slopes may contribute to the spatial distribution of landslides. They reported that landslide movements increased during wet periods when soils became saturated with water, whereas landslide activity decreased during dry summer periods. These findings indicate that slope aspect and snow cover duration should be considered when evaluating seasonal landslide behavior.

The effects of snowmelt on landslide occurrence are not limited to high mountainous regions. Snow cover duration, slope aspect, snowmelt rate, and antecedent soil moisture conditions can modify the influence of snowmelt water on slope stability. The findings presented by Ataol and Yeşilyurt (2014) highlight the importance of considering the prolonged persistence of snow cover, particularly on north-facing slopes, when evaluating the seasonal and spatial distribution of landslides.

2.5. Snowmelt and Landslide Activity in High Mountainous Regions

Pei et al. (2023b) investigated the Taxkorgan Basin in the Eastern Pamirs over the period 2000–2019 and determined that the maximum temperature increased by approximately 1.4 °C per decade. During the same period, increases in both the number and volume of landslides were observed, and a strong exponential relationship between maximum temperature and landslide occurrence frequency was reported.

The study revealed that approximately 94% of landslides occurred between April and October, while approximately 81% were concentrated at elevations ranging from 4,500 to 5,500 m. These findings suggest that snowmelt processes associated with temperature variations may play an important role in the seasonal and spatial distribution of landslides in the study area.

When assessing landslide hazards in high mountainous regions, not only the frequency of landslide occurrence but also landslide magnitude and movement type should be considered. Pei et al. (2023a) demonstrated that the relationships between landslide characteristics and climatic variables may differ across elevation zones in the

Taxkorgan Basin. This indicates that the effects of elevation-dependent climatic conditions on landslide behavior should be evaluated at a regional scale.

However, landslide volume and occurrence frequency represent different indicators. Large-volume landslides occurring less frequently may have significant consequences due to the areas they affect and the secondary hazards they may generate. Therefore, landslide assessments in high mountainous regions should separately consider the number of events, landslide magnitude, and potential impacts.

2.6. Regional Variations in Snowmelt-Induced Landslide Occurrence

The effects of snowmelt on landslide occurrence vary depending on snow cover thickness, snowmelt rate, elevation, slope aspect, soil properties, and antecedent moisture conditions. Therefore, landslide hazard assessments should consider not only total precipitation but also snow accumulation, snowmelt processes, and groundwater conditions (Buma, 2000; Burda et al., 2013; Pei et al., 2023a, 2023b).

2.7. Relationship Between Climate Oscillations, Snowmelt, and Landslide Activity

Snowmelt-induced landslide activity may be influenced not only by long-term temperature changes but also by periodic climate oscillations. Pei et al. (2023b) suggested that the strong El Niño conditions observed during 2014–2016 may have been associated with regional temperature variations and landslide activity in the Taxkorgan Basin of the Eastern Pamirs.

This finding indicates that the effects of snowmelt on landslide occurrence should be evaluated in relation to both long-term temperature trends and climatic variability occurring over specific periods. However, the relationship between El Niño conditions and landslide activity should not be interpreted as direct causation, and regional meteorological and hydrological conditions should also be taken into account.

3. EFFECTS OF CHANGES IN FROZEN GROUND CONDITIONS ON SLOPE STABILITY

Changes in frozen ground conditions associated with rising temperatures can affect slope stability, particularly in cold-climate regions. Shan et al. (2015) investigated changes in permafrost conditions through field observations and identified a spatial relationship between permafrost thaw and landslide occurrence. The study reported that only six of the 17 permafrost sections identified along a road corridor in 1999 remained in 2009, while large landslides were concentrated in areas where permafrost thaw had been observed.

Coe (2020) evaluated mass movements in various high mountainous regions and suggested potential relationships between increasing temperatures and the occurrence of rockfalls and rock avalanches. In the Western European Alps, numerous rockfalls occurred during periods characterized by rising temperatures and changes in frozen ground conditions, particularly during the extreme heatwave of 2003. However, the

researcher emphasized that mass movements in high mountainous regions cannot be explained solely by climatic variables and that geological, geomorphological, and tectonic conditions must also be considered.

These studies indicate that changes in frozen ground conditions may have significant implications for slope stability in high mountainous regions. However, because permafrost thaw and seasonal freeze–thaw processes represent different mechanisms, their associated findings should be evaluated separately.

3.1. Mechanical and Hydrological Effects of Thawing in Frozen Ground

Changes in frozen ground conditions can influence the mechanical and hydrological properties of slopes in cold-climate regions. Patton et al. (2019) indicated that permafrost thaw associated with rising temperatures can reduce the bonding effect provided by ground ice and alter water movement within the soil. Particularly in ice-rich soils, thaw-induced strength loss can create favorable conditions for the development of mass movements.

The effects of these processes on landslide occurrence may vary depending on the ice content, lithological characteristics, and thawing conditions of frozen ground. Therefore, assessments of stability changes in frozen ground should consider not only temperature conditions but also soil properties.

3.2. Effects of Seasonal Freeze–Thaw Processes on Slope Stability

Seasonal freeze–thaw processes can influence landslide occurrence by altering the mechanical and hydrological properties of soils. Nissen et al. (2025), in their observational analyses conducted in Central Europe, found that high precipitation amounts and soil moisture increased the probability of landslide occurrence, whereas this probability decreased during freezing periods. During post-freeze thawing periods, the probability of landslide occurrence increased again, particularly under high soil moisture conditions.

During freezing, the transformation of water within the soil into ice can provide a temporary increase in soil strength under certain conditions. In contrast, ice melting during thawing can alter water movement and pore water pressure within the soil. These changes can contribute to reduced shear strength and decreased slope stability, particularly in saturated soils or soils with high moisture content.

The influence of freeze–thaw processes on landslide occurrence is not independent of antecedent soil moisture conditions. Nissen et al. (2025) jointly evaluated precipitation, antecedent moisture conditions, and freeze–thaw periods, demonstrating that the probability of landslide occurrence may increase when high soil moisture coincides with intense precipitation. While water movement within the soil may be restricted during freezing periods, the renewed mobility of water during thawing can alter hydrological conditions.

Therefore, landslide hazard assessments in regions experiencing seasonal freezing should consider not only temperature and precipitation amounts but also antecedent soil moisture, the duration of freezing events, and the

timing of thawing. The combined evaluation of these variables may contribute to a better understanding of seasonal landslide activity.

3.3. Effects of Climate Change on Freeze–Thaw Cycles

Climate change-induced temperature increases can alter the duration of seasonal freezing, the timing of freeze–thaw cycles, and soil moisture conditions during thawing periods. These changes may influence the annual distribution of landslide occurrence, particularly in regions characterized by seasonal freezing.

The findings of Nissen et al. (2025) indicate that the reduced probability of landslide occurrence observed during freezing periods may not persist after thawing. Therefore, assessments of the effects of freeze–thaw processes on landslide occurrence should consider not only air temperature but also soil moisture, precipitation conditions, and the hydrological characteristics of the thawing period.

4. EVALUATION OF SNOWMELT AND FREEZE–THAW PROCESSES IN LANDSLIDE MONITORING SYSTEMS

The combined monitoring of meteorological and hydrogeological variables is essential for determining the effects of snowmelt and seasonal freeze–thaw processes on landslide occurrence. Burda et al. (2013) demonstrated that rapid snowmelt can contribute to the reactivation of existing landslides by increasing groundwater levels and pore water pressure. Nissen et al. (2025) showed that the probability of landslide occurrence may vary between freezing and thawing periods.

Based on these findings, the integrated monitoring of snow depth, temperature, soil moisture, groundwater levels, and landslide movements can be recommended in areas characterized by seasonal snow cover and freeze–thaw processes. Particularly during thawing periods, monitoring changes in pore water pressure may contribute to the assessment of slope stability conditions.

However, critical thresholds used in landslide early warning systems should be established based on regional observations and field measurements. A single temperature or groundwater level threshold should not be assumed to be applicable across areas with different geological and hydrogeological conditions.

Burda et al. (2013) analyzed hourly air temperature and precipitation records together with observations of snow cover thickness to evaluate the relationship between landslide movements and meteorological conditions. This approach indicates that substantial amounts of water may reach slopes even when direct precipitation is limited, particularly during periods when short-term temperature increases accelerate snowmelt. Therefore, when monitoring snowmelt-related landslides, meteorological measurements should be evaluated in conjunction with groundwater level observations and, where feasible, pore water pressure measurements.

5. DISCUSSION AND CONCLUSIONS

Snowmelt and seasonal freeze–thaw processes can influence landslide occurrence and the reactivation of existing landslides by altering the hydrological and mechanical conditions of slopes. The reviewed studies indicate that increased water infiltration into the ground resulting from snowmelt and soil moisture conditions during thawing periods are particularly important factors affecting slope stability.

Burda et al. (2013) demonstrated that rapid snowmelt can contribute to the reactivation of existing landslides by raising groundwater levels. Nissen et al. (2025) showed that the effects of freezing and thawing periods on the probability of landslide occurrence may vary depending on antecedent soil moisture and precipitation conditions. These findings indicate that although snowmelt and seasonal thawing may produce similar hydrological consequences for landslide occurrence, they should be considered distinct physical processes.

The effects of snowmelt on landslide occurrence may vary depending on snow cover thickness, snowmelt rate, and antecedent soil moisture conditions. Similarly, the effects of freeze–thaw cycles are influenced by soil water content, freezing duration, and thawing timing. Therefore, evaluating either process solely on the basis of air temperature data is insufficient.

In conclusion, the integrated use of temperature, precipitation, snow cover, soil moisture, and groundwater level data is essential for landslide hazard assessment in regions characterized by seasonal snow cover and freeze–thaw events. Particularly for monitoring existing landslides, integrating hydrogeological measurements with meteorological observations may contribute to the development and improvement of landslide early warning approaches.

6. REFERENCES

- Ataol, M., & Yeşilyurt, S. (2014). Çankırı-Ankara karayolu boyunca (Akyurt-Çankırı arası) heyelan risk bölgelerinin belirlenmesi. *Coğrafya Dergisi*, 29, 51–69
- Avcı, V. (2015). Bingöl Çayı Havzası'nın (Bingöl) heyelan duyarlılık analizi. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 25(2), 1–26. <https://doi.org/10.18069/fusbed.66886>
- Buma, J. (2000). Finding the most suitable slope stability model for the assessment of the impact of climate change on a landslide in southeast France. *Earth Surface Processes and Landforms*, 25(6), 565–582. [https://doi.org/10.1002/1096-9837\(200006\)25:6<565::AID-ESP90>3.0.CO;2-D](https://doi.org/10.1002/1096-9837(200006)25:6<565::AID-ESP90>3.0.CO;2-D)
- Burda, J., Hartvich, F., Valenta, J., Smítka, V., & Rybář, J. (2013). Climate-induced landslide reactivation at the edge of the Most Basin (Czech Republic) – Progress towards better landslide prediction. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 13(2), 361–374. <https://doi.org/10.5194/nhess-13-361-2013>
- Coe, J. A. (2020). Bellwether sites for evaluating changes in landslide frequency and magnitude in cryospheric mountainous terrain: A call for systematic, long-term observations to decipher the impact of climate change. *Landslides*, 17(11), 2483–2501. <https://doi.org/10.1007/s10346-020-01462-y>
- Nissen, K. M., Wilde, M., Kreuzer, T. M., Damm, B., & Ulbrich, U. (2025). The effect of climate change on landslide probability in Germany. *Landslides*, 22, 2979–2994. <https://doi.org/10.1007/s10346-025-02555-2>
- Patton, A. I., Rathburn, S. L., & Capps, D. M. (2019). Landslide response to climate change in permafrost regions. *Geomorphology*, 340, 116–128. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2019.04.029>
- Pei, Y., Qiu, H., Yang, D., Liu, Z., Ma, S., Li, J., Cao, M., & Wufuer, W. (2023b). Increasing landslide activity in the Taxkorgan River Basin (eastern Pamirs Plateau, China) driven by climate change. *Catena*, 223, 106911. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2023.106911>
- Pei, Y., Qiu, H., Zhu, Y., Wang, J., Yang, D., Tang, B., Wang, F., & Cao, M. (2023a). Elevation dependence of landslide activity induced by climate change in the eastern Pamirs. *Landslides*, 20, 1115–1133. <https://doi.org/10.1007/s10346-023-02030-w>
- Shan, W., Hu, Z., Guo, Y., Zhang, C., Wang, C., Jiang, H., Liu, Y., & Xiao, J. (2015). The impact of climate change on landslides in southeastern of high-latitude permafrost regions of China. *Frontiers in Earth Science*, 3, Article 7. <https://doi.org/10.3389/feart.2015.00007>

EFFECTS OF CLIMATE CHANGE-INDUCED TEMPERATURE INCREASES ON LANDSLIDE OCCURRENCE AND SLOPE STABILITY: A LITERATURE REVIEW

Assoc. Prof. Dr., Seda ÇELLEK

¹ Kırşehir Ahi Evran University, Department of Geology Engineering, sedacellek@ahievran.edu.tr, 0000-0001-9675-5691

Abstract

Climate change-induced temperature increases can affect landslide occurrence and slope stability by altering the hydrological and geotechnical properties of slopes. This study aims to investigate the effects of rising temperatures on evapotranspiration, soil moisture, and groundwater conditions and to evaluate the relationships between these processes and landslide activity based on the existing literature. Accordingly, findings from studies conducted in different geographical regions were compared to examine the effects of temperature variations on landslide occurrence in relation to hydrological, geological, and topographical conditions. The reviewed studies indicate that increased evapotranspiration associated with rising temperatures can reduce soil moisture and groundwater recharge in certain regions. Conversely, under conditions dominated by precipitation inputs, increases in soil water content and pore water pressure can adversely affect slope stability. Furthermore, the effects of temperature variations on landslide activity were found to differ depending on elevation, soil properties, regional climatic conditions, and landslide type. Although studies based on climate scenarios predict that landslide frequency may increase in certain regions in the future, they also indicate that these changes cannot be explained solely by rising temperatures. Incomplete landslide inventories and uncertainties associated with climate models further complicate the assessment of long-term trends. Overall, the findings suggest that the effects of rising temperatures on landslide occurrence are not unidirectional and should be evaluated in conjunction with regional hydrological conditions. For future landslide susceptibility and hazard assessments, an integrated consideration of temperature, precipitation, evapotranspiration, soil moisture, and groundwater variables is recommended.

Keywords: Climate change, temperature increase, landslides, slope stability, evapotranspiration, soil moisture.

1. INTRODUCTION

Climate change is one of the major environmental processes affecting the hydrological and mechanical conditions of slopes through changes in temperature and precipitation regimes. In particular, rising temperatures can indirectly influence landslide occurrence and the movement characteristics of existing landslides by altering evapotranspiration, soil moisture, and groundwater conditions. These effects vary depending on regional climatic conditions, elevation, geological structure, and soil properties (Crozier, 2010; Gariano & Guzzetti, 2016).

The effects of temperature variations on landslide occurrence are not uniform across different geographical regions. Günther et al. (2014) divided Europe into seven regions based on climatic and physiographic characteristics and demonstrated that the environmental conditions influencing landslide occurrence exhibit regional differences. This indicates that the role of temperature in landslide occurrence should be evaluated in conjunction with other climatic and physiographic variables.

One of the major effects of rising temperatures on slope stability is the alteration of the soil water balance. Buma (2000) employed a semi-empirical approach incorporating temperature, precipitation, evapotranspiration, and root-zone water storage to evaluate the effects of climatic variables on landslide behavior. The study demonstrated that changes in climatic conditions can influence groundwater recharge and consequently alter landslide behavior.

Similarly, Rianna et al. (2016) investigated changes in temperature, precipitation, and soil moisture during the period 2071–2100 under the RCP4.5 and RCP8.5 climate scenarios. The study indicated that increasing potential evapotranspiration associated with rising temperatures could reduce soil moisture, particularly during summer and autumn. Under the RCP8.5 scenario, the number of days on which soil moisture reaches the permanent wilting point was projected to increase approximately twofold in clayey soils and threefold in sandy soils. These findings suggest that the effects of rising temperatures on the hydrological properties of soils may vary depending on soil type and seasonal conditions.

Studies conducted in high mountainous regions have also demonstrated potential relationships between temperature variations and landslide activity. Pei et al. (2023) investigated the relationships between temperature and precipitation changes and landslide activity in the Eastern Pamirs, identifying temperature as an important climatic variable, particularly at higher elevations. The researchers reported that the effects of temperature and precipitation varied with elevation and that temperature exhibited a stronger relationship with landslide activity in the study area.

Existing research indicates that rising temperatures do not influence landslide occurrence in the same direction under all conditions. The effects of temperature on evapotranspiration and soil water balance may vary depending on regional precipitation conditions and soil properties. Therefore, the effects of rising temperatures on landslide occurrence should be evaluated not only in terms of mean temperature values but also in relation to hydrological processes and regional environmental conditions.

The aim of this literature review is to investigate the effects of climate change-induced temperature increases on landslide occurrence and slope stability through changes in evapotranspiration, soil moisture, and groundwater conditions. Furthermore, by comparing findings from different studies, this review seeks to highlight how the relationship between temperature and landslide occurrence varies depending on regional and hydrogeological conditions.

2. EFFECTS OF TEMPERATURE INCREASES ON LANDSLIDE OCCURRENCE AND SLOPE STABILITY

2.1. Hydrological Effects of Temperature Increases

Rising temperatures can influence the hydrological conditions of slopes through changes in evapotranspiration, soil moisture, and groundwater recharge. These processes can affect the movement characteristics of landslides by altering soil water content and pore water pressure. However, the effects of temperature increases on slope stability do not necessarily follow the same direction under all conditions.

The studies conducted by Buma (2000) and Rianna et al. (2016) highlight the importance of hydrological processes in evaluating the effects of temperature variations on soil water balance. In particular, increased evapotranspiration associated with rising temperatures may lead to reductions in soil moisture during certain periods. Conversely, changes in groundwater recharge may result in different landslide responses depending on soil properties and regional climatic conditions.

Therefore, assessing the effects of rising temperatures on landslide occurrence requires the combined examination of changes in air temperature, soil water content, evapotranspiration, and groundwater conditions.

2.2. Role of Soil Properties in the Temperature–Landslide Relationship

The effects of climate change-induced temperature increases on slope stability may vary depending on soil particle size distribution, hydraulic conductivity, and water retention characteristics. Rianna et al. (2016) evaluated the effects of climatic changes on slope stability under different soil conditions and demonstrated that soils may exhibit different hydrological and mechanical responses to the same climatic variations.

In fine-grained unsaturated soils, drying associated with rising temperatures may increase matric suction under certain conditions, thereby contributing to shear strength. However, wetting–drying cycles and soil hydraulic properties may influence the persistence of this effect. Therefore, the effects of rising temperatures on soil strength should be evaluated not only in terms of temperature values but also in relation to soil water balance and saturation conditions.

These findings highlight the importance of considering different soil types separately in future landslide susceptibility assessments and supporting hydrological parameters with local measurements

2.3. Comparison of the Hydrological Effects of Temperature and Precipitation Changes

The effects of climate change-induced temperature increases on landslide occurrence should be evaluated together with changes in precipitation regimes. Guo et al. (2023) reported that, under the conditions examined, increased water input from precipitation could enhance soil wetting and landslide susceptibility despite the moisture-reducing effects of evapotranspiration. In contrast, Collison et al. (2000) demonstrated that increased evapotranspiration could limit groundwater recharge under certain hydrological conditions, potentially reducing the movement of specific landslide types.

The findings of these two studies indicate that rising temperatures do not have a unidirectional effect on landslide occurrence. Under precipitation-dominated conditions, soil moisture and pore water pressure may increase, whereas soil water content may decrease during periods dominated by evapotranspiration. Consequently, the effects of temperature variations on slope stability differ depending on regional water balance, soil properties, and landslide type.

Therefore, future landslide assessments should examine the interactions between temperature and precipitation projections through evapotranspiration, soil moisture, and groundwater conditions rather than treating these climatic variables independently.

2.4. Regional and Physiographic Variations in the Temperature–Landslide Relationship

The effects of climate change on landslide occurrence vary depending on regional climatic conditions and physiographic characteristics. Günther et al. (2014), in their climate–physiographic regionalization study conducted at the European scale, demonstrated that different climatic regions should be evaluated separately in terms of the environmental factors controlling landslide occurrence. This approach highlights the limitations of explaining the effects of temperature variations on landslide activity using a single regional model.

The study conducted by Pei et al. (2023) in the Eastern Pamirs also demonstrated that the relationship between temperature and landslide activity may vary with elevation. However, when interpreting statistical relationships

between temperature and the number of landslides, the effects of precipitation conditions and other environmental variables should also be considered.

These findings indicate that the role of rising temperatures in landslide occurrence should not be evaluated independently of regional geological, hydrogeological, and topographical conditions.

2.5. Evaluation of Temperature Variations in Landslide Models

The combined use of observational data and climate projections is important for determining the long-term effects of climate change on landslides. Gariano and Guzzetti (2016) indicated that climate–landslide relationships can be investigated using historical records, future climate scenarios, and environmental data from past periods.

Wood et al. (2020) emphasized the importance of the completeness of landslide inventories for the reliability of such assessments. Recording landslide locations, occurrence dates, types, magnitudes, and associated topographical and geological characteristics can facilitate comparisons of the relationships between temperature variations and landslide activity across different geographical regions.

However, climate model selection, emission scenarios, regional downscaling methods, and incomplete landslide inventories introduce uncertainties into future assessments. Therefore, when interpreting the effects of rising temperatures on landslide occurrence, model results should be evaluated in conjunction with local hydrogeological and geotechnical conditions.

The effects of climate change on landslide activity may vary not only in terms of landslide frequency but also in relation to the conditions under which movements of different magnitudes occur. Collison et al. (2000) integrated climate, hydrological, and slope stability models to evaluate the future frequency of exceedance of critical thresholds associated with landslides of different magnitudes. The study projected that the frequency of exceedance of upper critical thresholds associated with large landslides could decrease, whereas lower thresholds associated with smaller movements could exhibit different patterns depending on the period considered.

These findings suggest that climate change may not produce similar effects across different landslide types and magnitudes. Therefore, when evaluating the effects of temperature variations on evapotranspiration and groundwater conditions, landslide magnitude, movement mechanisms, and hydrological threshold characteristics should also be considered.

2.6. Long-Term Effects of Temperature Increases on Slope Stability

Rising temperatures can influence landslide occurrence not only through short-term hydrological changes but also through long-term weathering processes and changes in the mechanical properties of slopes. Crozier (2010) indicated that temperature variations associated with climate change may interact with different geomorphological processes and influence slope stability.

Pánek (2019) evaluated the relationships between long-term climatic changes and landslide activity, demonstrating that variations during past climatic periods were associated with the mechanical and hydrological conditions of slopes. However, changes in landslide activity cannot be attributed solely to rising temperatures, and moisture conditions and other environmental factors must also be considered.

These findings indicate that the role of rising temperatures in landslide occurrence should be evaluated in relation to both short-term meteorological variations and long-term geomorphological processes.

3. FUTURE CHANGES IN LANDSLIDE FREQUENCY AND RISK UNDER CLIMATE SCENARIOS

The effects of climate change-induced alterations in precipitation regimes on future landslide frequency are being evaluated using different emission scenarios and climate models. Lin et al. (2020), in their study conducted across China, projected that landslide frequency could increase by 14% and 17.2% under the RCP4.5 and RCP8.5 scenarios, respectively, by mid-century, and by 19.9% and 33.2%, respectively, by the end of the century.

Wang et al. (2023), in their global-scale modeling study, estimated that landslide frequency could increase by approximately 13% in Asia and 20% in Africa during the period 2066–2095. The same study indicated that the average annual number of landslide-related fatalities could increase significantly in the future. However, this increase may be influenced not only by climatic changes but also by the growing concentration of populations in areas exposed to landslide hazards.

The effects of climate change are also being evaluated in conjunction with land-use changes. Tyagi et al. (2023) demonstrated that the expansion of residential and agricultural areas and the reduction in forest cover should be considered alongside changes in landslide susceptibility in the study area. The study calculated that the proportion of areas classified as having very high landslide susceptibility increased from 11.2% in 2010 to 27.8% in 2020.

The reliability of future landslide projections depends on the climate models and emission scenarios employed. Gariano and Rianna (2025) emphasized the importance of using multiple climate models and different scenarios

to assess uncertainties. Similarly, Ullah et al. (2024) evaluated 27 CMIP6 models to investigate future climatic conditions under the SSP1-2.6, SSP2-4.5, and SSP5-8.5 scenarios.

Taken together, these studies indicate that future changes in landslide frequency and risk depend not only on climatic conditions but also on regional physiographic characteristics, land use, and population exposure. Therefore, different sources of uncertainty should be jointly considered in landslide projections based on climate scenarios.

4. UNCERTAINTIES IN THE LITERATURE

When assessing the effects of climate change-induced temperature increases on landslide activity, it is important to determine the extent to which observed changes can be attributed to climatic factors. Korup et al. (2012) indicated that landslide magnitude–frequency distributions may exhibit similar statistical characteristics under different climatic conditions. This suggests that changes in landslide frequency or magnitude cannot be attributed solely to rising temperatures.

Therefore, evaluating the temperature–landslide relationship requires the combined analysis of long-term meteorological records, landslide inventories, and regional geomorphological characteristics. In particular, distinguishing the effects of temperature variations from those of other climatic and environmental factors is essential for reducing uncertainties in the interpretation of observed relationships.

The reliability of landslide inventories depends not only on the number of recorded events but also on the extent to which landslides of different magnitudes are represented. The magnitude–frequency relationships and sampling uncertainties examined by Korup et al. (2012) indicate that the underrepresentation of large landslides in inventories may affect estimates of total landslide volume.

Therefore, comparisons of landslide activity across different periods should account for inventory completeness, uncertainties in landslide volume estimates, and the observational methods employed. Otherwise, changes in recorded landslide frequency or magnitude distributions may lead to misleading conclusions regarding climatic trends.

4.1. Hydrological Effects of Temperature Increases at Different Temporal Scales

The effects of rising temperatures on landslide occurrence may vary depending on the temporal scales over which hydrological processes operate. Buma (2000) demonstrated that temperature-related hydrological changes can influence seasonal landslide behavior through their effects on soil water balance and groundwater conditions. While increased evapotranspiration may reduce soil moisture and groundwater recharge during certain periods, other hydrological inputs may alter the direction of these effects.

This indicates that rising temperatures should not be considered a unidirectional variable that consistently increases or decreases landslide occurrence under all conditions. Distinguishing short-term meteorological variations from long-term hydrological trends may contribute to a more accurate interpretation of the temperature–landslide relationship. However, the direction and magnitude of this relationship are determined by soil properties, antecedent moisture conditions, and regional water balance.

4.2. Role of Topographical Conditions in the Temperature–Landslide Relationship

The effects of rising temperatures on landslide occurrence may vary depending on regional topographical and geological characteristics. Günther et al. (2014), in their European-scale assessment, emphasized that differences among climatic regions should be considered when evaluating landslide susceptibility. Variables such as slope gradient, slope aspect, elevation, lithology, and geological structure, as discussed by Wood et al. (2020), may also influence how slopes respond to climatic changes.

In particular, slope aspect and elevation are associated with the spatial distribution of solar radiation and temperature and may therefore contribute to variations in evapotranspiration and soil moisture conditions among slopes. Consequently, when evaluating the temperature–landslide relationship, topographical variables should be considered not only as independent landslide susceptibility factors but also as characteristics that may modify the hydrological effects of temperature.

4.3. Historical Landslide Records and Modeling Uncertainties

The reliability of historical landslide records represents a significant limitation in determining the effects of climate change on landslide activity. Dikau and Schrott (1999) emphasized that accurate dating of past landslide events is essential for evaluating the relationships between climatic conditions and landslide activity. However, incomplete historical landslide records and the limited comparability of inventories compiled across different regions complicate the identification of long-term trends.

Therefore, assessments of climate change-related landslide trends should consider the continuity of meteorological records, the completeness of landslide inventories, and the comparability of the methods employed. Rather than attributing observed changes in landslide frequency solely to climatic factors, data uncertainties and regional environmental conditions should also be evaluated.

4.4. Data and Methodological Uncertainties in Attributing Landslide Activity to Climate Change

Reliable landslide inventories and long-term meteorological records are essential for evaluating the effects of climate change-induced temperature increases on landslide activity. Korup et al. (2012) indicated that landslide magnitude–frequency distributions are influenced by multiple factors, including topography, lithology, material

strength, and tectonic conditions. In the Japanese case examined in their study, landslide magnitude distributions remained largely similar despite substantial variations in annual precipitation.

This finding suggests that meteorological changes may not always be directly reflected in the statistical characteristics of landslide inventories. Therefore, attributing changes in landslide frequency or magnitude distributions to climate change requires the integrated evaluation of meteorological records, landslide inventories, and regional geological conditions.

5. DISCUSSION AND CONCLUSIONS

The reviewed literature indicates that the effects of climate change-induced temperature increases on landslide occurrence are neither direct nor unidirectional. Temperature variations can influence slope stability through hydrological processes such as evapotranspiration, soil moisture, and groundwater recharge. However, the direction and magnitude of these effects vary depending on regional water balance, geological structure, topography, and soil properties (Buma, 2000; Crozier, 2010).

In particular, under conditions of increased evapotranspiration, soil water content and groundwater recharge may decrease, whereas contrasting effects on slope stability may occur in regions where other hydrological inputs dominate. Therefore, it is not appropriate to draw a general conclusion that rising temperatures will consistently increase or decrease landslide activity across all regions.

Attributing changes in landslide activity to long-term climate change also involves considerable uncertainties. Korup et al. (2012) indicated that the statistical characteristics of landslide inventories are influenced by numerous geological and environmental factors. Therefore, interpreting observed landslide trends requires the integrated evaluation of long-term meteorological records, reliable landslide inventories, and hydrogeological observations.

In conclusion, determining the effects of rising temperatures on landslide occurrence requires consideration not only of changes in mean temperature but also of variations in evapotranspiration, soil moisture, and groundwater conditions. Future research focusing on the development of regional hydrological and geotechnical models that integrate these variables may contribute to a more reliable understanding of the temperature–landslide relationship

6. REFERENCES

- Buma, J. (2000). Finding the most suitable slope stability model for the assessment of the impact of climate change on a landslide in southeast France. *Earth Surface Processes and Landforms*, 25(6), 565–582. [https://doi.org/10.1002/1096-9837\(200006\)25:6<565::AID-ESP90>3.0.CO;2-D](https://doi.org/10.1002/1096-9837(200006)25:6<565::AID-ESP90>3.0.CO;2-D)
- Collison, A., Wade, S., Griffiths, J., & Dehn, M. (2000). Modelling the impact of predicted climate change on landslide frequency and magnitude in SE England. *Engineering Geology*, 55(3), 205–218. [https://doi.org/10.1016/S0013-7952\(99\)00121-0](https://doi.org/10.1016/S0013-7952(99)00121-0)
- Crozier, M. J. (2010). Deciphering the effect of climate change on landslide activity: A review. *Geomorphology*, 124(3–4), 260–267. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2010.04.009>
- Dikau, R., & Schrott, L. (1999). The temporal stability and activity of landslides in Europe with respect to climatic change (TESLEC): Main objectives and results. *Geomorphology*, 30(1–2), 1–12. [https://doi.org/10.1016/S0169-555X\(99\)00040-9](https://doi.org/10.1016/S0169-555X(99)00040-9)
- Gariano, S. L., & Guzzetti, F. (2016). Landslides in a changing climate. *Earth-Science Reviews*, 162, 227–252. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2016.08.011>
- Gariano, S. L., & Rianna, G. (2025). How will the projected climate change influence rainfall-induced landslides in Europe? A review of modelling approaches. *Landslides*, 22, 3011–3027. <https://doi.org/10.1007/s10346-025-02550-7>
- Guo, Z., Ferrer, J. V., Hürlimann, M., Medina, V., Puig-Polo, C., Yin, K., & Huang, D. (2023). Shallow landslide susceptibility assessment under future climate and land cover changes: A case study from southwest China. *Geoscience Frontiers*, 14(3), 101542. <https://doi.org/10.1016/j.gsf.2023.101542>
- Günther, A., Van Den Eeckhaut, M., Malet, J.-P., Reichenbach, P., & Hervás, J. (2014). Climate-physiographically differentiated Pan-European landslide susceptibility assessment using spatial multi-criteria evaluation and transnational landslide information. *Geomorphology*, 224, 69–85. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2014.07.011>
- Korup, O., Görüm, T., & Hayakawa, Y. (2012). Without power? Landslide inventories in the face of climate change. *Earth Surface Processes and Landforms*, 37(1), 92–99. <https://doi.org/10.1002/esp.2248>
- Lin, Q., Zhang, Q., Singh, V. P., Shi, P., Li, J., Chen, Y. D., & Zhou, J. (2020). Assessing the spatiotemporal impact of climate change on event rainfall characteristics influencing landslide occurrences based on multiple GCM projections in China. *Climatic Change*, 162, 761–779. <https://doi.org/10.1007/s10584-020-02750-1>

- Pei, Y., Qiu, H., Zhu, Y., Wang, J., Yang, D., Tang, B., Wang, F., & Cao, M. (2023). Elevation dependence of landslide activity induced by climate change in the eastern Pamirs. *Landslides*, 20, 1115–1133. <https://doi.org/10.1007/s10346-023-02030-w>.
- Pánek, T. (2019). Landslides and Quaternary climate changes—The state of the art. *Earth-Science Reviews*, 196, 102871. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2019.05.015>
- Rianna, G., Comegna, L., Mercogliano, P., & Picarelli, L. (2016). Potential effects of climate changes on soil–atmosphere interaction and landslide hazard. *Natural Hazards*, 84(2), 1487–1499. <https://doi.org/10.1007/s11069-016-2481-z>.
- Tyagi, A., Tiwari, R. K., & James, N. (2023). Prediction of the future landslide susceptibility scenario based on LULC and climate projections. *Landslides*, 20(10), 1837–1852. <https://doi.org/10.1007/s10346-023-02088-6>.
- Ullah, K., Wang, Y., Li, P., Fang, Z., Rahaman, M., Ullah, S., & Hamed, M. M. (2024). Spatiotemporal dynamics of landslide susceptibility under future climate change and land use scenarios. *Environmental Research Letters*, 19(12), 124016. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ad8a72>.
- Wang, X., Wang, Y., Lin, Q., & Yang, X. (2023). Assessing Global Landslide Casualty Risk Under Moderate Climate Change Based on Multiple GCM Projections. *International Journal of Disaster Risk Science*, 14(6), 751–767. <https://doi.org/10.1007/s13753-023-00514-w>.
- Wood, J. L., Harrison, S., Reinhardt, L., & Taylor, F. E. (2020). Landslide databases for climate change detection and attribution. *Geomorphology*, 355, 107061. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2020.107061>

YENİ NESİL BİTKİ BÜYÜME DÜZENLEYİCİLERİ VE TARIMSAL KULLANIM POTANSİYELLERİ

Yüstra SINIKCIOĞLU¹ / Prof. Dr. Yelda EMEK^{2*}

¹Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalı, Aydın, 2612100104@stu.adu.edu.tr, ORCID ID :0009-0000-6163-6481

²Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Bitkisel Biyoteknoloji Anabilim Dalı, Aydın, yelda@adu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-1095-3908

Özet

Bitkisel üretimde verim ve kaliteyi etkileyen büyüme, gelişme ve stres yanıtları yalnızca klasik fitohormonlar tarafından değil, farklı sinyal molekülleri, biyostimülanlar ve mikrobiyal kökenli uygulamalar tarafından da düzenlenmektedir. Bu çalışmada melatonin, salisilik asit, jasmonik asit ve strigolaktonların bitki gelişimi, çevresel streslere yanıt ve bitki savunmasındaki rolleri değerlendirilmiştir. Ayrıca hümit ve fulvik asitler, deniz yosunu ekstraktları, amino asit içerikli biyostimülanlar ile bitki gelişimini teşvik eden rizobakteriler ve *Trichoderma* gibi mikrobiyal uygulamaların tarımsal üretimdeki potansiyeli ele alınmıştır. Literatür bulguları, söz konusu bileşik ve uygulamaların kök ve sürgün gelişimini, besin maddelerinden yararlanmayı, stres toleransını ve bazı savunma mekanizmalarını destekleyebileceğini göstermektedir. Bununla birlikte, elde edilen etkilerin bitki türü ve çeşidi, uygulama dozu ve zamanı, çevresel koşullar, ürün formülasyonu ve hedeflenen stres faktörüne bağlı olarak değişebildiği görülmektedir. Bu nedenle söz konusu uygulamaların yaygın tarımsal kullanımından önce etkinlik, güvenlik, ekonomik uygulanabilirlik ve sürdürülebilirlik açısından daha fazla sera ve tarla çalışmasına ihtiyaç vardır. Gelecekteki araştırmalarda verim ve kalite ölçütlerinin yanı sıra uygulamaların çevresel etkileri ve farklı üretim sistemlerindeki uygulanabilirliği de birlikte değerlendirilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Bitki büyüme düzenleyicileri, melatonin, salisilik asit, jasmonik asit, strigolaktonlar, biyostimülanlar, mikrobiyal uygulamalar

NEW-GENERATION PLANT GROWTH REGULATORS AND THEIR POTENTIAL AGRICULTURAL APPLICATIONS

Yüstra SINIKCIOĞLU¹ / Prof. Dr. Yelda EMEK^{2*}

¹Aydın Adnan Menderes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Agricultural Biotechnology, Aydın, 2612100104@stu.adu.edu.tr, ORCID ID :0009-0000-6163-6481

²Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Biotechnology, Division of Plant Biotechnology, Aydın, yelda@adu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-1095-3908

Abstract

Growth, development, and stress responses affecting yield and quality in crop production are regulated not only by classical phytohormones but also by various signaling molecules, biostimulants, and microbial-based applications. This review evaluates the roles of melatonin, salicylic acid, jasmonic acid, and strigolactones in plant development, responses to environmental stresses, and plant defense. In addition, the agricultural potential of humic and fulvic acids, seaweed extracts, amino acid-based biostimulants, plant growth-promoting rhizobacteria, and microbial applications such as *Trichoderma* is discussed. The reviewed literature indicates that these compounds and applications may support root and shoot development, nutrient utilization, stress tolerance, and certain defense mechanisms. However, their effects may vary depending on plant species and cultivar, application dose and timing, environmental conditions, product formulation, and the target stress factor. Therefore, further greenhouse and field studies are required to evaluate their efficacy, safety, economic feasibility, and sustainability before their widespread use in agriculture. Future research should assess not only yield and quality parameters but also the environmental effects of these applications and their applicability under different production systems.

Keywords: Plant growth regulators, melatonin, salicylic acid, jasmonic acid, strigolactones, biostimulants, microbial based-applications

1. GİRİŞ

Dünya nüfusundaki artış, iklim değişikliği ve doğal kaynaklar üzerindeki baskı, tarımsal üretimde verim ve kaliteyi artırırken çevresel sürdürülebilirliği koruyabilecek uygulamalara duyulan gereksinimi artırmıştır. Yeşil Devrim sonrasında sentetik gübrelerin, pestisitlerin ve bitki büyüme düzenleyicilerinin yoğun kullanımı üretim artışına katkı sağlamış; ancak çevresel etkiler, girdi maliyetleri ve ürün güvenliği bu uygulamaların yeniden değerlendirilmesini gerekli kılmıştır. Bitki büyüme düzenleyicileri, bitkilerin büyüme, gelişme veya fizyolojik süreçlerini teşvik eden, sınırlayan ya da değiştiren doğal veya sentetik maddelerdir. Bu maddelerin bir bölümü, kullanım amaçlarına ve mevzuata bağlı olarak pestisit grubu içinde değerlendirilebilmektedir (Güler ve Çobanoğlu, 1997; Basra, 2000).

Klasik fitohormonlar oksinler, giberellinler, sitokininler, absisik asit ve etilen olmak üzere beş temel grupta incelenmektedir. Bu hormonlar kök ve sürgün gelişimi, hücre bölünmesi ve uzaması, dormansi, stres yanıtı, meyve olgunlaşması ve yaşlanma gibi süreçlerde görev almaktadır. Bununla birlikte hormonların etkileri tek başına ortaya çıkmamakta; hormonlar arası etkileşimler, bitki türü ve çeşidi, gelişme dönemi ve çevre koşulları tarafından şekillenmektedir (Akgül, 2008; Basra, 2000).

Yeni nesil düzenleyici olarak değerlendirilen bileşiklerin önemli bir bölümü yalnızca büyümeyi doğrudan teşvik eden maddeler değildir. Bu bileşikler, bitkinin çevresel uyarıları algılamasını, savunma yanıtlarını düzenlemesini ve büyüme ile stres toleransı arasındaki kaynak dağılımını değiştirmesini sağlayan sinyal ağlarının bileşenleri olarak görev yapmaktadır. Bu nedenle değerlendirmelerde yalnızca biyokütle veya verim artışı değil; sinyal iletimi, antioksidan kapasite, kök gelişimi, fotosentetik etkinlik ve savunma yanıtları da dikkate alınmalıdır.

Son yıllarda melatonin, salisilik asit, jasmonik asit ve strigolaktonlar gibi sinyal moleküllerinin yanı sıra hümik ve fulvik asitler, deniz yosunu ekstraktları, amino asit ve protein hidrolizatı içerikli ürünler de araştırılmaktadır. Bitki gelişimini teşvik eden rizobakteriler ile *Trichoderma* Pers. ex Gray gibi mikrobiyal uygulamalar da bitki gelişimini, besin kullanımını, stres toleransını ve savunma yanıtlarını destekleme potansiyelleri bakımından incelenmektedir. Biyostimülanlar ve mikrobiyal ürünler dar anlamda bitki büyüme düzenleyicileriyle aynı kategoriye girmemekle birlikte, bitki gelişimini, besin kullanım etkinliğini ve stres yanıtlarını destekleme potansiyelleri bakımından ortak bir araştırma çerçevesinde değerlendirilebilir (Yakhin vd., 2017).

Bu çalışmada “yeni nesil bitki büyüme düzenleyicileri” ifadesi, yalnızca doğrudan büyümeyi teşvik eden maddeleri değil, bitki gelişimi, stres yanıtları ve savunma mekanizmalarını düzenleyen sinyal moleküllerini de kapsayacak şekilde kullanılmaktadır. Biyostimülanlar ve mikrobiyal uygulamalar ise kimyasal olarak bitki

büyüme düzenleyicileriyle aynı grupta yer almamakla birlikte, bitki gelişimini, besin kullanımını ve stres toleransını desteklemeleri nedeniyle tamamlayıcı uygulamalar olarak değerlendirilmiştir.

Kuraklık, tuzluluk, yüksek ve düşük sıcaklık ile patojen saldırıları tarımsal üretimde önemli verim ve kalite kayıplarına neden olmaktadır. Yeni nesil düzenleyiciler, biyostimülanlar ve mikrobiyal uygulamalar bu stresleri tamamen ortadan kaldıran çözümler olarak değil, bitkinin fizyolojik ve biyokimyasal yanıtlarını düzenleyerek stres altında büyüme kayıplarını azaltma potansiyeline sahip tamamlayıcı araçlar olarak ele alınmalıdır. Bu çalışmanın amacı, söz konusu uygulamaların bitki gelişimi, stres yanıtları ve tarımsal üretime aktarılabilirliğini; uygulama koşulları, sınırlılıkları ve sürdürülebilirlik boyutlarıyla birlikte değerlendirmektir.

2. BİTKİ BÜYÜME DÜZENLEYİCİLERİNİN TARIMSAL KULLANIM ALANLARI VE UYGULAMA KOŞULLARI

Bitki büyüme düzenleyicileri tarımsal üretimde büyümeyi teşvik etmek veya sınırlamak, gelişme dönemlerini düzenlemek, ürün kalitesini artırmak ve stres koşullarında fizyolojik yanıtları desteklemek amacıyla kullanılabilir. Aynı düzenleyici farklı bitki türlerinde, dokularda veya dozlarda farklı sonuçlar oluşturabilir. Bu nedenle uygulamalar değerlendirilirken kullanılan maddenin özellikleriyle birlikte bitki türü, gelişme dönemi ve yetiştirme koşulları da dikkate alınmalıdır (Budak vd., 1994; Kaynak ve Ersoy, 1997).

Uygulama yöntemi de düzenleyici yanıtını belirleyen temel faktörlerdendir. Yaprğa püskürtme, kökten uygulama, tohum veya yumruya uygulama ve daldırma yöntemleri maddenin bitkiye girişini ve dokular arasındaki taşınmasını değiştirebilir. Aynı dozun farklı uygulama yöntemlerinde farklı fizyolojik sonuçlar oluşturması mümkündür. Bu nedenle deneylerde yalnızca uygulanan konsantrasyon değil, uygulama hacmi, uygulama sıklığı ve uygulama sonrası çevre koşulları da raporlanmalıdır.

Vejetatif çoğaltmada oksin grubu düzenleyiciler çeliklerin köklenmesini; tohum ve fide döneminde ise çimlenme ve erken gelişmeyi desteklemek amacıyla kullanılabilir. Doku kültüründe oksin ve sitokininlerin türü ile birbirlerine oranı kök ve sürgün oluşumunu etkileyebilmektedir. Ancak bu uygulamalarda yalnızca çimlenme veya köklenme oranı değil, fide canlılığı, kök-sürgün oranı ve dikim sonrası gelişme de değerlendirilmelidir (Kaynak ve Ersoy, 1997).

Bitki büyüme düzenleyicileri çiçeklenme, çiçek ve meyve tutumu, meyve iriliği, kalite özellikleri, meyve dökümü ve olgunlaşmanın düzenlenmesi amacıyla da kullanılabilir. Ancak bu etkiler düzenleyicinin türüne, uygulama zamanına, konsantrasyonuna ve bitkinin gelişme dönemine bağlıdır. Bu nedenle verim veya meyve iriliği tek başına değerlendirilmemelidir; ürün kalitesi, olgunlaşma zamanı ve bitkinin genel gelişimi birlikte incelenmelidir (Budak vd., 1994; Kaynak ve Ersoy, 1997).

Bazı düzenleyiciler kuraklık, tuzluluk ve düşük sıcaklık gibi abiyotik stres koşullarında bitkinin su ilişkileri, antioksidan savunması, kök gelişimi veya büyüme süreçleri üzerinden stres kaynaklı kayıpları azaltma potansiyeli bakımından araştırılmaktadır. Ürün ve gelişme dönemine özgü yanıt farklılıklarına patatesten yumru dormansisinin kırılması örnek verilebilir. Majeed ve Asghari (2006), farklı büyümeyi teşvik edici maddelerin patates yumrularında dormansinin kırılması üzerindeki etkilerini incelemiştir. Ancak bu sonuçlar diğer ürünlere veya bütün patates çeşitlerine doğrudan genellenmemelidir.

Bir uygulamanın laboratuvar veya sera koşullarında olumlu sonuç vermesi, aynı etkinin tarlada da ortaya çıkacağı anlamına gelmez. Doz, uygulama yöntemi ve zamanı, bitkinin gelişme dönemi, çeşit özellikleri, sıcaklık, nem, toprak özellikleri ve beslenme durumu sonucu etkileyebilir. Bu nedenle tarımsal kullanım potansiyeli değerlendirilirken kök ve sürgün gelişiminin yanı sıra verim, ürün kalitesi, fitotoksitesite, kalıntı riski, ekonomik uygulanabilirlik ve çevresel etkiler de dikkate alınmalıdır.

3. YENİ NESİL BİTKİ BÜYÜME DÜZENLEYİCİLERİ

Bu bölümde melatonin, salisilik asit, jasmonik asit ve strigolaktonlar; bitki gelişimi, stres yanıtları, savunma mekanizmaları ve tarımsal kullanım potansiyelleri bakımından değerlendirilmektedir. Bu bileşiklerin etkileri bütün bitki türlerinde sabit değildir; bitki türü ve çeşidi, gelişme dönemi, uygulama dozu, uygulama zamanı ve çevre koşullarına göre değişebilir.

3.1. Melatonin (Fitomelatonin)

Melatonin, bitkilerde oksidatif denge, büyüme ve stres yanıtlarıyla ilişkilendirilen bir sinyal molekülüdür. Reaktif oksijen türlerinin kontrolü, antioksidan savunmanın düzenlenmesi ve hücre hasarının sınırlandırılması bakımından incelenmektedir (Arnao ve Hernández-Ruiz, 2015; Arnao ve Hernández-Ruiz, 2019). *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh.'da önerilen PMTR1 reseptörü, melatonin sinyalleme ile reaktif oksijen üretimi, hücre içi kalsiyum hareketleri ve stomaların kapanması arasındaki ilişkiyi açıklamaya yönelik bulgular sağlamıştır (Wei vd., 2018).

Melatoninin kuraklık, tuzluluk, sıcaklık ve oksidatif stres koşullarında fizyolojik dengenin korunmasına katkı sağlayabileceği; bazı bitkilerde patojen saldırılarına karşı savunma yanıtlarını etkileyebileceği bildirilmektedir (Lee vd., 2014). Bu etkiler çoğunlukla reaktif oksijen türlerinin dengelenmesi, antioksidan enzimlerin etkinleşmesi ve stresle ilişkili genlerin düzenlenmesi üzerinden açıklanmaktadır. Bununla birlikte dışsal melatonin uygulaması ile bitkide doğal olarak sentezlenen melatonin düzeyi aynı anlamı taşımayabilir.

Melatonin ayrıca kök gelişimi, tohum çimlenmesi, yaprak yaşlanması ve fotosentetik süreçlerle ilişkilendirilmiştir. Melatoninin absisik asit, oksin, salisilik asit, jasmonik asit ve strigolaktonlar gibi diğer

sinyal molekülleriyle etkileşimi, stres yanıtlarının yalnızca tek bir hormon üzerinden açıklanamayacağını ve bütünleşik bir hormonal ağ aracılığıyla düzenlendiğini düşündürmektedir (Ali vd., 2024). Bu nedenle melatoninin etkileri doğrudan büyümeyi artırmasından çok, oksidatif dengenin ve diğer hormonlarla etkileşimlerin düzenlenmesiyle ortaya çıkabilir.

Dışsal melatonin uygulamalarında sonuçlar doz, uygulama zamanı, bitki türü, uygulama yöntemi ve stres şiddetine göre değişmektedir. Uygulama materyalinin yaprak, kök veya tohum yoluyla verilmesi ve uygulama zamanının stresin başlangıcına göre konumu da elde edilen yanıtı etkileyebilir. Bu nedenle tarımsal değerlendirmelerde antioksidan göstergelerin yanı sıra kök ve sürgün gelişimi, verim, ürün kalitesi, fitotoksosite ve tarla etkinliği birlikte incelenmelidir.

3.2. Salisilik Asit

Salisilik asit, bitki büyümesi ve gelişmesinin yanı sıra biyotik ve abiyotik stres yanıtlarının düzenlenmesinde rol alan bir sinyal molekülüdür. Bitkinin gelişme dönemine ve uygulama koşullarına bağlı olarak kök ve sürgün gelişimini, fotosentetik faaliyetleri, antioksidan savunmayı ve savunma yanıtlarını etkileyebilir. Salisilik asit ile etilen biyosentezi arasındaki ilişki, hormonlar arası etkileşimlerin önemli örneklerinden biridir; bazı koşullarda etilen biyosentezini baskılayabildiği bildirilmiştir (Leslie ve Romani, 1988).

Salisilik asit; lokal savunma yanıtları, savunma genlerinin ifade edilmesi ve sistemik kazanılmış direnç ile ilişkilendirilmektedir (Vlot vd., 2009). Ancak dışsal uygulamaların etkisi bitki türüne, doza, uygulama zamanına ve patojenin özelliklerine bağlıdır. Bu nedenle salisilik asit doğrudan ve genel bir verim artırıcı olarak değil, bitkinin savunma kapasitesini ve stres koşullarına uyumunu destekleme potansiyeli bulunan koşula bağlı bir uygulama olarak değerlendirilmelidir.

Salisilik asit uygulamalarında düşük dozlarda olumlu yanıtlar gözlemlenirken yüksek dozlar büyüme geriliğine, fotosentetik etkinlikte azalmaya veya fitotoksositeye yol açabilir. Ayrıca savunma yanıtının uyarılması, bazı koşullarda bitkinin büyüme için ayırdığı kaynakları azaltabilir. Bu nedenle uygulama başarısı yalnızca savunma genlerinin ifade düzeyi veya antioksidan enzim aktivitesiyle değil, hastalık şiddeti, biyokütle, verim ve ürün kalitesiyle birlikte değerlendirilmelidir.

Salisilik asidin etkisi, bitkinin önceden maruz kaldığı streslere ve dokunun fizyolojik durumuna göre değişebilir. Tohum, fide, yaprak veya kök uygulamalarının aynı sonucu vermemesi bu farklılıktan kaynaklanabilir. Ayrıca salisilik asit ile jasmonat ve etilen sinyalleme arasındaki etkileşim, tek bir sinyal molekülünün bağımsız etkisinden daha karmaşık yanıtlar doğurabilir. Güncel çalışmalar, salisilik asit ve jasmonik asit yollarının birbirinden tamamen bağımsız olmadığını; patojenin yaşam biçimine, enfeksiyon

bölgesine ve bitkinin fizyolojik durumuna bağlı olarak birlikte veya farklı mekânsal alanlarda düzenlenebildiğini göstermektedir (Zhang vd., 2025).

3.3. Jasmonik Asit

Jasmonik asit ve türevleri, özellikle biyotik streslere karşı savunma yanıtlarının düzenlenmesinde görev alan sinyal molekülleridir. Jasmonat sinyalleme; savunma genlerinin aktivasyonu, ikincil metabolit üretimi, yara yanıtı ve bazı gelişme süreçleriyle ilişkilidir (Stenzel vd., 2003; Cheong ve Choi, 2003; Wasternack ve Song, 2017). Tohum çimlenmesi, kök gelişimi ve çiçek organlarının gelişimi de bu sinyalleme ağıyla ilişkilendirilmektedir (Dave ve Graham, 2012; Song vd., 2011).

Dışsal jasmonik asit veya metil jasmonat uygulamaları kuraklık, tuzluluk ve UV-B stresi gibi koşullarda araştırılmıştır. Bazı çalışmalarda antioksidan savunma, ozmotik düzenleme ve stresle ilişkili genlerin ifade düzeyleri üzerinde olumlu etkiler bildirilmiştir (Liu vd., 2012; Rezai vd., 2013; Yosefi vd., 2018). Bununla birlikte güçlü bir savunma yanıtı bazı koşullarda büyümeyi ve biyokütle birikimini sınırlandırabilir. Bu nedenle kök ve sürgün gelişimi, verim ve ürün kalitesi biyokimyasal göstergelerle birlikte değerlendirilmelidir.

Jasmonatların temel işlevlerinden biri, bitkinin savunma yanıtını çevresel uyarının türüne ve şiddetine göre düzenlemektir. Bu düzenleme salisilik asit, etilen ve absisik asit gibi diğer hormonlarla karşılıklı etkileşim içinde gerçekleşir (Zhang vd., 2025). Dolayısıyla dışsal jasmonat uygulamalarında amaç savunmayı en yüksek düzeye çıkarmak değil, savunma ile büyüme arasındaki fizyolojik dengeyi korumaktır.

Jasmonik asit ve metil jasmonat uygulamalarında yanıtın yönü, stresin ortaya çıktığı gelişme dönemine ve uygulama dozuna bağlıdır. Erken dönemde güçlü bir savunma yanıtının uyarılması kök ve sürgün büyümesini sınırlandırabilirken, uygun zamanlamada yapılan uygulamalar stres koşullarında fotosentetik aktivitenin veya antioksidan kapasitenin korunmasına katkı sağlayabilir. Bu nedenle jasmonat uygulamaları için tek bir genel doz veya uygulama protokolü önerilmesi mümkün değildir.

3.4. Strigolaktonlar

Strigolaktonlar, karotenoid kökenli ve bitki büyümesi, bitki mimarisi ile kök çevresindeki biyolojik ilişkilerde görev alan sinyal molekülleridir. Bu bileşikler başlangıçta parazit yabancı otlardan *Striga* Lour. türlerinin tohum çimlenmesini uyaran rizosfer sinyalleri bağlamında tanımlanmış; daha sonraki çalışmalar bitki içindeki gelişme düzenleyici işlevlerini ortaya koymuştur (Cook vd., 1966; Smith, 2014; Al-Babili ve Bouwmeester, 2015).

Strigolaktonlar sürgün dallanması, bitki mimarisi, kök gelişimi, yaprak yaşlanması ve mikoriza ilişkileriyle ilişkilendirilmektedir (Yoneyama, 2019; Yoneyama ve Brewer, 2021). Tarımsal kullanım potansiyelleri, bitki mimarisinin ve kök gelişiminin yönlendirilmesi bakımından değerlendirilebilir. Ancak dışsal uygulamalarda

doz, kimyasal kararlılık, uygulama yöntemi ve bitki türüne bağlı yanıtlar henüz yeterince açıklığa kavuşmamıştır.

Son yıllardaki çalışmalar, dışsal strigolakton uygulamalarının kuraklık, tuzluluk, besin noksanlığı ve ağır metal stresi altında araştırıldığını; ancak uygulama dozları, sentetik analogların kararlılığı ve farklı bitki türlerindeki yanıtların henüz standart bir protokole bağlanamadığını göstermektedir (Khan vd., 2024). Ayrıca strigolaktonların parazit yabancı otların çimlenmesiyle ilişkili olması nedeniyle olası çevresel risklerin de dikkate alınması gerekmektedir.

Strigolaktonların besin yetersizliği koşullarında kök sistemi ile mikoriza arasındaki ilişkileri etkileyebildiği bildirilmektedir. Bu özellik, besin kullanım etkinliği ve kök çevresindeki biyolojik ilişkiler açısından önem taşımaktadır. Bununla birlikte strigolakton sinyalleme sinin bitki mimarisi ve parazit yabancı otlarla ilişkisi birlikte değerlendirilmeli; uygulamalar ürün, toprak ve ekolojik koşullar dikkate alınarak tasarlanmalıdır.

Strigolakton araştırmalarında genetik olarak değiştirilmiş veya hormon sinyalleme bozulmuş mutantlardan elde edilen sonuçların doğrudan tarımsal uygulamaya aktarılmasında dikkatli olunmalıdır. Kontrollü koşullarda gözlenen dallanma, kök gelişimi veya mikoriza yanıtı, tarla koşullarında besin durumu ve mikrobiyal topluluklar tarafından değiştirilebilir. Bu nedenle strigolaktonların tarımsal kullanımından önce doğal varyasyon, uygulama kararlılığı ve çevresel güvenlik birlikte incelenmelidir.

Genel olarak melatonin, salisilik asit ve jasmonat uygulamaları daha çok stres yanıtlarının ve savunma mekanizmalarının düzenlenmesi üzerinden değerlendirilirken, strigolaktonlar bitki mimarisi, kök gelişimi, besin yetersizliği ve rizosfer ilişkileri bakımından öne çıkmaktadır. Bununla birlikte bu bileşiklerin tarımsal etkinliği, kontrollü koşullarda elde edilen fizyolojik yanıtların ötesinde verim, ürün kalitesi, uygulama maliyeti ve çevresel güvenlik ölçütleriyle birlikte değerlendirilmelidir. Bu nedenle yeni nesil düzenleyicilerin tarımsal kullanımında, hedeflenen fizyolojik süreç, bitkinin gelişme dönemi, uygulama dozu ve yetiştirme koşulları birlikte ele alınmalıdır.

4. BİYOSTİMÜLANLAR VE MİKROBİYAL KÖKENLİ UYGULAMALAR

4.1. Biyostimülanlar

Biyostimülanlar, doğrudan besin maddesi sağlamalarından bağımsız olarak bitki beslenmesini, büyümeyi, ürün kalitesini veya abiyotik stres toleransını destekleyebilen farklı kaynaklı maddeleri ve ürünleri kapsamaktadır. Hümik ve fulvik asitler, deniz yosunu ekstraktları, amino asit ve protein hidrolizatı içeren ürünler bu grupta incelenen başlıca uygulamalardır (Yakhin vd., 2017; Ma vd., 2022). Güncel çalışmalar, biyostimülanların

etkilerinin antioksidan savunma, hormonal düzenleme, ozmotik uyum, besin alımı ve metabolik yeniden düzenleme gibi birden fazla mekanizma üzerinden ortaya çıkabildiğini göstermektedir (Di Sario vd., 2025).

Bu ürünlerin kök gelişimi, besin kullanım etkinliği, antioksidan savunma ve stres koşullarındaki fizyolojik yanıtlar üzerinde etkili olabileceği bildirilmektedir. Ancak hammadde kaynağı, üretim yöntemi ve formülasyon ürün bileşimini değiştirebildiğinden, aynı gruptaki ticari ürünler aynı etkiyi göstermeyebilir. Bu nedenle ürün içeriği, doz, bitki türü ve yetiştirme koşulları açıkça belirtilmeli; erken dönem büyüme göstergelerinin yanında verim, kalite ve ekonomik uygulanabilirlik de değerlendirilmelidir.

Biyostimülanların etki mekanizması tek bir bileşenle açıklanamayabilir. Özellikle deniz yosunu ekstraktları ve protein hidrolizatları, farklı organik bileşenlerin birlikte bulunduğu karmaşık ürünlerdir. Protein hidrolizatlarının fotosentetik etkinlik, besin alımı, ozmotik düzenleme ve antioksidan savunma üzerinde olumlu etkiler oluşturabileceği bildirilmekle birlikte, hammaddenin kaynağı ve hidroliz yöntemi ürünlerin biyolojik etkinliğini önemli ölçüde değiştirebilmektedir (Malécange vd., 2023). Bu tür ürünlerde aktif bileşenlerin tanımlanması, partiler arası bileşim farklılıklarının azaltılması ve uygulama dozlarının standardize edilmesi bilimsel ve ticari açıdan önem taşımaktadır. Ayrıca biyostimülanların gübre veya bitki koruma ürünü yerine geçen ürünler olarak değil, uygun besleme ve yetiştirme programlarını tamamlayan uygulamalar olarak değerlendirilmesi gerekir.

Biyostimülan uygulamalarında etkili sonuç alınabilmesi için bitkinin besin durumu ve yetiştirme koşulları da dikkate alınmalıdır. Besin noksanlığı, su kısıtı veya tuzluluk gibi bir stres bulunmadığında gözlenen etki, stres altındaki etkiden farklı olabilir. Bu nedenle kontrol gruplarının yeterli beslenen ve stres altındaki bitkileri içerecek şekilde oluşturulması, biyostimülanın gerçek katkısının belirlenmesi açısından önemlidir.

4.2. Mikrobiyal Kökenli Uygulamalar

Mikrobiyal uygulamalar, bitki gelişimini destekleyebilen veya hastalık etmenlerini baskılayabilen yararlı mikroorganizmaların ve bunlara dayalı preparatların tarımsal üretimde kullanılmasına dayanmaktadır. Bitki gelişimini teşvik eden rizobakteriler (PGPR), *Bacillus* cinsine ait türler (*Bacillus* spp.) ve daha önce belirtilen *Trichoderma* cinsine ait türler bu kapsamda araştırılan başlıca mikroorganizmalardır. Bu mikroorganizmalar besin maddelerinin erişilebilirliğini artırabilir, kök gelişimini destekleyebilir, bitki savunmasını uyarabilir veya antagonistik etkiler gösterebilir (Backer vd., 2018; AbuQamar vd., 2024; Kaushal vd., 2023).

Güncel çalışmalar, bitki kökenli ve mikrobiyal biyostimülanların azot fiksasyonu, fosfat çözündürme, fitohormon üretimi, antioksidan savunmanın uyarılması ve rizosfer mikrobiyomunun düzenlenmesi gibi farklı mekanizmalarla bitkilerin kuraklık, tuzluluk, sıcaklık ve ağır metal streslerine dayanıklılığını artırabileceğini

göstermektedir. Bununla birlikte bu ürünlerin tarla koşullarındaki etkinliği; mikroorganizma türü ve suşu, formülasyonun stabilitesi, toprak özellikleri, kolonizasyon kapasitesi ve çevresel koşullara bağlı olarak değişmektedir (Alam vd., 2026).

Bitki gelişimini teşvik eden rizobakterilerin (PGPR) hormon benzeri bileşikler üretmesi, kök mimarisini değiştirmesi, etilen yanıtını düzenlemesi ve stres koşullarında büyümeyi desteklemesi mümkün olmakla birlikte, bu etkiler bakteri suşuna, bitki türüne, toprak pH'sına, nem ve sıcaklık koşullarına ve mevcut mikrobiyal topluluklara bağlıdır (Backer vd., 2018). Bununla birlikte, bir PGPR suşunun hastalık etmenini baskılaması doğrudan bitki büyümesini veya verimi artırdığı anlamına gelmez. Bu nedenle mikrobiyal uygulamalarda hastalık şiddeti ve patojen yoğunluğunun yanında kök ve sürgün gelişimi, besin alımı, verim ve ürün kalitesi de ölçülmelidir.

Mikrobiyal ürünlerin başarısında yalnızca laboratuvar koşullarındaki antagonistik veya büyümeyi teşvik edici özellikler değil, uygulanan suşun kök bölgesinde canlı kalması ve hedef bitkiyle uyum kurması da belirleyicidir. Toprak mikrobiyomunun bileşimi, besin durumu, sulama, sıcaklık ve uygulama zamanı kolonizasyonu etkileyebilir. Bu nedenle tek bir suşun farklı üretim alanlarında aynı sonucu vereceği varsayılmamalıdır.

Mikrobiyal uygulamaların etkileri doğrudan besin sağlama, hormon benzeri maddelerin üretimi, fosfat çözündürme, azot bağlama, siderofor üretimi veya indüklenmiş sistemik direnç gibi farklı mekanizmalarla ortaya çıkabilir. Bu mekanizmaların her birinin katkısı kullanılan mikroorganizmaya ve konukçu bitkiye göre değişebilir. Bu nedenle ticari preparatlar yalnızca mikroorganizma adıyla değil, suş özellikleri ve beklenen işlevleriyle birlikte tanımlanmalıdır.

Mikrobiyal preparatların tarımsal kullanımında canlılığın korunması, kök bölgesini kolonize etme kapasitesi, depolama koşulları ve çevreye uyum başlıca sınırlılıklardır. Bu nedenle uygulamaların etkinliği farklı toprak ve iklim koşullarında yürütülen sera ve tarla çalışmalarıyla doğrulanmalıdır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada melatonin, salisilik asit, jasmonik asit ve strigolaktonların bitki gelişimi, savunma mekanizmaları ve çevresel stres yanıtlarındaki rolleri; biyostimülanlar ve mikrobiyal uygulamaların ise tarımsal kullanım potansiyeli değerlendirilmiştir. Melatonin oksidatif denge ve stres sinyallemeyle, salisilik asit savunma ve hormonlar arası etkileşimlerle, jasmonik asit biyotik ve abiyotik stres yanıtlarıyla, strigolaktonlar ise bitki mimarisi, kök gelişimi ve rizosfer ilişkileriyle öne çıkmaktadır. Biyostimülanlar ve mikrobiyal uygulamalar da bitki beslenmesini, kök gelişimini, stres koşullarındaki fizyolojik dayanıklılığı ve bazı biyolojik mücadele süreçlerini destekleme potansiyeline sahiptir.

Uygulamalar karşılaştırıldığında, melatonin, salisilik asit ve jasmonatların daha çok stres sinyalleme, antioksidan savunma ve bitki-patojen etkileşimleri üzerinden değerlendirildiği görülmektedir. Strigolaktonlar ise bitki mimarisi, kök gelişimi, besin yetersizliği ve rizosfer ilişkileri bakımından öne çıkmaktadır. Biyostimülanlarda temel sınırlılık ürün bileşiminin ve formülasyonun değişkenliği iken, mikrobiyal uygulamalarda suşun canlılığı, kök bölgesinde kolonizasyonu ve çevre koşullarına uyumu belirleyici olmaktadır.

Bununla birlikte, uygulamaların etkileri bitki türü ve çeşidi, gelişme dönemi, doz, uygulama zamanı ve yöntemi, stresin türü ve şiddeti, toprak ve iklim koşulları ile ürün formülasyonuna bağlı olarak değişmektedir. Literatürde bildirilen olumlu sonuçlar her koşulda doğrudan verim artışı veya stres etkilerinin azaltılması olarak yorumlanmamalıdır. Laboratuvar ve sera bulguları farklı çevre koşullarında yürütülecek tarla denemeleriyle doğrulanmalı; verim, ürün kalitesi, fitotoksosite, çevresel güvenlik ve ekonomik uygulanabilirlik birlikte değerlendirilmelidir. Açık tarla çalışmalarını kapsayan bir meta-analizde, mikrobiyal olmayan biyostimülanların verim katkısının ortalama olarak %17,9 düzeyinde olduğu; ancak etkinliğin ürün türü, uygulama yöntemi, iklim ve toprak özelliklerine göre önemli ölçüde değiştiği bildirilmiştir (Li vd., 2022).

Gelecekteki çalışmalarda morfolojik, fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler göstergelerin birlikte kullanılması, uygulamaların etki mekanizmalarının daha iyi açıklanmasını sağlayacaktır. Bunun yanı sıra tek bir düzenleyicinin bağımsız etkisi ile farklı düzenleyicilerin, biyostimülanların veya mikroorganizmaların birlikte kullanımından doğan etkiler birbirinden ayrılmalıdır. Özellikle farklı uygulamaların aynı üretim sisteminde birleştirilmesi, olası sinerjik veya antagonistik etkileşimlerin belirlenmesini gerektirmektedir.

Gelecekte biyostimülan ürünlerin hammadde kaynağı, aktif bileşenleri, formülasyonu ve uygulama dozu; mikrobiyal preparatların ise mikroorganizma veya suş kimliği, canlılık düzeyi, depolama koşulları ve kolonizasyon kapasitesi açıkça raporlanmalıdır. Büyümeyi teşvik edici etki ile biyolojik mücadele etkisi ayrı ölçütlerle değerlendirilmelidir. Ayrıca melatonin, salisilik asit, jasmonik asit ve strigolaktonların biyostimülan veya mikrobiyal uygulamalarla birlikte kullanımında ortaya çıkabilecek etkileşimler, çevresel riskler ve ekonomik sonuçlar araştırılmalıdır. Sonuç olarak bu uygulamalar, bütün üretim sorunlarını çözen araçlar olarak değil; uygun bitki, doz, zaman ve yetiştirme koşullarında kullanılabilecek tamamlayıcı uygulamalar olarak değerlendirilmelidir.

KAYNAKLAR

- AbuQamar, S. F., El-Saadony, M. T., Saad, A. M., Desoky, E. S. M., Elrys, A. S., Abd El-Mageed, T. A., & El-Tarabily, K. A. (2024). Halotolerant plant growth-promoting rhizobacteria improve soil fertility and plant salinity tolerance for sustainable agriculture—A review. *Plant Stress*, 12, 100482.
- Akgül, H. (2008). *Büyüme ve gelişim düzenleyiciler* (Yayın No. 12). Eğirdir Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü.
- Alam, P., Nazneen, S., Azra, B. H., Albalawi, T., Ahmad, S. vd. (2026). Plant-derived and microbial biostimulants in sustainable agriculture: Mechanisms, applications, and challenges. *Archives of Microbiology*, 208, 636. <https://doi.org/10.1007/s00203-026-05200-1>
- Al-Babili, S., & Bouwmeester, H. J. (2015). Strigolactones, a novel carotenoid-derived plant hormone. *Annual Review of Plant Biology*, 66, 161–186. <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-043014-114759>
- Ali, M. A. A., Nasser, M. A., Abdelhamid, A. N., Ali, I. A. A., Saady, H. S. vd. (2024). Melatonin as a key factor for regulating and relieving abiotic stresses in harmony with phytohormones in horticultural plants: A review. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 24, 54–73. <https://doi.org/10.1007/s42729-023-01586-9>
- Arnao, M. B., & Hernández-Ruiz, J. (2015). Melatonin functions in plants: A review. *Journal of Pineal Research*, 59, 133–150.
- Arnao, M. B., & Hernández-Ruiz, J. (2019). Melatonin: A new plant hormone and/or a plant master regulator? *Trends in Plant Science*, 24, 38–48.
- Backer, R., Rokem, J. S., Ilangumaran, G., Lamont, J., Praslickova, D., Ricci, E., Subramanian, S., & Smith, D. L. (2018). Plant growth-promoting rhizobacteria: Context, mechanisms of action, and roadmap to commercialization of biostimulants for sustainable agriculture. *Frontiers in Plant Science*, 9, 1473. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01473>
- Basra, A. S. (Ed.). (2000). *Plant growth regulators in agriculture and horticulture: Their role and commercial uses*. Haworth Press.
- Budak, N., Çalışkan, C. F., & Çaylak, Ö. (1994). Bitki büyüme regülatörleri ve tarımsal üretimde kullanımı. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 31, 289–296.
- Cheong, J. J., & Choi, Y. D. (2003). Methyl jasmonate as a vital substance in plants. *Trends in Genetics*, 19(7), 409–413. [https://doi.org/10.1016/S0168-9525\(03\)00138-0](https://doi.org/10.1016/S0168-9525(03)00138-0)
- Cook, C. E., Whichard, L. P., Turner, B., Wall, M. E., & Egle, G. H. (1966). Germination of witchweed (*Striga lutea* Lour.): Isolation and properties of a potent stimulant. *Science*, 154(3753), 1189–1190.
- Dave, A., & Graham, I. A. (2012). Oxylin signaling: A distinct role for the jasmonic acid precursor cis-(+)-12-oxo-phytodienoic acid (cis-OPDA). *Frontiers in Plant Science*, 3, 42. <https://doi.org/10.3389/fpls.2012.00042>
- Di Sario, L., Boeri, P., Matus, J. T., & Pizzio, G. A. (2025). Plant biostimulants to enhance abiotic stress resilience in crops. *International Journal of Molecular Sciences*, 26(3), 1129. <https://doi.org/10.3390/ijms26031129>
- Güler, Ç., & Çobanoğlu, Z. (1997). *Pestisitler* (Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No. 52). İlköz Matbaası.

- Kaushal, P., Ali, N., Saini, S., Pati, P. K., & Pati, A. (2023). Physiological and molecular insight of microbial biostimulants for sustainable agriculture. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1041413. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1041413>
- Kaynak, L., & Ersoy, N. (1997). Bitki büyüme düzenleyicilerinin genel özellikleri ve kullanım alanları. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10(1), 223–236.
- Khan, M. K., Pandey, A., Hamurcu, M., Vyhnánek, T., Zargar, S. M., Kahraman, A., Topal, A., & Gezgin, S. (2024). Exploring strigolactones for inducing abiotic stress tolerance in plants. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*, 60(2), 55–69. <https://doi.org/10.17221/88/2023-CJGPB>
- Lee, H. Y., Byeon, Y., & Back, K. (2014). Melatonin as a signal molecule triggering defense responses against pathogen attack in Arabidopsis and tobacco. *Journal of Pineal Research*, 57, 262–268.
- Leslie, C. A., & Romani, R. J. (1988). Inhibition of ethylene biosynthesis by salicylic acid. *Plant Physiology*, 88, 833–837.
- Li, J., Van Gerrewey, T., & Geelen, D. (2022). A meta-analysis of biostimulant yield effectiveness in field trials. *Frontiers in Plant Science*, 13, 836702. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.836702>
- Liu, X., Chi, H., Yue, M., Zhang, X., Li, W., & Jia, E. (2012). The regulation of exogenous jasmonic acid on UV-B stress tolerance in wheat. *Journal of Plant Growth Regulation*, 31, 436–447. <https://doi.org/10.1007/s00344-011-9253-5>
- Ma, Y., Freitas, H., & Dias, M. C. (2022). Strategies and prospects for biostimulants to alleviate abiotic stress in plants. *Frontiers in Plant Science*, 13, 1024243.
- Majeed, A., & Asghari, B. (2006). Role of growth promoting substances in breaking potato (*Solanum tuberosum* L.) tuber dormancy. *Journal of Agriculture and Social Sciences*, 2(3), 175–178.
- Malécange, M., Sergheraert, R., Teulat, B., Mounier, E., Lothier, J., & Sakr, S. (2023). Biostimulant properties of protein hydrolysates: Recent advances and future challenges. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(11), 9714. <https://doi.org/10.3390/ijms24119714>
- Rezai, S., Orojloo, M., Bidabadi, S. S., & Soleimanzadeh, M. (2013). Possible role of methyl jasmonate in protection to NaCl-induced salt stress in pepper cv. “Green Hashemi”. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 6(17), 1235.
- Smith, S. M. (2014). Q&A: What are strigolactones and why are they important to plants and soil microbes? *BMC Biology*, 12, 1–7.
- Song, S., Qi, T., Huang, H., Ren, Q., Wu, D., Chang, C., & Xie, D. (2011). The jasmonate-ZIM domain proteins interact with the R2R3-MYB transcription factors MYB21 and MYB24 to affect jasmonate-regulated stamen development in *Arabidopsis*. *The Plant Cell*, 23(3), 1000–1013. <https://doi.org/10.1105/tpc.111.083089>
- Stenzel, I., Hause, B., Miersch, O., Kurz, T., Maucher, H., Weichert, H., & Wasternack, C. (2003). Jasmonate biosynthesis and the allene oxide cyclase family of *Arabidopsis thaliana*. *Plant Molecular Biology*, 51, 895–911. <https://doi.org/10.1023/A:1023049319723>
- Vlot, A. C., Dempsey, D. A., & Klessig, D. F. (2009). Salicylic acid, a multifaceted hormone to combat disease. *Annual Review of Phytopathology*, 47, 177–206. <https://doi.org/10.1146/annurev.phyto.050908.135202>

- Wasternack, C., & Song, S. (2017). Jasmonates: Biosynthesis, metabolism, and signaling by proteins activating and repressing transcription. *Journal of Experimental Botany*, 68(6), 1303–1321. <https://doi.org/10.1093/jxb/erw443>
- Wei, J., Li, D., Zhang, J., Shan, C., Rengel, Z., Song, Z., & Chen, Q. (2018). Phyto melatonin receptor PMTR1-mediated signaling regulates stomatal closure in *Arabidopsis thaliana*. *Journal of Pineal Research*, 65, e12500.
- Yakhin, O. I., Lubyantsev, A. A., Yakhin, I. A., & Brown, P. H. (2017). Biostimulants in plant science: A global perspective. *Frontiers in Plant Science*, 7, 2049. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.02049>
- Yoneyama, K. (2019). How do strigolactones ameliorate nutrient deficiencies in plants? *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, 11(8), a034686.
- Yoneyama, K., & Brewer, P. B. (2021). Strigolactones: How are they synthesized to regulate plant growth and development? *Current Opinion in Plant Biology*, 63, 102072.
- Yosefi, M., Sharafzadeh, S., Bazrafshan, F., Zare, M., & Amiri, B. (2018). Application of jasmonic acid can mitigate water deficit stress in cotton through yield-related physiological properties. *Acta Agrobotanica*, 71(2), 1–9. <https://doi.org/10.5586/aa.1741>
- Zhang, P., Jackson, E., Li, X., & Zhang, Y. (2025). Salicylic acid and jasmonic acid in plant immunity. *Horticulture Research*, 12(7), uhaf082. <https://doi.org/10.1093/hr/uhaf082>

DENİZ YOSUNU EKSTRAKTLARININ *IN VITRO* BİTKİ GELİŞİMİ VE DOKU KÜLTÜRÜNDEKİ ROLÜ

Yüksek Lisans Öğrencisi Ousmane MARIKO¹ / Prof. Dr. Yelda EMEK^{2*}

¹Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalı,
Aydın, ousmanemariko321@gmail.com, ORCID: 0009-0008-8841-4262

²Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Bitkisel
Biyoteknoloji Anabilim Dalı, Aydın, yelda@adu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-1095-3908

Özet

Deniz yosunu ekstraktları; mineral elementler, amino asitler, polisakkaritler, pigmentler, osmolitler ve düşük düzeylerde bitki büyüme düzenleyicileri gibi biyoaktif bileşikler içeren doğal biyostimülanlardır. Bu derleme çalışmasında, deniz yosunu ekstraktlarının bileşimi ile *in vitro* bitki gelişimi ve doku kültürü uygulamalarındaki etkileri literatür temelinde değerlendirilmiştir. Kahverengi alglerden (Phaeophyta) *Ascophyllum nodosum* ve *Sargassum wightii* ile kırmızı alglerden (Rhodophyta) *Jania rubens* ve *Gracilaria edulis* ekstraktlarının uygun konsantrasyonlarda kültür ortamına ilave edilmesinin çimlenmeyi, sürgün sayısı ve uzamasını, köklenmeyi, biyokütle birikimini ve klorofil içeriğini artırabildiği; bazı çalışmalarda sentetik bitki büyüme düzenleyicilerine duyulan gereksinimi azaltabildiği bildirilmiştir. Domateste (*Solanum lycopersicum*) yapılan *in vitro* çalışmalarda, bazı deniz yosunu ekstraktlarının sürgün uzaması ve köklenmeyi destekleyebildiği ve bazal kallus oluşumunu azaltabildiği görülmüştür. *Nicotiana benthamiana*, *Prunus domestica* ve *Micranthemum tweediei* üzerinde yürütülen çalışmalarda ise ekstrakt türü ve konsantrasyonuna bağlı olarak tomurcuk rejenerasyonu, köklenme, sürgün kümesi gelişimi ve klorofil içeriğinde iyileşmeler bildirilmiştir. Bununla birlikte ekstraktların etkileri alg türüne, ekstraksiyon yöntemine, uygulama dozuna, bitki türüne ve kültür ortamının bileşimine göre değişmektedir. Deniz yosunu ekstraktlarının *in vitro* doku kültürü sistemlerinde daha etkin ve tekrarlanabilir kullanımı için ekstrakt bileşimi, doz ve kültür koşullarını birlikte değerlendiren kontrollü çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Deniz yosunu ekstraktları, *in vitro*, bitki doku kültürü, mikroçoğaltım, bitki gelişimi

THE ROLE OF SEAWEED EXTRACTS IN *IN VITRO* PLANT GROWTH AND TISSUE CULTURE

Graduate Student Ousmane MARIKO¹ / Prof. Dr. Yelda EMEK^{2*}

¹Aydın Adnan Menderes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Agricultural Biotechnology, Aydın, ousmanemariko321@gmail.com, ORCID: 0009-0008-8841-4262

²Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Biotechnology, Division of Plant Biotechnology, Aydın, yelda@adu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-1095-3908

Abstract

Seaweed extracts are natural biostimulants containing mineral elements, amino acids, polysaccharides, pigments, osmolytes and low levels of plant growth regulators and other bioactive compounds. This review evaluates, on the basis of the literature, the composition of seaweed extracts and their effects on plant development and tissue culture applications *in vitro*. Extracts of the brown seaweeds *Ascophyllum nodosum* and *Sargassum wightii* (Phaeophyta), and the red seaweeds *Jania rubens* and *Gracilaria edulis* (Rhodophyta), have been reported to enhance germination, shoot number and elongation, rooting, biomass accumulation and chlorophyll content when added to culture media at appropriate concentrations, and in some studies to reduce the need for synthetic plant growth regulators. In tomato (*Solanum lycopersicum*), *in vitro* studies indicated that some seaweed extracts could support shoot elongation and rooting and reduce basal callus formation. Studies conducted with *Nicotiana benthamiana*, *Prunus domestica* and *Micranthemum tweediei* reported improvements in bud regeneration, rooting, shoot clump development and chlorophyll content depending on the seaweed species and extract concentration. However, the effects of the extracts vary with seaweed species, extraction method, application dose, plant species and culture medium composition. Controlled studies evaluating extract composition, dose and culture conditions together are needed for more effective and reproducible use of seaweed extracts in *in vitro* plant tissue culture systems.

Keywords: Seaweed extracts, *in vitro*, plant tissue culture, micropropagation, plant growth

1. GİRİŞ

Bitki doku kültürü; bitkisel materyallerin aseptik ve kontrollü çevre koşullarında çoğaltılması, üstün genotiplerin muhafazası, klonal homojenliğe sahip bitkiciklerin üretimi ve ikincil metabolit sentezinin yönlendirilmesi amacıyla yaygın olarak kullanılan temel bir biyoteknolojik yaklaşımdır (George, 1993; Neumann vd., 2009; Hussain vd., 2012; Halder vd., 2018). Bu kültür sistemleri; ortam bileşenlerinin hassas biçimde düzenlenmesine, elisitör uygulamalarıyla özel sekonder metabolit hatlarının teşvik edilmesine ve farklı bitki gruplarında organogenez süreçlerinin incelenmesine olanak tanır (Basharat vd., 2021). Günümüzde domates (*Solanum lycopersicum* L.), patlıcan (*Solanum melongena* L.) ve *Plumbago zeylanica* L. gibi ticari ve tıbbi bitkilerin yanı sıra *Anubias barteri* Schott, *Alternanthera reineckii* Briq. ve *Micranthemum tweediei* Speg. gibi akvaryum ve süs bitkilerinde de etkin mikroçoğaltım ve rejenerasyon protokollerinin geliştirilmesine yönelik çalışmalar hızla artmaktadır (Esserti vd., 2017; Vinoth vd., 2019; Kakade vd., 2022; Özcan ve Atar, 2025; Özcan vd., 2026).

Ancak ticari ölçekteki *in vitro* üretimde; temel besin ortamı bileşenleri ile sentetik bitki büyüme düzenleyicilerinin (BBD) yüksek maliyetleri, ticari üretimin ekonomik sürdürülebilirliğini sınırlandıran temel faktörlerden biridir. Yapılan araştırmalar, besin ortamı ve bitki büyüme düzenleyicisi girdilerinin toplam üretim maliyetinin yaklaşık %25–30'unu oluşturabildiğini göstermektedir (Özcan vd., 2026). Ayrıca, sentetik BBD'lerin kullanımı esnasında sürgün tabanında istenmeyen bazal kallus oluşumu gözlelenebilmekte, bu durum köklenme başarısını ve akklimatizasyon oranlarını olumsuz etkileyebilmektedir (Vinoth vd., 2012). Bu sınırlılıkları aşmak amacıyla, bitki gelişimini destekleyen, sentetik BBD gereksinimini azaltan veya tamamen ortadan kaldırabilen doğal ve düşük maliyetli biyostimülan alternatiflerin *in vitro* sistemlere entegrasyonu önem kazanmıştır (du Jardin, 2015; Satish vd., 2015; Yakhin vd., 2017; Kakade vd., 2022).

Doğal biyostimülanlar arasında yer alan deniz yosunu ekstraktları; bünyelerinde barındırdıkları makro ve mikro besin elementleri, amino asitler, yapısal ve depo polisakkaritleri, osmolitler, fenolik bileşikler, pigmentler ve düşük düzeylerde endojen bitki büyüme düzenleyicileri sayesinde *in vitro* kültür ortamları için zengin bir destek kaynağı sunmaktadır (Khan vd., 2009; du Jardin, 2015). Geleneksel olarak kahverengi (Phaeophyta), kırmızı (Rhodophyta) ve yeşil (Chlorophyta) algler şeklinde sınıflandırılan makroalglerden elde edilen bu ekstraktların; eksplant organogenezi, somatik embriyogenez, adventif köklenme ve biyokütle artışı gibi gelişimsel evreleri olumlu etkilediği rapor edilmiştir (Satish vd., 2016; Vinoth vd., 2019). Bunun yanı sıra deniz yosunu kaynaklı bileşenlerin abiyotik stres koşullarında bitki toleransını artırıcı etkileri de bilinmektedir (Mughunth vd., 2024).

Özellikle kahverengi alglerden *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis, *Cystoseira barbata* (Stackhouse) C.Agardh, *Cystoseira myriophylloides* Sauvageau, *Fucus spiralis* L., *Laminaria digitata* (Hudson) J.V.Lamouroux, *Sargassum wightii* Greville ex J.Agardh ve *Turbinaria decurrens* Bory ile kırmızı alglerden *Jania rubens* (L.) J.V.Lamouroux ve *Gracilaria edulis* (S.G.Gmelin) P.C.Silva ekstraktlarının farklı bitki türlerinde *in vitro* çimlenme, sürgün çoğalması, organogenez ve köklenme süreçlerini belirgin biçimde desteklediği gösterilmiştir (Esserti vd., 2017; Shukla vd., 2019; Kaniyassery vd., 2024; Özcan ve Atar, 2025).

Bu doğrultuda bu çalışmasının amacı; deniz yosunu ekstraktlarının bileşimsel özelliklerini ve *in vitro* koşullarda yürütülen bitki gelişimi, tohum çimlenmesi, sürgün rejenerasyonu, mikroçoğaltım ve köklenme üzerindeki etkilerini bütüncül bir yaklaşımla değerlendirmektir. Bu kapsamda temel odak noktası *in vitro* kültür çalışmaları olup, saksı ve sera koşullarında yürütülen abiyotik stres araştırmaları ise mekanizmayı destekleyici ikincil bulgular olarak ele alınmıştır.

2. DENİZ YOSUNU EKSTRAKTLARININ BİLEŞİMİ VE OLASI ETKİ MEKANİZMALARI

Deniz yosunları, bitki gelişimi açısından önemli mineral elementler ve çeşitli biyoaktif bileşikler bakımından zengin doğal kaynaklardır. Deniz yosunu biyokütlesinde kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), sodyum (Na), potasyum (K), demir (Fe), mangan (Mn) ve çinko (Zn) gibi mineral elementlerin yanı sıra protein, amino asit, lipid, vitamin ve yapısal polisakkaritler bulunabilmektedir (Kumar vd., 2009; Heltan vd., 2015; Tuhy vd., 2015). Polisakkaritler ve diğer yapısal bileşikler de deniz yosunu biyokütlesinin önemli bileşenleri arasında yer almaktadır (Heltan vd., 2015).

Deniz yosunlarının biyokimyasal bileşimi mevsimsel ve çevresel koşullara bağlı olarak değişebilmektedir. Protein, karbonhidrat, lipid ve diğer biyokimyasal bileşenlerin miktarlarının farklı mevsimlerde değişiklik gösterebildiği bildirilmiştir (Hanan ve Shima, 2013). Benzer şekilde, *Ulva pertusa* Kjellman ve *Ulva intestinalis* L. türlerinin besinsel ve fizikokimyasal özelliklerinin çevresel ve mevsimsel koşullardan etkilendiği gösterilmiştir (Benjama ve Masniyom, 2011).

Bazı deniz yosunu ekstraktlarında oksinler, sitokininler, giberellinler ve brassinosteroidler gibi bitki büyümesiyle ilişkili bileşiklerin bulunduğu bildirilmiştir (Khan vd., 2009; Stirk vd., 2014). Nitekim *Ecklonia maxima* (Osbeck) Papenfuss kökenli ticari bir ekstrakt olan Kelpak®'ta absisik asit, giberellinler ve brassinosteroidler tespit edilmiştir (Stirk vd., 2014). Bununla birlikte, bu bileşiklerin alg türü, biyokütlenin gelişim dönemi ve ekstraksiyon yöntemine bağlı olarak farklı miktarlarda bulunabileceği dikkate alınmalıdır. Deniz yosunları ayrıca alg grubuna bağlı olarak klorofiller, karotenoidler ve fikobiliproteinler gibi çeşitli pigmentler içerebilmektedir (Chojnacka vd., 2012). Pigmentler ve fenolik bileşikler ise ekstraktların antioksidan

kapasitesine katkı sağlayabilecek bileşenler olarak değerlendirilmektedir (Chojnacka vd., 2012; Mughunth vd., 2024).

Ekstrakt bileşimi; alg türü, coğrafi kaynak, hasat zamanı, ekstraksiyon yöntemi, sterilizasyon işlemi ve uygulama dozuna bağlı olarak değişebilmektedir (Shukla vd., 2019). Aynı alg türünden elde edilen farklı ekstraktların bitkilerde farklı gen ifadesi profilleri oluşturabildiği gösterilmiştir (Goñi vd., 2016). Bu nedenle aynı türden elde edilen ekstraktların aynı biyolojik sonucu vermeyebileceği dikkate alınmalıdır. Bazı çalışmalarda ekstraktlar ısıtılı işlemler kullanılarak hazırlanırken, bazı çalışmalarda ticari ekstraktlardan yararlanılmıştır (Vinoth vd., 2012; Faize vd., 2021; Özcan vd., 2026). Ancak ısıtılı işlemlerin ekstraktlardaki ısıya duyarlı bileşenler ve bunların biyolojik etkinliği üzerindeki etkisi çoğu çalışmada ayrıca değerlendirilmemiştir. Bu durum, farklı çalışmalar arasında sonuçların karşılaştırılmasını ve deniz yosunu ekstraktlarının *in vitro* kültür sistemlerindeki etkilerinin tekrarlanabilir biçimde yorumlanmasını güçleştirebilmektedir.

Deniz yosunu ekstraktlarının kültür ortamındaki olası işlevleri, içerdikleri mineral elementler ve biyoaktif bileşenlerin özellikleri temelinde değerlendirilebilir. Nitekim *J. rubens* ekstraktı içeren ve daha düşük yoğunlukta hazırlanan Murashige ve Skoog (MS) ortamlarında *M. tweediei* için yüksek mikroçoğaltım başarıları elde edildiği bildirilmiştir (Özcan vd., 2026). Deniz yosunu kökenli polisakkaritlerin bitkilerde stres yanıtlarıyla ilişkili süreçlerde rol oynayabildiği ve bazı türlerde çimlenme, organogenez ve adventif kök oluşumunu destekleyebildiği gösterilmiştir (Zou vd., 2018; Liu vd., 2019; Kaniyassery vd., 2024).

Bununla birlikte, bu mekanizmalar çoğunlukla ekstrakt bileşimine dayalı olası açıklamalar olup, *in vitro* çalışmaların çoğunda mineral elementlerin, polisakkaritlerin, fenolik bileşiklerin veya büyüme düzenleyici bileşiklerin etkileri bağımsız olarak test edilmemiş, yüksek dozların ise bazı bitki türlerinde sürgün gelişimini sınırlayabildiği bildirilmiştir (Esserti vd., 2017; Özcan vd., 2026); bu nedenle ekstraktların etkisi, tek bir bileşenden ziyade bu bileşenlerin birlikte oluşturduğu etkileşimlerin sonucu olarak değerlendirilmelidir.

3. DENİZ YOSUNU EKSTRAKTLARININ *IN VITRO* BİTKİ GELİŞİMİ VE MİKROÇOĞALTIM ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Deniz yosunu ekstraktları, içerdikleri doğal fitohormonlar, mineraller, osmolitler ve biyoaktif bileşikler sayesinde *in vitro* doku kültürü ortamlarında doğal biyostimulan olarak kullanılabilir. Deniz yosunu ekstraktlarının bitki mikroçoğaltımındaki etkileri; sürgün indüksiyonu ve uzaması, köklenme, somatik embriyogenez, organogenez ve aklimatizasyon başlıklarında incelenmiştir (Carmo vd., 2021). Bu ekstraktlar; büyümenin desteklenmesi, rejenerasyon, organogenez, adventif kök oluşumu ve köklenme süreçlerinin iyileştirilmesi amacıyla besi ortamına katkı maddesi olarak değerlendirilmektedir. Ancak *A. nodosum* gibi deniz

yosunlarının bileşimi ve biyolojik etkinliği; kullanılan biyokütlenin kaynağına, hasat zamanına ve ekstraksiyon yöntemine bağlı olarak değişebilmektedir. Bu nedenle *in vitro* uygulamalarda uygun ekstrakt konsantrasyonunun bitki türüne göre deneysel olarak belirlenmesi büyük önem taşımaktadır (Shukla vd., 2019). Kaniyassery vd. (2024), *Turbinaria decurrens* kaynaklı fucoidan fraksiyonlarının parmak darısı ve patlıcanda tohum çimlenmesi, fide gelişimi, organogenez ve adventif kök oluşumu üzerindeki etkilerini incelemiştir. Bulgular, deniz yosunu ekstraktlarının karmaşık sıvı ekstraktların yanı sıra belirli polisakkarit fraksiyonları biçiminde de değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Faize vd. (2021), deniz yosunu ekstraktının (*A. nodosum*), *Nicotiana benthamiana* Domin ve erik (*Prunus domestica* L.) türlerinde *in vitro* koşullarda organogenez, mikroçoğaltım ve rizogenez süreçlerini optimize edebilen doğal bir biyostimülan olarak işlev gördüğünü bildirmiştir. *N. benthamiana* türünde, besi ortamına 5 ila 100 mg/L ekstrakt eklenmesi tomurcuk rejenerasyon oranını %100'e yaklaştırmakta ve eksplant başına oluşan tomurcuk sayısını 3,5 ila 6,5 kat artırmaktadır. Ekstraktın tek başına besin ortamının yerini tamamen alamamasına karşın, ½ MS ortamı ile kombinasyonu sürgün uzunluğunu belirgin şekilde artırmakta ve kök gelişimini teşvik etmektedir. Erikte (*P. domestica*) ise sentetik büyüme düzenleyicileri ile kombine edilen 100 ila 150 mg/L ekstrakt ilavesi eksplant boyutunu büyütme ve tomurcuk rejenerasyon oranını %66'dan %88'e çıkarmaktadır. Ayrıca sentetik hormonların yerine tamamen kullanıldığında, 150 mg/L dozundaki ekstrakt köklenme oranını %15'ten %50'ye yükselterek ve oluşan kök sayısını artırarak rizogenez güçlü bir şekilde uyarmaktadır. Kromatografik analizler, bu etkinin doğrudan yüksek miktarda fitohormon girdisinden ziyade, ekstraktın bitkinin içsel (endojen) hormon metabolizmasını düzenleme yeteneğinden ve başta glutamik asit (> %0,9) ile aspartik asit (> %0,6) olmak üzere temel öncül amino asitler bakımından zenginliğinden kaynaklandığını ortaya koymaktadır (Faize vd., 2021).

Esserti vd. (2017) tarafından *N. benthamiana* yaprak disklerinden adventif sürgün rejenerasyonunda kahverengi alg ekstraktlarının etkisi incelenmiştir. %25 *C. myriophylloides* ekstraktı ile %25 MS ortamının birlikte kullanılması, geleneksel rejenerasyon ortamına kıyasla rejenerasyon düzeyini yaklaşık 6,2 katına çıkarmıştır. *F. spiralis* ve *L. digitata* ekstraktlarıyla ise yaklaşık 5 katlık artış bildirilmiştir. Ekstrakt oranı %50'ye çıkarıldığında yalnızca *C. myriophylloides* uygulamasında anlamlı artış devam etmiştir. Bu bulgular doğrudan adventif sürgün rejenerasyonuna aittir ve somatik embriyogenez sonuçlarıyla karıştırılmamalıdır (Esserti vd., 2017).

Satish vd. (2015), patlıcanın hipokotil ve yaprak disklerinden *in vitro* kitle çoğaltımında deniz yosunu sıvı ekstraktlarını ve bitki büyüme düzenleyicilerini birlikte değerlendirmiştir. Çalışmada ekstraktların sürgün

rejenerasyonu, sürgün çoğalması ve köklenme üzerindeki etkilerinin kullanılan ekstrakt türüne ve bitki büyüme düzenleyicisi kombinasyonuna bağlı olarak değiştiği bildirilmiştir.

Özcan ve Atar (2025), *Anubias barteri* ve *Alternanthera reineckii* gibi akvaryum bitkilerinin *in vitro* çoğaltımında deniz yosunu ekstraktlarının etkisini değerlendirmiştir. Bu çalışma, deniz yosunu ekstraktlarının yalnızca tarımsal ve tıbbi bitkilerde değil, akvaryum ve süs bitkilerinin mikroçoğaltımında da kullanılabileceğini göstermektedir.

Özcan vd. (2026) tarafından gerçekleştirilen çalışmada ise iki farklı deniz makroalg türü olan kırmızı alg *J. rubens* ve kahverengi alg *C. barbata* ekstraktlarının, önemli bir akvaryum/su bitkisi olan *M. tweediei* (Monte Carlo) üzerindeki *in vitro* mikroçoğaltım, köklenme ve klorofil miktarı üzerindeki biyostimülan etkileri sentetik bitki büyüme düzenleyicileri hiç kullanılmadan değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, morfogenetik gelişim açısından yarı güçteki MS ortamına (2 g/L) eklenen %5 oranındaki *J. rubens* ekstraktının en etkili uygulama olduğunu göstermiştir; bu uygulama kontrol grubuna kıyasla sürgün kümesi çapını %47 (5,18 cm), köklenme oranını %173 (%92,4), taze ağırlığı %108 (3,60 g) ve klorofil a (%84 artış), klorofil b (%115 artış) ile toplam klorofil (%87 artış) seviyelerini belirgin şekilde artırmıştır. Buna karşılık *C. barbata* ekstraktı maksimum etkinliğine tam güçteki MS ortamında (4 g/L) %10 konsantrasyonda ulaşmış; 5,11 cm küme çapı, %42,8 köklenme oranı ve belirgin şekilde daha yüksek bir biyokütle (7,37 g taze ağırlık ve 0,59 g kuru ağırlık) elde edilmesini sağlamıştır. Yüksek ekstrakt konsantrasyonunun (%20) ise içerdiği yüksek fenolik bileşikler nedeniyle sürgünlerde kararmaya yol açarak büyüme üzerinde baskılayıcı bir etki yarattığı saptanmıştır. Tepki yüzeyi yöntemi (RSM) analizleri, MS ortamı konsantrasyonunun temel olarak bitki biyokütlesi ve pigmentasyonu düzenlediğini, alg türü ve konsantrasyonunun ise sürgün kümesi çapı ile köklenmeyi kontrol ettiğini göstermiştir (Özcan vd., 2026).

Vinoth vd. (2012), domates (*S. lycopersicum*, Co-3 çeşidi) ile yürüttükleri *in vitro* çalışmada *G. edulis* ve *S. wightii* ekstraktlarının çimlenme, sürgün oluşumu, sürgün uzaması ve köklenme üzerindeki etkilerini incelemiştir. Araştırmacılar, uygun konsantrasyonlarda (örneğin %20) ekstrakt içeren ortamda tohumların tamamının (%100) çimlendiğini, ekstrakt içermeyen MS kontrol ortamında ise çimlenme oranının %80 olduğunu bildirmiştir. Aynı çalışmada çift kotiledon nodal eksplantlarda kontrol ortamında eksplant başına 2 sürgün oluşurken, %30 *S. wightii* ekstraktı eklenen ortamda yaklaşık 4,8, %30 *G. edulis* ekstraktı eklenen ortamda ise 3,5 sürgün elde edildiği belirlenmiştir. Çoklu sürgün oluşumunda en yüksek değer, sentetik büyüme düzenleyicilerinin birlikte kullanıldığı 1,5 mg/L thidiazuron (TDZ) ve 1,5 mg/L indol-3-bütirik asit (IBA) kombinasyonunda (eksplant başına 23,5 sürgün) saptanmıştır. Buna karşın sürgün uzaması %30 *G. edulis* içeren

ortamda 15,2 cm ile, kök gelişimi ise %50 *S. wightii* içeren ortamda 16,1 cm ile en yüksek düzeye ulaşmış; ekstraktlar sürgün uzaması ve köklenmenin tek basamakta gerçekleşmesine olanak sağlamıştır. Araştırmacılar, TDZ × IBA ve deniz yosunu ekstraktlarının birlikte kullanıldığı uygulamalarda bazal kallus oluşmadan sağlıklı bitkiler elde edildiğini, şeffaf plastik kaplarla örtülerek büyütme odasında sertleştirilen bitkiciklerde hayatta kalma oranının %70'ten %85'e yükseldiğini ve ekstraktların sentetik büyüme düzenleyicilerine alternatif olabileceğini belirtmiştir (Vinoth vd., 2012). Anbazhakan vd. (2022), *Ceropegia maculata*'da *Ulva lactuca*, *Caulerpa scalpelliformis* ve *Sargassum wightii* ekstraktlarının *in vitro* sürgün uzaması ve köklenme üzerindeki etkilerini incelemiştir. Özellikle *Sargassum wightii* ekstraktının belirli dozda kök sayısını ve sürgün gelişimini artırdığı, ayrıca *in vitro* elde edilen sürgünlerin *ex vitro* köklendirme açısından da değerlendirildiği bildirilmiştir.

Vinoth vd. (2019), domateste (*S. lycopersicum*) yaprak eksplantlarından *in vitro* rejenerasyon protokolünde bitki büyüme düzenleyicileri, organik elisitörler, poliaminler ve deniz yosunu ekstraktlarını birlikte değerlendirmiş ve ekstraktlarda 1-naftalenasetik asit (NAA) ve izopentenil adenin gibi büyüme düzenleyicilerinin bulunduğunu bildirmiştir.

Vinoth vd. (2014) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, domates (*S. lycopersicum*, Co-3 çeşidi) yaprak eksplantlarından somatik embriyogenez protokolünün optimizasyonunda bitki büyüme düzenleyicileri ile yeşil alg *Caulerpa scalpelliformis* (R.Brown ex Turner) C.Agardh ve kırmızı alg *Gracilaria corticata* (J.Agardh) J.Agardh ekstraktlarının biyostimulan etkileri incelenmiştir. Gevşek (friable) embriyojenik kallus indüksiyonunda en yüksek başarı, 0,6 mg/L pikloram ve 0,3 mg/L kinetin kombinasyonu ile %97,8 oranında elde edilmiştir. Sıvı kültür ortamına %10 oranında *C. scalpelliformis* veya *G. corticata* ekstraktı eklenmesi, embriyo gelişim evrelerini (globüler, kalp, torpido ve kotiledon aşamaları) yalnızca sentetik hormon içeren kontrol ortamına kıyasla belirgin şekilde artırmıştır. Özellikle %10 *C. scalpelliformis* ekstraktı içeren ortamda maksimum sayıda globüler (63,2/mL), kalp (36,9/mL), torpido (20,4/mL) ve kotiledon (8,1/mL) aşamasında embriyo gelişmiştir. Somatik embriyoların olgunlaşmasında %15 *C. scalpelliformis* ekstraktı kullanımı %7,2 ile en yüksek olgunlaşma oranını sağlarken (sentetik giberellik asit (GA₃) de bu oran %5,2'de kalmıştır), %10 *C. scalpelliformis* içeren çimlenme ortamı sürgün ve kök gelişimini başarıyla tamamlamıştır. İklim odasından seraya aktarılan fidelerde %90 hayatta kalma oranı elde edilmiş; HPLC analizleri ise kullanılan alg ekstraktlarında doğal büyüme düzenleyicileri olan 6-benzilaminopürin (BAP) ve indol-3-bütirik asit (IBA) varlığını doğrulamıştır (Vinoth vd., 2014).

Satish vd. (2016), parmak darısında (*Eleusine coracana*) deniz yosunu sıvı ekstraktlarının somatik embriyogenez ve bitki rejenerasyonu üzerindeki etkilerini incelemiştir. Çalışmada *Gracilaria edulis* ve *Padina boergesenii* ekstraktlarının embriyo gelişimini ve rejenerasyonu destekleyebildiği, ayrıca rejenerasyon sonrası bitkiciklerde genetik sadakatin değerlendirildiği bildirilmiştir. Bu çalışma, deniz yosunu ekstraktlarının yalnızca çoğaltım başarısı değil, elde edilen bitkilerin genetik kararlılığı bakımından da incelenmesi gerektiğini göstermektedir.

Kakade vd. (2022), *Sargassum ilicifolium* ekstraktının *Plumbago zeylanica*'da *in vitro* tohum çimlenmesi, mikroçoğaltım ve plumbagin birikimi üzerindeki etkisini incelemiştir. Çalışma, deniz yosunu ekstraktlarının yalnızca sürgün ve kök gelişimini değil, aynı zamanda tıbbi bitkilerde sekonder metabolit birikimini de etkileyebileceğini göstermektedir.

Bu çalışmalar, deniz yosunu ekstraktlarının *in vitro* koşullarda sürgün oluşumu, köklenme, rejenerasyon ve somatik embriyogenez gibi süreçleri olumlu yönde etkileyebildiğini ve sentetik büyüme düzenleyicilerine alternatif ya da tamamlayıcı bir biyostimülan olarak kullanılabileceğini göstermektedir; ancak etkinin alg türüne, ekstrakt konsantrasyonuna, uygulama yöntemine ve bitki türüne bağlı olarak değiştiği, yüksek dozların ise büyümeyi baskılayabildiği de dikkate alınmalıdır.

4. DESTEKLEYİCİ BULGULAR VE SINIRLILIKLAR

4.1. Abiyotik Stres Çalışmaları

Ali vd. (2019), ticari *A. nodosum* ekstraktının domates ve tatlı biberde sera ve tarla koşullarındaki etkilerini incelemiştir. Yaprak uygulaması şeklinde verilen ekstraktın bitki boyu, yaprak sayısı, kuru biyokütle, kök uzunluğu ve klorofil içeriğini artırdığı; ayrıca bazı fungal ve bakteriyel hastalıkların şiddetini azalttığı bildirilmiştir. Bu bulgular, deniz yosunu ekstraktlarının *in vitro* doku kültüründen farklı olarak, yetişkin bitkilerde büyüme ve savunma yanıtlarını da düzenleyebileceğini göstermektedir (Ali vd., 2019). Keskin ve Erkoyuncu (2025), aspir (*Carthamus tinctorius* L., Dinçer çeşidi) bitkisinde iklim odasında saksı koşullarında yürüttükleri çalışmada, 0–200 mM sodyum klorür (NaCl) stresi altında yapraktan uygulanan *Ascophyllum nodosum* ekstraktının (ANE; 0, 2, 4 ve 6 g/L) büyüme ve bitki besin elementi içeriği üzerindeki etkilerini incelemiştir. Araştırmacılar, tuz dozu arttıkça büyüme parametrelerinde genel olarak azalma görüldüğünü; ekstrakt uygulamasıyla kök ve sürgün uzunluğu ile taze ve kuru ağırlıkların genel olarak arttığını ve ekstrakt tuzluluğun olumsuz etkilerini azalttığını bildirmiştir. Kök ve sürgün taze ağırlığı bakımından en iyi sonuç 50 mM NaCl $\times$ 2 g/L ekstrakt uygulamasında (sırasıyla 1,08 g ve 6,47 g) elde edilmiştir. Buna karşın bağıl su içeriği tuz dozu arttıkça azalmış (kontrolde %83,12; 200 mM NaCl'de %47,42) ve ekstrakt uygulamasının bu

parametre üzerinde olumlu bir etkisi saptanmamıştır. Araştırmacılar ayrıca ekstrakt dozu arttıkça sürgünde K ve Mg, kökte ise Ca, Cu ve Mg içeriklerinin arttığını belirtmiş; bitki besin elementi içeriği için 4 g/L, morfolojik özellikler için ise 6 g/L dozunun uygun olabileceğini, ancak bu dozların tarla koşullarında doğrulanması gerektiğini vurgulamıştır.

Krid vd. (2023), domates bitkilerinde 50 mM NaCl stresi altında %2 *J. rubens* ekstraktı uygulamasının kök ve gövde uzunluğunu, taze ağırlığı ve klorofil miktarını artırdığını belirlemiştir. Araştırmacılar, aynı uygulamanın süperoksit dismutaz (SOD), glutatyon peroksidaz (GPx) ve glutatyon S-transferaz (GST) gibi antioksidan enzim aktivitelerini artırarak stres hasarının azaltılmasına katkı sağladığını bildirmiştir.

Shahzad vd. (2023), pirinç (*Oryza sativa* L.) bitkilerinde 200 mM NaCl stresi altında ANE uygulamasının biyokütle, klorofil ve karotenoid içeriklerini iyileştirdiğini göstermiştir. Araştırmacılar, aynı uygulamanın malondialdehit (MDA) birikimini azaltırken SOD ve katalaz (CAT) aktiviteleri ile prolin ve flavonoid metabolizmasını desteklediğini bildirilmiştir.

Genel olarak bu çalışmalar, deniz yosunu ekstraktlarının tuzluluk gibi abiyotik stres koşullarında bitkilerin büyüme, pigment birikimi ve antioksidan savunma mekanizmalarını destekleyebileceğini göstermektedir. Bununla birlikte, ekstraktların etkisi kullanılan alg türüne, uygulama dozuna, ekstraksiyon yöntemine ve bitki türüne göre değişebilmektedir. Doz ve ekstrakt bileşimi bakımından standardizasyonun yetersiz olması, yüksek konsantrasyonlarda toksisite riskinin bulunması ve çalışmaların farklı deney koşullarında yürütülmesi, sonuçların doğrudan karşılaştırılmasını güçleştirmektedir. Bu nedenle deniz yosunu ekstraktlarının abiyotik stres toleransındaki rolünün standartlaştırılmış protokoller ve kontrollü deney tasarımlarıyla doğrulanması gerekmektedir. *In vitro* ortamdan dış koşullara aktarım bakımından Kowalski vd. (1999), patates bitkiciklerinde deniz yosunu konsantrasyonunun etkisini incelemiştir. Kültür ortamına %0,25 oranında deniz yosunu konsantrasyonu eklenmesi, bitkiciklerin kalitesini ve sera koşullarına uyumunu olumlu yönde etkilemiştir. Bununla birlikte, deniz yosunu konsantrasyonunun etkisi mikroçoğaltım protokolünün uygulama aşamasına bağlı olarak değişmiş; özellikle ikinci bir kesim işleminin uygulandığı koşullarda aynı olumlu etki gözlenmemiştir. Bu sonuç, deniz yosunu ekstraktlarının aklimatizasyon başarısını artırabileceğini, ancak etkinin her bitki türü ve mikroçoğaltım protokolü için aynı olmayabileceğini göstermektedir (Kowalski vd., 1999).

4.2. Çalışmaların Sınırlılıkları ve Eksik Kalan Noktalar

İncelenen araştırmalar arasında ekstrakt dozları farklı birimlerle (% , mg/L, g/L) verilmekte, ekstraktlar farklı yöntemlerle (kaynatma, otoklavlama, ticari ekstrakt) hazırlanmakta ve biyokimyasal açıdan standardize edilmemektedir; bu durum sonuçların doğrudan karşılaştırılmasını sınırlamaktadır.

Ekstrakt ilavesinin ortam pH'sı, ozmotik potansiyeli ve toplam besin yoğunluğu üzerindeki etkileri çoğu çalışmada ayrıca tartışılmamıştır. Ekstraktın kendisinin gösterdiği spesifik biyostimülan etki ile ortama ilave olarak taşınan mineral veya karbon kaynaklarının etkisi birbirinden ayrılmamıştır. Bu açıdan Özcan vd. (2026) faktöriyel tasarım ile MS ortam yoğunluğunu ve ekstrakt konsantrasyonunu birlikte değerlendirmiş ve MS yoğunluğunun biyokütle ve klorofil için en etkili faktör olduğunu göstermiştir.

Yüksek dozlarda büyüme geriliği veya toksisite ise birçok çalışmada gözlenmiştir: %100 ekstraktta çimlenmenin azalması (Vinoth vd., 2012), %20 ekstraktta sürgünlerde esmerleşme ve köklenmenin %0'a düşmesi (Özcan vd., 2026) buna örnektir. Bu olumsuz etkiler yüksek fenolik bileşik konsantrasyonu veya yüksek ozmotik yük ile ilişkilendirilmiş (Esserti vd., 2017; Özcan vd., 2026), ancak altında yatan hücresel mekanizma çoğunlukla deneysel olarak doğrulanmamıştır.

Akklimatizasyon ve *in vitro* üretilen bitkiciklerin dış koşullara aktarım sonuçları sınırlı sayıda çalışmada verilmiştir; örneğin domateste hayatta kalma oranı %70'ten %85'e yükselmiş (Vinoth vd., 2012), *M. tweediei* bitkicikleri ise akvaryum koşullarına kolaylıkla uyum sağlamıştır (Özcan vd., 2026).

5. SONUÇ VE GELECEK PERSPEKTİFLER

Deniz yosunu ekstraktları, uygun alg türü ve konsantrasyonlarda kullanıldığında *in vitro* çimlenme, sürgün gelişimi, rejenerasyon, köklenme, biyokütle birikimi ve klorofil içeriğini destekleyebilen doğal biyostimülanlar olarak değerlendirilebilir. Bununla birlikte ekstraktların etkinliği; hedef bitki türüne, kullanılan alg türüne, ekstraksiyon yöntemine, uygulama dozuna ve temel kültür ortamının bileşimine bağlı olarak değişmektedir. Bu nedenle deniz yosunu ekstraktlarının sentetik bitki büyüme düzenleyicilerinin evrensel bir alternatifi olmadığı; ancak belirli mikroçoğaltım protokollerinde tamamlayıcı veya kısmi bir alternatif olarak kullanılabileceği sonucuna varılmaktadır. Elde edilen sonuçlar yalnızca ilgili bitki türü, alg türü ve çalışılan doz aralığı dikkate alınarak yorumlanmalıdır.

Destekleyici nitelikteki kuraklık ve tuzluluk çalışmaları, özellikle *Ascophyllum nodosum* kökenli ekstraktların bitkilerde su dengesinin korunmasına, kök gelişiminin desteklenmesine ve bazı fizyolojik ve biyokimyasal savunma mekanizmalarının düzenlenmesine katkı sağlayabileceğini göstermektedir. Bununla birlikte, bu *in vivo* bulguların *in vitro* doku kültürü koşullarındaki etkilerle doğrudan eşdeğer olmadığı göz önünde bulundurulmalıdır.

Gelecekte farklı bitki türleri için uygun ekstrakt tipini ve konsantrasyonunu belirlemeye yönelik faktöriyel ve kontrollü çalışmalar yürütülmelidir. Bu çalışmalarda ekstrakt bileşimi, uygulama dozu, temel kültür ortamının yoğunluğu ve kültür koşulları birlikte değerlendirilmelidir. Ayrıca ekstraktların standardizasyonu, otoklavlama

ve sterilizasyon işlemlerinin biyoaktif bileşenler üzerindeki etkisi, aklimatizasyon başarısı ve mikroçoğaltım yoluyla elde edilen bitkilerde genetik stabilitenin moleküler markörlerle doğrulanması öncelikli araştırma konuları arasında yer almalıdır. Bu çalışmalar, deniz yosunu ekstraktlarının bitki doku kültüründe daha güvenilir ve tekrarlanabilir biçimde kullanılmasına ve yeni mikroçoğaltım protokollerinin geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Ali, O., Ramsubhag, A., & Jayaraman, J. (2019). Biostimulatory activities of *Ascophyllum nodosum* extract in tomato and sweet pepper crops in a tropical environment. *PLOS ONE*, 14(5), e0216710. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0216710>
- Anbazzhakan, R., Parthibhan, S., & Senthil Kumar, T. (2022). Effect of seaweeds extract and plant growth regulators on high-frequency in vitro regeneration and ex-vitro rooting of *Ceropegia maculata* Bedd.: An endemic species of Southern Western Ghats. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 151(2), 293–306. <https://doi.org/10.1007/s11240-022-02352-y>
- Basharat, S., Huang, Z., Gong, M., Lv, X., Ahmed, A., Hussain, I., Li, J., Du, G., & Liu, L. (2021). A review on current conventional and biotechnical approaches to enhance biosynthesis of steviol glycosides in *Stevia rebaudiana*. *Chinese Journal of Chemical Engineering*, 30, 92–104. <https://doi.org/10.1016/j.cjche.2020.10.018>
- Benjama, O., & Masniyom, P. (2011). Nutritional composition and physicochemical properties of two green seaweeds (*Ulva pertusa* and *U. intestinalis*) from the Pattani Bay in Southern Thailand. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 33, 575–583.
- Carmo, L. P., Moura, C. W. N., & Lima-Brito, A. (2021). Effects of seaweed extracts on the in vitro multiplication of plants. In *Biostimulants for crops from seed germination to plant development: A practical approach* (pp. 211–230). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823048-0.00016-2>
- Chojnacka, K., Saeid, A., Witkowska, Z., & Tuhy, L. (2012). Biological active compounds in seaweeds extracts—the prospects for the application. *Open Conference Proceedings Journal*, 3, 20–28. <https://doi.org/10.2174/1876326X01203020020>
- du Jardin, P. (2015). Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*, 196, 3–14. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021>
- Esserti, S., Faize, M., Rifai, L. A., Smaili, A., Belfaiza, M., Faize, L., Albuquerque, N., Burgos, L., Koussa, T., & Makroum, K. (2017). Media derived from brown seaweeds *Cystoseira myriophylloides* and *Fucus spiralis* for in vitro plant tissue culture. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 128, 437–446. <https://doi.org/10.1007/s11240-016-1121-3>

- Faize, M., Faize, L., Burgos, L., Critchley, A. T., & Albuquerque, N. (2021). Application of *Ascophyllum nodosum*-based soluble extract on micropropagation and regeneration of *Nicotiana benthamiana* and *Prunus domestica*. *Plants*, 10(7), 1354. <https://doi.org/10.3390/plants10071354>
- George, E. F. (1993). *Plant propagation by tissue culture: Part 1. The technology*. Exegetics Limited.
- Goñi, O., Fort, A., Quille, P., McKeown, P. C., Spillane, C., & O'Connell, S. (2016). Comparative transcriptome analysis of two *Ascophyllum nodosum* extract biostimulants: Same seaweed but different. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 64, 2980–2989. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.6b00621>
- Halder, M., Roychowdhury, D., & Jha, S. (2018). A critical review on biotechnological interventions for production and yield enhancement of secondary metabolites in hairy root cultures. In V. Srivastava, S. Mehrotra, & S. Mishra (Eds.), *Hairy roots* (pp. 21–44). Springer.
- Hanan, M. K., & Shimaa, M. E. (2013). Seasonal variations in the biochemical composition of some common seaweed species from the coast of Abu Qir Bay, Alexandria, Egypt. *Oceanologia*, 55, 435–452. <https://doi.org/10.5697/oc.55-2.435>
- Heltan, M. M., Wakibia, J. G., Kenji, G. M., & Mwasaru, M. A. (2015). Chemical composition of common seaweeds from the Kenya Coast. *Journal of Food Research*, 4, 28–38. <https://doi.org/10.5539/jfr.v4n6p28>
- Hussain, A., Ahmed, I., Nazir, H., & Ullah, I. (2012). Plant tissue culture: Current status and opportunities. In A. Leva & L. M. R. L. Rinaldi (Eds.), *Recent advances in plant in vitro culture* (pp. 1–28). InTech.
- Kakade, P. S., Zimare, S. B., & Malpathak, N. P. (2022). Effects of *Sargassum ilicifolium* seaweed extract on enhanced in vitro seed germination, mass propagation, and accumulation of plumbagin in *Plumbago zeylanica* L. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 149, 399–410. <https://doi.org/10.1007/s11240-022-02242-3>
- Kaniyassery, A., Thorat, S. A., Shanthi, N., Tantry, S., Sudhakar, M. P., Arunkumar, K., & Muthusamy, A. (2024). In vitro plant growth promoting effect of fucoidan fractions of *Turbinaria decurrens* for seed germination, organogenesis, and adventitious root formation in finger millet and eggplant. *Journal of Plant Growth Regulation*, 43, 283–298. <https://doi.org/10.1007/s00344-023-11084-y>
- Keskin, N. Ç., & Erkoyuncu, M. T. (2025). Effect of *Ascophyllum nodosum* seaweed extract on growth and elemental nutrient composition of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under salt stress. *Turkish Journal of Agriculture—Food Science and Technology*, 13(5), 1169–1181. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v13i5.1169-1181.7434>

- Khan, W., Rayirath, U. P., Subramanian, S., Jithesh, M. N., Rayorath, P., Hodges, D. M., Critchley, A. T., Craigie, J. S., Norrie, J., & Prithiviraj, B. (2009). Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. *Journal of Plant Growth Regulation*, 28, 386–399. <https://doi.org/10.1007/s00344-009-9103-x>
- Kowalski, B., Jäger, A. K., & Van Staden, J. (1999). The effect of a seaweed concentrate on the in vitro growth and acclimatization of potato plantlets. *Potato Research*, 42, 131–139. <https://doi.org/10.1007/BF02358403>
- Krid, A., El Hallabi, M., Ennoury, A., Nhhala, N., Aberkani, K., Nhiri, M., & Hassani Zerrouk, M. (2023). The potential of seaweed extracts as a biostimulant for improving salt stress tolerance of *Solanum lycopersicum* L. *South African Journal of Botany*, 161, 305–316.
- Kumar, N. J. L., Kumar, R. N., Patel, K., Viyol, S., & Bhoi, R. (2009). Nutrient composition and calorific value of some seaweeds from Bet Dwarka, west coast of Gujarat, India. *Our Nature*, 7, 18–25.
- Liu, H., Chen, X., Song, L., Li, K., Zhang, X., Liu, S., Qin, Y., & Li, P. (2019). Polysaccharides from *Grateloupia filicina* enhance tolerance of rice seeds (*Oryza sativa* L.) under salt stress. *International Journal of Biological Macromolecules*, 124, 1197–1204. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.11.270>
- Mughunth, R. J., Velmurugan, S., Mohanalakshmi, M., & Vanitha, K. (2024). A review of seaweed extract's potential as a biostimulant to enhance growth and mitigate stress in horticulture crops. *Scientia Horticulturae*, 334, 113312. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2024.113312>
- Neumann, K.-H., Kumar, A., & Imani, J. (2009). *Plant cell and tissue culture: A tool in biotechnology*. Springer-Verlag.
- Özcan, E., & Atar, H. H. (2025). Seaweed extracts enhance in vitro propagation of aquatic macrophytes *Anubias barteri* var. *nana* (Engl.) Crusio and *Alternanthera reineckii* Briq. *South African Journal of Botany*, 186, 24–36. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2025.08.040>
- Özcan, E., Ali, S. A., Asim, M., & Atar, H. H. (2026). Biostimulant effect of seaweed extracts on micropropagation of important ground macrophyte *Micranthemum tweediei* and data-driven insights using machine learning and response surface regression. *Aquaculture International*, 34, 42. <https://doi.org/10.1007/s10499-026-02442-0>
- Satish, L., Rameshkumar, R., Rathinapriya, P., Pandian, S., Rency, A. S., Sunitha, T., & Ramesh, M. (2015). Effect of seaweed liquid extracts and plant growth regulators on in vitro mass propagation of brinjal

- (*Solanum melongena* L.) through hypocotyl and leaf disc explants. *Journal of Applied Phycology*, 27, 993–1002. <https://doi.org/10.1007/s10811-014-0375-6>
- Satish, L., Rathinapriya, P., Rency, A. S., Ceasar, S. A., Pandian, S., Rameshkumar, R., & Ramesh, M. (2016). Somatic embryogenesis and regeneration using *Gracilaria edulis* and *Padina boergesenii* seaweed liquid extracts and genetic fidelity in finger millet (*Eleusine coracana*). *Journal of Applied Phycology*, 28, 2083–2098. <https://doi.org/10.1007/s10811-015-0696-0>
- Shahzad, R., Harlina, P. W., Gallego, P. P., Flexas, J., Ewas, M., Leiwen, X., & Karuniawan, A. (2023). The seaweed *Ascophyllum nodosum*-based biostimulant enhances salt stress tolerance in rice (*Oryza sativa* L.) by remodeling physiological, biochemical, and metabolic responses. *Journal of Plant Interactions*, 18(1), 2266514.
- Shukla, P. S., Mantin, E. G., Adil, M., Bajpai, S., Critchley, A. T., & Prithiviraj, B. (2019). *Ascophyllum nodosum*-based biostimulants: Sustainable applications in agriculture for the stimulation of plant growth, stress tolerance, and disease management. *Frontiers in Plant Science*, 10, 655. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00655>
- Stirk, W. A., Tarkowská, D., Turečová, V., Strnad, M., & Van Staden, J. (2014). Abscisic acid, gibberellins and brassinosteroids in Kelpak®, a commercial seaweed extract made from *Ecklonia maxima*. *Journal of Applied Phycology*, 26, 561–567. <https://doi.org/10.1007/s10811-013-0062-z>
- Tuhy, Ł., Samoraj, M., Basadynska, S., & Chojnacka, K. (2015). New micronutrient fertilizer biocomponents based on seaweed biomass. *Polish Journal of Environmental Studies*, 24, 2213–2221. <https://doi.org/10.15244/pjoes/39552>
- Vinoth, S., Gurusaravanan, P., & Jayabalan, N. (2012). Effect of seaweed extracts and plant growth regulators on high-frequency in vitro mass propagation of *Lycopersicon esculentum* L. (tomato) through double cotyledonary nodal explant. *Journal of Applied Phycology*, 24, 1329–1337. <https://doi.org/10.1007/s10811-011-9717-9>
- Vinoth, S., Gurusaravanan, P., & Jayabalan, N. (2014). Optimization of somatic embryogenesis protocol in *Lycopersicon esculentum* L. using plant growth regulators and seaweed extracts. *Journal of Applied Phycology*, 26, 1527–1537.

- Vinoth, S., Gurusaravanan, P., Sivakumar, S., & Jayabalan, N. (2019). Influence of seaweed extracts and plant growth regulators on in vitro regeneration of *Lycopersicon esculentum* from leaf explant. *Journal of Applied Phycology*, 31, 2039–2052.
- Yakhin, O. I., Lubyantsev, A. A., Yakhin, I. A., & Brown, P. H. (2017). Biostimulants in plant science: A global perspective. *Frontiers in Plant Science*, 7, 2049. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.02049>
- Zou, P., Lu, X., Jing, C., Yuan, Y., Lu, Y., Zhang, C., Meng, L., Zhao, H., & Li, Y. (2018). Low-molecular-weight polysaccharides from *Pyropia yezoensis* enhance tolerance of wheat seedlings (*Triticum aestivum* L.) to salt stress. *Frontiers in Plant Science*, 9, 427. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00427>

ALLELOKİMYASALLARIN ETKİLERİ, ZARARLI KONTROLÜNDE KULLANIM POTANSİYELLERİ VE BİYOPESTİSİT YAKLAŞIMLARI

Gül KAVAKLI¹/Prof. Dr. Bengü TÜRKYILMAZ ÜNAL²

¹ Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,

Biyoteknoloji Bölümü, 51240 Niğde, Türkiye; Bitki Biyoteknolojisi; gulkavakli10@gmail.com; ORCID:
0009-0009-7369-8538

² Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoteknoloji Bölümü, 51240

Niğde, Türkiye; Bitki Biyoteknolojisi; bturkylvilmaz@ohu.edu.tr; ORCID: 0000-0003-4003-5200

Özet

Bitkiler, çevrelerindeki organizmaların etkilerinden korunmak amacıyla salgıladıkları allelokimyasallar aracılığıyla karmaşık etkileşim ağları oluştururlar. Son yıllarda, geleneksel kimyasalların zararlı etkilerine dair endişeler; yabancı otlar, patojenler ve zararlılarla mücadelede insan sağlığını veya çevreyi tehdit etmeyen yeni yöntemlerin araştırılmasına yol açmıştır. Allelopati, tarımsal sürdürülebilirlik ve ekolojik dengede kritik ve uzun vadeli bir rol oynamaktadır. Allelopatik uygulamaların faydaları zamanla giderek daha belirgin hale gelmektedir; bu nedenle, kısa vadeli verim kaygıları ile sistemin genel sağlığı arasında uygun bir denge kurulmalıdır. Geleceğin sürdürülebilir üretim sistemleri; monokültüre ve yoğun kimyasal kullanımına değil, biyoçeşitlilik, dayanıklılık ve ekolojik uyuma dayanacaktır. Allelopati, doğayla iş birliği yapmamızı sağlayan temel bir araç işlevi görmektedir. Bu derleme; bitki içindeki biyosentez süreçlerinden çeşitli salınım yollarına ve hücresel düzeydeki toksisite mekanizmalarına kadar allelopatik bileşiklere dair pek çok yönü ele almaktadır. Özellikle, zararlı popülasyonlarının kontrolünde doğal bir savunma stratejisi olarak allelopatik sinyal ağlarının bitki-böcek etkileşimlerindeki rolüne dikkat çekilmektedir. Sentetik pestisitlerle ilişkili çevresel riskler ışığında, allelopatinin bir biyopestisit olarak potansiyeli analiz edilmektedir. Nihayetinde, allelopatinin daha derinlemesine anlaşılmasının, gelecekte sürdürülebilir ve çevre dostu tarım uygulamaları için yeni ufuklar açacağı öngörülmektedir.

Anahtar kelimeler: Allelopati, Biyopestisit, Çevre Dostu, Yabancı Ot, Zararlı

EFFECTS OF ALLELOCHEMICALS, THEIR POTENTIAL FOR USE IN PEST CONTROL, AND BIOPESTICIDE APPROACHES

Abstract

Plants establish complex networks of interaction through the allelochemicals they secrete to protect themselves from the effects of surrounding organisms. In recent years, concerns regarding the harmful effects of conventional chemicals have driven the search for new methods to control weeds, pathogens, and pests—methods that do not threaten human health or the environment. Allelopathy plays a critical long-term role in agricultural sustainability and ecological balance. The benefits of allelopathic practices become increasingly evident over time; therefore, a proper balance must be struck between short-term yield concerns and the overall health of the system. Future sustainable production systems will rely on biodiversity, resilience, and ecological harmony rather than monoculture and intensive chemical use. Allelopathy serves as a fundamental tool enabling us to cooperate with nature. This review examines allelopathic compounds, covering everything from their biosynthetic processes within the plant to their various release pathways and mechanisms of toxicity at the cellular level. Particular attention is given to the role of allelopathic signaling networks in plant-insect interactions, framing them as a natural defense strategy for controlling pest populations. The potential of allelopathy as a biopesticide is analyzed in light of the environmental risks associated with synthetic pesticides. Ultimately, it is anticipated that a deeper understanding of allelopathy will open new horizons for sustainable and eco-friendly agricultural practices in the future.

Keywords: Allelopathy, Biopesticide, Eco-friendly, Weed, Pest

1. GİRİŞ

Küresel ölçekte ve ülkemizde yabancı otlar, patojenler ve çeşitli hastalıklar, tarımsal üretimi etkileyen en önemli faktörler arasındadır. Bu tehditler ele alınmadığı ve ortadan kaldırılmadığı takdirde, ürün veriminde ciddi kayıplara yol açabilirler. Gerek dünyada gerekse ülkemizde, bu sorunlarla mücadele etmek için sıklıkla tarım ilaçları (pestisitler) kullanılmaktadır. Çeşitli organizmaları öldürmek için farklı türlerde pestisitler tercih edilir. Herbisitler istenmeyen yabancı otları, insektisitler böcekleri, larvalarını ve yumurtalarını, fungusitler mantarları öldürmek için kullanılmaktadır. %47 ile herbisitler, pestisitler içinde en çok kullanılan gruptur. Bu kadar yüksek oranda herbisit kullanımı toksik etki yaratmakta, hem çevreye hem de canlılara zarar vererek önemli bir tehdit unsuru olarak ortaya çıkmaktadır (Mengüç, 2018).

Pestisitlerin kullanımı, insan sağlığına ve çevreye yaptığı olumsuz etkilerle birçok sorunu da beraberinde getirmektedir. En büyük zarar ise bu kimyasalların bilinçsiz ve çok fazla kullanılmasından kaynaklı toprak, su ve havada ürünün kendisi veya dönüşüm ürününün kirliliğe sebebiyet verebilmesidir (Tiryaki vd., 2010). Pestisit ürünleri küçük oranlarda hedef organizmaya ulaşırken, çoğunlukla hedef olmayan organizmalara, toprağa, havaya ve suya ulaşarak ekosisteme yayılış göstermektedir (Yıldız, 2005). Bu kadar zararına rağmen ısrarla kullanılmaya devam edilmesinin altında, uygulanmasının ve ekonomik olarak ulaşılabilirliğinin kolay olması yatmaktadır.

Bu derlemenin amacı allelokimyasalları pek çok yönü ele almak, patojen ve zararlı popülasyonlarının kontrolünde doğal bir savunma stratejisi olarak sürdürülebilir tarımdaki biyopestisit potansiyellerine dikkat çekmektir.

2. ALLELOPATİ KAVRAMI VE ÇALIŞMA MEKANİZMASI

Yunanca kökenli olan “Allelo” ve “Pathos” kelimelerinin birleşmesiyle oluşan bu terim bitkilerin komşuluk ilişkilerini inceler. Bitkilerde sentezlenen ve etrafındaki canlıları olumlu veya olumsuz etkileyen maddeler allelokimyasallar olarak tanımlanır (Unal 2013; Turkyilmaz Unal vd. 2019; Kocaçalışkan 2024). Bitkilerin çevreye uyumunda önemli bir yere sahip olan allelokimyasallar şikimik asit, mevalonik asit veya asetat-malonat yollarıyla sentezlenen sekonder metabolitlerdir (Arıkan ve Elibüyük 2015). Allelokimyasallar genellikle bitki köklerinden salınmakla birlikte gövde, sap, yaprak kısımlarından da sentezlenebilmektedir. Köklerde sentezlendikten sonra bir kısmı doğrudan toprağa salınabileceği gibi bir kısmı da iletim borularından yukarıya doğru taşınarak yapraklardan dışarı atılır, yağmurla birlikte tekrar toprağa döner. Toprakta biriken allelokimyasal maddeler doğrudan da komşu bitkilere taşınabilir, topraktaki bakteriler tarafından dönüştürülerek de ulaşabilir (Kocaçalışkan, 2024).

Allelokimyasallar bitkilerin kendilerini böceklerle ve çeşitli patojenlere karşı korumak için salgıladıkları sekonder bileşiklerdir (Ozturk vd. 2023). Bu maddeler komşu bitkileri de kapsayarak birbirleri arasında bir iletişim ağının kurulmasında etkilidir (Kocaçalışkan, 2024). Ayrıca son yıllarda kullanılan kimyasalların zararlı etkilerinden dolayı yabancı ot mücadelesinde insan sağlığını ve çevreyi tehdit etmeyecek yeni yöntemlerin arayaşı içine girilmiştir. Allelopatik etkiye sahip bileşiklerin, özellikle uçucu yağların yabancı otlar üzerinde öldürücü etkiye sahip olması öne çıkmaktadır (Uludağ, 2006).

2.1. Allelokimyasal Çeşitleri

Allelokimyasallar fotosentez, solunum gibi birincil metabolizmanın ürünleri olmayıp, sıklıkla savunma, rekabet ve iletişim amacıyla üretilen ikincil (sekonder) metabolitlerdir (Macias vd., 2019). Bitkilerden salgılanan çoğu sekonder metabolit allelokimyasal etkilidir (Telci 2006; Amini vd., 2012; Konstantinović vd., 2014; Khan vd., 2010; Soltys vd., 2013). Bunlardan fenolik bileşikler, alkaloidler ve terpenler öne çıkmaktadır (Baydar, 2013). Allelokimyasalların herbisit olarak kullanılmasında en başarılı sonuçların terpenlerden elde edildiği bildirilmiştir (Duke 1991; Topal 2011; Serim vd. 2015).

Aynı zamanda uçucu yağları oluşturan bileşiklerin bir çoğu antibakteriyel, antimikrobiyal ve antifungal özellikler de taşımaktadır (Soylu vd. 2006, 2009; Mengüllüoğlu ve Soylu 2012; Sertkaya, 2013). Doğada büyüme, gelişme ve çimlenmeyi baskılayan allelopatik etkileşimler vardır (Reynolds, 1987). Tohumların çimlenmesini baskıladığı gibi yabancı otların büyümesini de yavaşlatır (Feo vd. 2002; Barney vd. 2005). Literatürde uçucu yağların herbisidal etkileri ispatlanmış olsa bile, in vivo çalışmaların ve kültür bitkisi denemelerinin eksikliği pratik uygulamalarını sınırlandırmaktadır. Başarılı bir yabancı ot kontrolü yapabilmek için, hedef dışı organizmalara zarar vermeyen seçici formülasyonlara ihtiyaç duyulmaktadır (Özen vd., 2017).

Terpenoitler ve uçucu yağlar hem bitki-bitki hem de bitki-böcek etkileşiminde önemli rol oynar. Fenolik bileşikler en yaygın çalışılan gruptur. Hücre zarı geçirgenliğini bozar, oksidatif stresi tetikler, fotosentez ve solunum gibi metabolik süreçlerde enzimleri inhibe eder. Azot içeren alkaloidler ise güçlü biyolojik aktiviteye sahiptirler. Kafein, kinin gibi bazı alkaloidlerin allelopatik etkileri saptanmıştır (Baytin Alacı ve Doğan, 2026).

2.2. Salınım Yolları

Allelokimyasallar çeşitli salınım yollarıyla hedef organizmaya ulaşır. Bu salınım yolları kök eksüdayonu, yaprak yıkanması, uçucu bileşenler ve bitki atıklarının ayrışması olarak sınıflandırılır. Kök eksüdayonu bitkinin köklerinden sürekli ve aktif olarak çeşitli bileşiklerin salgılanması olayıdır. Allelokimyasallar doğrudan rizosfere verilir (Bais vd., 2006). Köklerden iletim demetleri yoluyla yapraklara taşınan allelokimyasallar yağmur yoluyla tekrar toprağa taşınır. Bu durum yaprak yıkanması olarak bilinir. Uçuculuk; uçucu bileşiklerin

yapraklardan veya toprak yüzeyinden buharlaşmasıdır. Bu yolla zararlı böcekler uzaklaştırılabilir. Bitki artıklarının ayrıştırılması ise bitki öldükten sonra dokularda kalan allelokimyasalların mikrobiyal ve kimyasal olarak ayrışmasıdır. Yeşil gübre ve biyofumigasyon uygulamalarının temeli de buna dayanmaktadır (Cherr vd. 2006; Ozturk vd. 2022; Turkyilmaz Unal 2022).

2.3. Hücresel Etkiler

Allelokimyasallar, alıcı organizmada fizyolojik ve biyokimyasal olarak çeşitli bozulmalara yol açabilmektedir. Bunlar arasında hücre zarı bütünlüğünün bozulması, oksidatif stresin indüklenmesi, enzim aktivitesinin ve hormon dengesinin bozulması, hücre iskeleti oluşumunun ve hücre bölünmesinin engellenmesi gibi etkiler yer almaktadır. Karşıdaki canlı organizmaya bu mekanizmalarla zarar vermektedir (Baytin Alacı ve Doğan, 2026).

3. PATOJENLER VE ZARARLILARIN KONTROLÜNDE ALLELOPATİ

Mantarlar, bitki köklerinde ve çevresindeki toprak atmosferinde gelişen, hayatlarını sürdürebilmek için organik maddeleri ayrıştıran canlılardır. Genç fidelerde hücre dokularını parçalayarak çökertirken, yaşlı bitkilerde ksileme yerleşip tıkanıklıklar oluşturarak bitkinin kurumasına neden olurlar. Ancak bitkiler ve toprak ekosistemi bu hücumu karşı güçlü bir kimyasal savaş yürütür. Bitkiler enfeksiyon öncesinde dokularında hazır bulunan fenolikler, alkaloidler ve glikozitlerle ön bariyer kurarken, saldırı anında fitoaleksinin, reçine ve sakız gibi inhibitör bileşikler salgılayarak patojenin ilerleyişini durdurmaya çalışır (Tümer, 1985).

Allelopatinin fitopatogen bakterilere karşı da bir savunma silahı olduğu 2020 yılında Dönmez ve ekibinin bir çalışmasında ortaya çıkarılmıştır. Çalışmada *Satureja* (kekik) türlerinden elde edilen uçucu yağlar, fasulyede yıkıcı hasar yapan patojen bakterilere karşı kullanılmıştır. Kekik yağının içindeki allelokimyasallar, bakterinin gelişimini in vitro ortamda güçlü bir şekilde baskılamış, ancak araştırmacılar bu uçucu yağları sıvı formda tohumlara sürdüklerinde, allelokimyasallar fasulye tohumlarını da zehirleyerek çimlenmeyi engellemiştir. Bu noktada allelopatik fitotoksisiteyi yönetmek amacıyla sıvı teması yerine tohumları bu allelokimyasalların gaz fazına maruz bırakmışlardır. Sonuç olarak, tohumlar sağlıklı bir şekilde çimlenirken, özellikle *Satureja cuneifolia* türünün salgıları sayesinde fasulyedeki hastalık gelişimi yüzde yüz oranında engellenmiştir. Bu da bize bitkisel allelokimyasalların, doğaya zarar veren sentetik tarım ilaçlarına karşı ne kadar güçlü bir biyokontrol alternatifi olduğunu göstermektedir (Dönmez vd., 2020).

Bitki virüslerinin (Tütün Mozaik Virüsü - TMV, Hıyar Mozaik Virüsü - CMV vb.) neden olduğu hastalıkların kimyasal tedavisi olmadığı için allelokimyasallar virüsün çoğalmasının engellenmesi, yapısının bozulması veya bitkinin bağışıklık sisteminin (sistemik kazanılmış direnç) indüklenmesi amacıyla kullanılabilir. Ningnanmycin, TMV kılıf proteininin (TMV-CP) polimerizasyon sürecini engelleyerek, sistemik edinilmiş direncin (SAR) bir

göstergesi olan patojenle ilişkili proteinlerin (PR'ler) birikimini teşvik eder (Han vd., 2014). Buna ek olarak ningnanmycin, CMV ile enfekte olmuş tütün bitkilerinde redoks ve metabolik süreçleri harekete geçirebilir (Gao vd. 2019).

Geniş bir konukçu dizisine sahip olan bitki paraziti nematodlar; sebzelerden meyvelere, endüstri bitkilerinden süs bitkilerine kadar çok geniş bir yelpazede tarımsal verimi ve ürün kalitesini doğrudan tehdit etmektedir. Kahverengi hardal (*Brassica juncea*) ve yağlık turp (*Raphanus sativus* var. *oleiformis*) gibi Brassicaceae familyasına ait bitkiler, içerdikleri kimyasal bileşiklerin parçalanmasıyla açığa çıkan izotiyosiyanatlar sayesinde güçlü birer biyofümigant olarak işlev görürler. Saha çalışmaları, bu bitkilerin uygun çiçeklenme döneminde ve optimum çevresel koşullarda toprağa karıştırılmasının, domates gibi kültür bitkilerinde ciddi verim kayıplarına yol açan kök-ur nematodlarını (*Meloidogyne spp.*) %70-90 oranında baskıladığını göstermektedir (Lazzeri vd., 2009; Lord vd., 2011). Özellikle yağlık turpun tam çiçeklenme evresinde toprağa karıştırılıp yüzeyin plastikle örtülmesi uygulamasının sentetik nematositlere eşdeğer bir koruma sağlaması, biyofümigasyonun kimyasal mücadeleye karşı son derece güçlü ve ekolojik bir alternatif olduğunu kanıtlamaktadır (Lazzeri vd. 2009).

Allelopatinin zararlı böcek yönetimi üzerindeki etkisi, genellikle doğrudan toksik bir ölümden ziyade böcek davranışlarının manipüle edilmesi üzerine kuruludur. Bitkiler, sentezledikleri uçucu organik bileşikler aracılığıyla çok yönlü bir kimyasal iletişim ağı kurarlar. Bu sekonder metabolitler, zararlıların konakçı bulma, beslenme ve yumurta bırakma güdülerini baskımlarken, aynı zamanda bu zararlıların doğal düşmanlarını çekerler. Geleneksel tarımda “bileşik ekim” olarak bilinen uygulamaların bilimsel temelini oluşturan bu davranışsal modifikasyonlar, günümüzde zararlı yönetiminin odak noktası haline gelmiştir (Finch ve Collier 2012).

Bazı bitkiler yaydıkları güçlü kokularla zararlı böcekleri uzaklaştırmayı başarır. Sera gibi kapalı alanlarda bu etki daha görünürdür. Örneğin fesleğen bitkisi domates ve yapraklı sebzelerle beraber ekildiğinde salgıladıkları linalool, metil kavikol gibi uçucu bileşikler sayesinde beyazsinek, yaprak bitleri ve domates güvesi gibi zararlı organizmalara karşı bitkiye koruma sağlamıştır. Kadife çiçeği (*Tagetes ssp.*) nematodlar ve toprak üstü zararlıları için etkili uçucu bileşikler salgılar. Nane (*Mentha spp.*), kekik (*Thymus vulgaris*) ve biberiye (*Rosmarinus officinalis*) gibi aromatik bitkiler de geniş spektrumlu böcek uzaklaştırıcılar olarak bilinmektedir. Sera ve küçük bahçelerde kullanımları önerilmektedir (Baytin Alacı ve Doğan 2026).

Sarımsak (*Allium sativum*) ve zerdeçal (*Curcuma longa*) özütleri kırmızı un böceğinde (*Tribolium castaneum*) ölüm, toksisite, uzaklaştırıcı etki (repellens) ve döl gelişiminin engellenmesine neden olur (Khadem vd., 2026). Bu türlerden çıkarılan özütlerin; yumurtlamayı, yumurtaların açılmasını ve gelişim sürecini engellediği bilinmektedir (Arrora vd. 2024).

Allelokimyasalların böceklerin beslenmesini durdurucu etkiye sahip olduğu da bilinmektedir. Bazı bikiler yapraklarında veya başka dokularında böcek beslenmesini durduran bileşikler bulundurulur. Neem ağacı (*Azadirachta indica*) bunun en bilinen örneğidir. Ayrıca araştırmalar, çavdar gibi bazı allelopatik örtü bitkilerinin artıklarının toprakta bulunmasıyla tırtıllar ve toprak pirelerinin aktivesinde azalma olduğunu öne sürmektedir (Glinwood vd. 2011).

Afitler bitkilerin soymuk borusundaki bitki özsuğunu emerek beslenirler. Bu sırada çıkarttıkları istenmeyen maddeler yaprakların görünümünde çeşitli değişiklikler, gal oluşumu ve ürünlerde verim kayıpları gibi önemli sorunlar açığa çıkarırlar. Birçok bitki virüsünün de taşıyıcısıdır (Görür, 2008). Bitkilerin salgıladığı allelokimyasallar sadece zararlıları uzaklaştırmakla sınırlı kalmayıp, yararlı böcekleri ortama çekerek sürdürülebilir bir biyolojik mücadele altyapısı oluşturur. Nektar ve polen kaynağı sağlayan *Alyssum*, *Phacelia* ve karabuğday (*Buckwheat*) gibi cezbedici bitkilerin kullanıldığı agroekolojik sistemlerde, hedef zararlıların doğal düşmanları tarafından baskılanma oranlarında belirgin artışlar kaydedilmiştir (Jonsson vd., 2017). Dolayısıyla, faydalı böcek popülasyonunu destekleyen bu bitki türleri, dolaylı savunma mekanizmalarının tarımsal verimliliğe dönüştürülmesinde kritik bir rol oynamaktadır.

Beyaz sinekler de çok sayıda kültür bitkisinde zarara yol açan, önemli kayıplara neden olan türlerdendir. Söz konusu zararlının popülasyon kontrolü ağırlıklı olarak yoğun sentetik insektisit uygulamalarına dayanır. Ancak tür, kullanılan kimyasallara karşı kısa sürede direnç oluşturma yeteneğine sahiptir. Bu durum göz önüne alındığında yenilikçi ve alternatif stratejilerin geliştirilmesi gerekir. Karaca ve Gökçe (2014) tarafından yapılan çalışmada, *Hyoscyamus niger* ve *Humulus lupulus* ekstraktlarının sera beyazsineği üzerinde oldukça yüksek toksisite (%79 ve %74) gösterdiği saptanmıştır. Ancak davranışsal etkiler incelendiğinde, *H. niger*'in uzaklaştırıcı veya yumurtlamayı engelleyici bir etkisi bulunmazken; *H. lupulus*'un hem güçlü bir uzaklaştırıcı etki gösterdiği hem de yumurta bırakılmasını belirgin şekilde baskıladığı tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, *H. lupulus*'un sadece toksik değil, aynı zamanda kovucu ve üreme engelleyici çok yönlü allelopatik etkileriyle entegre zararlı yönetimi için güçlü bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir.

Allelopati, tarımda zararlılarla sürdürülebilir mücadele için etkili bir yöntemdir ancak başarısı her koşulda garanti değildir. En yüksek verimi almak için dört temel kural öne çıkmaktadır

1. Entegre Mücadele: Allelopati tek başına sihirli bir çözüm değildir. Mekanik, kültürel ve biyolojik yöntemlerle birleştirildiğinde asıl gücünü gösterir.
2. Kontrollü Ortamlar: Seralar gibi kapalı sistemler, salgılanan kimyasalların uçup gitmesini engellediği ve iklimi sabit tuttuğu için biyofumigasyon gibi uygulamalar başarı oranını belirgin şekilde artırır.

3. Doğru Tür ve Zamanlama: Hedeflenen zararlıya göre uygun bitki seçilmeli ve bu bitkiler kimyasal içeriğin en yoğun olduğu çiçeklenme başlangıcında kullanılmalıdır.

4. Optimum Çevre Şartları: Etken maddelerin verimli çalışabilmesi için toprağın nemli, organik maddece zengin, iyi drene edilmiş olması ve sıcaklığın belirli bir aralıkta (15–25°C) bulunması elzemdir (Baytin Alacı ve Doğan, 2026).

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Günümüzde, bitkisel üretimi artırmak amacıyla önemli miktarda kimyasal madde kullanılmaktadır. İnsan sağlığını ve doğal çevreyi tehdit eden kimyasal yaklaşımlara bel bağlamak yerine, alternatif mücadele yöntemlerini tercih etmek gereklidir. Allelopati, tarımsal sürdürülebilirlik ve ekolojik denge konusunda uzun vadeli ve kritik bir rol oynar. Allelopatik uygulamaların faydaları uzun vadede çok daha belirgin hale gelecektir. Sürdürülebilir üretim sistemleri için biyoçeşitlilik, dayanıklılık ve ekolojik uyum ön planda olacaktır. Allelopati, doğayla iş birliği içinde üretim yapmamızı sağlayan temel bir araç işlevi niteliğindedir. Bununla birlikte, allelokimyasalların biyopestisit potansiyelleri yüksek olmasına rağmen; tarımsal kullanımda başarı sağlanabilmesi için *in vivo* çalışmaların artırılmasına ve hedef dışı organizmaları koruyan seçici formülasyonların geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKÇA

Ahmed I, Aslam A, Mustafa G, Masood S, Ali MA, Nawaz M. (2017). Anti-avian influenza virus H9N2 activity of aqueous extracts of *Zingiber officinalis* (Ginger) and *Allium sativum* (Garlic) in chick embryos. Pakistan Journal of Pharmaceutical Science, 30(4), 1341-1344.

Amini RA, Movahedpour F., Ghassemi-Golezani K., Dabbagh Mohammadi Nasab A and Zafarani-Moattar P. (2012). Allelopathic assessment of common amaranth by ECAM. International Research Journal of Applied and Basic Sciences, 3, 2268-2272.

Arıkan N, Elibüyük İÖ. (2015). Yabancı otlarla mücadelede allelopatinin kullanımı. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 8(1), 46-50.

Arora S, Husain T, Prasad SM. (2024). Allelochemicals as biocontrol agents: Promising aspects, challenges and opportunities. South African Journal of Botany, 166, 503-511.

Bais HP, Weir TL, Perry LG, Gilroy S, Vivanco, JM. (2006). The role of root exudates in rhizosphere interactions with plants and other organisms. Annual Review of Plant Biology, 57, 233-266.

Barney JN, Hay AG, Weston LA. (2005). Isolation and characterization of allelopathic volatiles from mugwort (*Artemisia vulgaris*). Journal of Chemical Ecology, 31, 247-265.

- Baydar H. (2013). Tıbbi Aromatik ve Keyf Bitkileri Bilimi ve Teknolojisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Yayınları, Yayın No: 51, Isparta.
- Baytin Alacı R, Doğan A. (2026). Sebze tarımında allelopati: Yabancı ot, nematod ve zararlı yönetimi için bir araç. EUROASIA Matematik, Mühendislik, Doğa ve Tıp Bilimleri Dergisi, 13(1), 49-63.
- Chen J, Luo X, Chen Y., Wang Y, Peng J, Xing Z. (2022). Recent research progress: Discovery of anti-plant virus agents based on natural scaffold. Frontiers in Chemistry, 10, 926202.
- Cherr, CM, Scholberg JM, McSorley R. (2006). Green manure approaches to crop production: A synthesis. Agronomy Journal, 98(2), 302-319.
- Dönmez MF, Şahin BU, Bozhüyük AU (2020). *Satureja* türlerinden elde edilen uçucu yağ ve ekstraktlarının fasulyede bakteriyel patojenlere karşı antibakteriyel etkisi. Journal of Agriculture, 3(2), 57-70.
- Duke SO. (1991). Plant terpenoids as pesticides. Toxicology of Plant and Fungal Compounds (eds, RF. Keeler and AT Tu), Marcel Dekker, 269-296.
- Feo V, Simone F, Senatore F. (2002). Potential allelochemicals from the essential oil of *Ruta graveolens*. Phytochemistry, 61, 573-578.
- Finch S, Collier RH. (2012). The influence of host and non-host companion plants on the behaviour of pest insects in field crops. Entomologia Experimentalis et Applicata, 142(2), 87-96.
- Gao D, Wang D, Chen K, Huang M, Xie X, Li X. (2019). Activation of Biochemical Factors in CMV-Infected Tobacco by Ningnanmycin. Pesticide Biochem. Physiology 156, 116–122. 10.1016/j.pestbp.2019.02.012
- Glinwood R, Ahmed E, Qvarfordt E, Ninkovic, V. (2011). Olfactory learning of plant genotypes by a polyphagous insect predator. Oecologia, 166(3), 637-647.
- Görür, G. (2008). Türkiye afit faunasının son durumu ve afitlerin ekonomik önemi. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 1(1), 17-22.
- Han Y., Luo Y., Qin S., Xi L., Wan B., Du L. (2014). Induction of Systemic Resistance against Tobacco Mosaic Virus by Ningnanmycin in Tobacco. Pesticide Biochem. Physiology 111, 14–18. 10.1016/j.pestbp.2014.04.008
- Jonsson M, Kaartinen R, Straub CS. (2017). Relationships between natural enemy diversity and biological control. Current Opinion in Insect Science, 20, 1- 6.
- Karaca, İÇ., Gökçe A. (2014). Toxic and behavioural effects of plant extracts to greenhouse whitefly [*Trialeurodes vaporariorum* (Westw.)(Hemiptera: Aleyrodidae)]. Turkish Journal of Entomology, 38(4), 459-466.

- Khadem, AG., Rashid RA, Arman N. (2026). An Exploring the Efficacy of Botanical Insecticides for Managing Red Flour Beetle (*Tribolium castaneum*) in Stored Grains: A Sustainable Approach to Food Security: A Sustainable Approach to Food Security. Nangarhar University International Journal of Biosciences, 5(03).
- Khan AL., Hussain J, Hamayun M, Kang SM, Kim HY, Watanabe KN, Lee IN. (2010). Allelochemical, eudesmane-type sesquiterpenoids from *Inula falconeri*. Molecules Journal, 15, 1554-1561.
- Kocaçalışkan İ. (2024). Allelopati (bitkilerde komşuluk) olayında yaratılış sırları. Bilimler Işığında Yaratılış Dergisi, 2(2), 72-78.
- Konstantinović B, Blagojević M, Konstantinović B and Samardžić N. (2014). Allelopathic effect of weed species *Amaranthus retroflexus* L. on maize seed germination. Romanian Agricultural Research, 31, 315-321.
- Lazzeri L, Curto G., Dallavalle, E, D'Avino, L, Malaguti, L, Santi, R, Patalano, G. (2009). Nematicidal efficacy of biofumigation by defatted Brassicaceae meal for control of *Meloidogyne incognita* (Kofoid et White) Chitw. on a full field zucchini crop. Journal of Sustainable Agriculture, 33(3), 349-358.
- Lord, JS, Lazzeri L, Atkinson HJ, Urwin, PE. (2011). Biofumigation for control of potato cyst nematodes: Activity of brassica leaf extracts and green manures on *Globodera pallida* in vitro and in soil. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 59(14), 7882-7890.
- Macías, F. A., Mejías, F. J., & Molinillo, J. M. (2019). Recent advances in allelopathy for weed control: From knowledge to applications. Pest Management Science, 75(9), 2413-2436.
- Mengüç Ç. (2018). Herbisit toksisitesi ve yabancı otlara karşı alternatif mücadele stratejileri. Turkish Journal of Weed Science, 21(1), 61-73.
- Mengüllüoğlu M and Soylu S. (2012). Antibacterial activities of essential oils from several medicinal plants against the seed-borne bacterial disease agent *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*. Research on Crops, 13, 641-646.
- Ozturk M, Akram NA, Unal BT, Ashraf M (Eds.). (2022). *Introduction and application of organic fertilizers as protectors of our environment*. Cambridge Scholars Publishing.
- Ozturk M, Bhat RA, Ashraf M, Tonelli FMP, Unal BT, Dar GH. (Eds.). (2023). Phytohormones and stress responsive secondary metabolites. pp.292.
- Özen F, Yıldız G, Çamlıca, M. (2017). Yabancı ot mücadelesinde bazı aromatik bitkilerinin uçucu yağlarının allelopatik etkisi. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 3(1), 40-48.
- Reynolds T. (1987). Comparative effect of alicyclic compounds and quinones on inhibition of lettuce fruit germination. Annals of Botany, 60, 215-223.

- Serim AT, Güzel NP, Türktemel İ. (2015). Allelopatik bitki ekstraktları ile herbisitlerin kullanımı. *Derim*, 32(2), 225-236.
- Sertkaya E. (2013). Fumigant toxicity of the essential oils from medicinal plant against bean weevil, *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). *Asian Journal of Chemistry*, 25(1), 553-555.
- Soltys D, Krasuska U, Bogatek R and Gniazdowska A. (2013). Allelochemicals as bioherbicides-present and perspectives. V: *Herbicides–Current Research and Case Studies in Use* (Eds. AJ. Price and Kelton JA), InTech Publisher, Rijeka, Croatia, 517-542.
- Soylu EM, Soylu S, Kurt S. (2006). Antimicrobial activities of the essential oils of various plants against tomato late blight disease agent *Phytophthora infestans*. *Mycopathologia*, 161, 119-128.
- Soylu S, Evrendilek GA, Soylu EM. (2009). Chemical compositions and antibacterial activities of bitter fennel (*Foeniculum vulgare* Mill. var. *vulgare*) and dill (*Anethum graveolens* L.) essential oils against the growth of foodborne and seed-borne plant pathogenic bacteria. *Italian Journal of Food Science*, 21, 347-355.
- Telci İ. (2006). Uçucu Yağlar ve Allelopati. Allelopati Çalıştayı, 13-15 Haziran, Yalova.
- Tiryaki O, Canhilal R, Horuz S (2010). Tarım ilaçları kullanımı ve riskleri. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 26(2): 154-169.
- Topal S. (2011). Allelokimyasalların herbisit etkileri. *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, (25), 23-26.
- Turkyilmaz Unal B. (2022). Green manure and organic agriculture. *Introduction and Application of Organic Fertilizers as Protectors of Our Environment*, 494-513
- Turkyilmaz-Unal B, Esiz-Dereboylu A, Guvensen A, Tort N, Ozturk, M. (2019). Effect of the extract from different plant part of *Ferula communis* spp. *communis* on the seed germination and seedling growth of barley and cucumber. *Fresenius Environ. Bull*, 27(5A), 3375-3381.
- Tümer S. (1985). Toprak patojenleri. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 15-23.
- Uludağ A. (2006). Türkiye’de Allelopati Araştırmaları ve Uygulamaları Üzerine Genel Bir Bakış. Allelopati Çalıştayı, 13-15 Haziran, Yalova.
- Unal BT. (2013). Effects of growth regulators on seed germination, seedling growth and some aspects of metabolism of wheat under allelochemical stress. *Bangladesh Journal of Botany*, 42(1), 65-72.
- Yıldız M, Gürkan O, Turgut C, Kaya Ü, Ünal G (2005). Tarımsal Savaşımında Kullanılan Pestisitlerin Yol Açtığı Çevre Sorunları VI. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Ankara, 3– 7 Ocak 2005

MİKROPLASTİKLER İLE AĞIR METALLERİN ETKİLEŞİMLERİ VE BİTKİLER ÜZERİNDEKİ ZARARLI ETKİLERİ

İremso BUDAKLI¹/Prof. Dr. Bengü TÜRKİYILMAZ ÜNAL²

¹ Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,

Biyoteknoloji Bölümü, 51240 Niğde, Türkiye; Bitki Biyoteknolojisi; iremsubudakli@gmail.com;

ORCID: 0009-0000-0604-7094

² Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoteknoloji Bölümü, 51240

Niğde, Türkiye; Bitki Biyoteknolojisi; bturkylvilmaz@ohu.edu.tr; ORCID: 0000-0003-4003-5200

Özet

Son yıllarda, tarım teknolojilerinde kullanılan malzemelerin bünyesinde bulunan mikroplastikler ve ağır metaller; toprakta, suda ve çeşitli ekosistemlerde kalıcı kirliliğe yol açmaktadır. HDPE, ABS, PVC ve PET doğada yaygın olarak bulunan mikroplastiklerdir. Toprakta bulunan mikroplastikler, yüzey yapılarının özellikleri nedeniyle ağır metalleri bağlama özelliğine sahiptir. Arsenik (As), Bakır (Cu), Demir (Fe), Gümüş (Ag), Krom (Cr) ve Mangan (Mn) doğada en fazla bulunan ağır metallerdir. Bu iki kirlletici birleştiğinde daha karmaşık yapıya sahip bir kirlletici haline dönüşmektedir. Bu maddeler tarım alanlarında bulunduklarında tohum çimlenmesini engeller, bitki büyümesini baskılar, bitkilerde reaktif oksijen türlerinin (ROS) oluşmasına neden olur, klorofil içeriğini düşürerek fotosentezi azaltır ve tarımsal verimi düşürür. Ayrıca toprağın yapısını bozarak, bu bitkilerle etkileşimde bulunan ve onları tüketen canlıları da dolaylı olarak olumsuz etkiler. Mikroplastikler ve ağır metaller son yılların güncel araştırma konularından olsalar da bu maddelerin oluşturduğu karmaşık kirlilik hakkındaki mevcut bilgiler henüz yeterli seviyede değildir. Bu çalışma; mikroplastikler ile ağır metaller arasındaki etkileşimleri, bunların yol açtığı kirliliği, bitkiler üzerindeki zararlı etkilerini ve diğer canlı grupları üzerindeki tesirlerini incelemektedir.

Anahtar Kelimeler: Mikroplastik, ağır metal, toprak, bitki, fotosentez, ROS.

INTERACTIONS BETWEEN MICROPLASTICS AND HEAVY METALS AND THEIR HARMFUL EFFECTS ON PLANTS

Abstract

In recent years, microplastics and heavy metals present in the materials used in agricultural technologies have been causing persistent pollution in soil, water, and various ecosystems. HDPE, ABS, PVC, and PET are microplastics commonly found in the environment. Due to their surface structural properties, microplastics present in the soil have the capacity to bind heavy metals. Arsenic (As), Copper (Cu), Iron (Fe), Silver (Ag), Chromium (Cr), and Manganese (Mn) are among the most abundant heavy metals in nature. When these two pollutants combine, they form a pollutant with a more complex structure. Their presence in agricultural areas inhibits seed germination, suppresses plant growth, induces the formation of reactive oxygen species (ROS) in plants, reduces photosynthesis by lowering chlorophyll content, and diminishes agricultural yield. Furthermore, by degrading soil structure, they indirectly exert negative effects on the organisms that interact with and consume these plants. Although microplastics and heavy metals have been prominent research topics in recent years, current knowledge regarding the complex pollution resulting from these substances remains insufficient. This study examines the interactions between microplastics and heavy metals, the pollution they generate, their detrimental effects on plants, and their impact on other groups of organisms.

Keywords: Microplastic, heavy metal, soil, plant, photosynthesis, ROS.

1. GİRİŞ

Küresel nüfustaki istikrarlı artışla birlikte, yetersiz üretim, küresel gıda güvenliği sorununu giderek daha görünür kılmaktadır. Dünya nüfusu yaklaşık 7,8 milyar kişiden oluşmaktadır. Bu nüfusun 820 milyonluk kısmı yeterli seviyede gıdaya erişememektedir. Nüfus artışı eğilimleriyle dünya nüfusunun 2050 yılında yaklaşık 9,8 milyara ulaşması beklenmektedir. Bu seviyedeki yükselme artan gıda talebini de beraberinde getirerek tarımsal üretim kapasitesinin yetersiz kalacağına işaret etmektedir. Nüfusun büyük kısmının gelir kaynağı, dolayısıyla gelişmekte olan birçok ülkenin omurgası tarımdır. Mevcut koşullarda artan talebin karşılanabilmesi için üretimin kat kat artırılması ya da çok daha fazla tarım alanının üretime geçirilmesi gerekmektedir (Searchinger vd., 2019). Bu üretim artışı ihtiyacı tarımda kullanılan gübre, pestisit ve diğer kimyasalların kullanımının fazlaşmasına da neden olmaktadır. Bu durum çevresel zararlanmanın, özellikle de toprak kirliliğinin artışına sebep olur.

Biyolojik, fiziksel ve kimyasal bileşenlerin birliktelikleri sonucu toprak meydana gelir. Toprak içeriği bakımından karmaşık bir yapıya sahiptir. Su, mineraller, gazlar ve çeşitli organik maddeler içermektedir. Bitki gelişimi, besin zinciri ve ekosistemde önemli etkilere sahiptir (Giller vd., 2015).

İnsan davranışları ve faaliyetleri sonucunda toprağın yapısında meydana gelen zararlanmalar ve bozulmalar toprak kirliliğini oluşturmaktadır (Karaca ve Turgay, 2012). Toprak kirliliği, toprak yapısında değişiklikler meydana getirerek kirleticilerin bitkiler tarafından alınabilirliğini artırabilmektedir. Böylelikle bitki gelişimini negatif yönlü etkileyerek ürün verimliliğinin düşmesine neden olmaktadır (Zhao vd., 2022). Ayrıca toprağın içeriğindeki maddeler, bitki ve gıda zincirindeki canlılara geçerek birikime ve negatif etkilere sebep olmaktadır. Son zamanlarda, toprağın kirliliği ile ilgili sorunlar dünya çapında büyük ilgi görmektedir. Başlıca kirlilik sebeplerinden biri plastik ürünlerin günlük yaşamda ve tarımsal üretimde yaygın olarak kullanılmasıdır. Son yıllarda tarım sistemlerinde kullanılan plastik ve benzeri zararlı maddelerin kimyasal olarak parçalanmasıyla çevrede kalıcılığı yüksek mikroplastikler ortaya çıkmaktadır (Guo ve ark., 2024). Mikroplastikler (MP'ler) boyutları 5 mm ile 1 µm arasında değişen plastik parçacıklardır (Wolff Leal vd., 2025). Plastics Europe tarafından yayımlanan 2025 yılı raporuna göre, 2024 yılında dünyada toplam plastik üretimi yaklaşık 430,9 milyon ton seviyesindedir. Bu sonuçlar 2016 raporuna kıyasla yüksek seviyede artış olduğunu göstermektedir. Yüksek seviyelerde yapılan bu üretim, plastik atıklardan oluşan mikroplastiklerin ekosistemde birikimini artırmış ve yeni nesil kirleticiler arasında değerlendirmemize neden olmuştur (Plastics Europe, 2025).

Mikroplastikler toprağa karışan arsenik, bakır, kurşun, krom ve kadmiyum benzeri ağır metallerle etkileşime girip toprak yapısında ve mikroorganizma aktivitelerinde toksisite oluşturabilir, bitki, insan ve diğer canlıların

sağlığını etkileyebilir (Kumar vd., 2022). Ağır metaller, mikroplastiklerle birbirinden farklı birçok yöntemle taşınmaktadır. Yüzey adsorpsiyonu, ağır metallerin mikroplastik yüzeylere tutunmasını ve hareketliliklerini sağlamaktadır. Kök penetrasyonu, mikroplastiklerin kök yapısıyla etkileşimi ve alım süreçlerini bozmasıyla meydana gelir (Jadhav vd., 2025).

Toprakta biriken metaller canlıların çoğu için gerekli hayati mikro besin maddeleri olmasına rağmen, yüksek konsantrasyonları, canlı organizmaların dokularında birikebilmeleri nedenleriyle fitotoksisiteye ve çeşitli insan hastalıklarına sebep olabilir (Tözsér vd., 2023; FAO 2018). Ekolojik sistemde bilinen başlıca kirleticiler olan ağır metaller oluşturdıkları büyük çevresel riskler nedeniyle dünyada yaygın bir problem haline gelmiştir.

Mikroplastikler ve ağır metallerin birlikte zararlı ve toksik etkileri ile ilgili yapılan güncel araştırmaların çoğu toprak bitki sisteminin sadece belirli yönlerine odaklanmıştır. Ağır metal-mikroplastik kombinasyonunun bitkiler üzerindeki etkileri ve mekanizmaları üzerine yapılmış çalışmalar kısıtlıdır. Çalışmalar belirli ağır metal-mikroplastik kombinasyonu üzerine yoğunlaşmış ya da incelemeye dahil edilen bitki türleri sınırlı kalmıştır. Tüm bitkiler üzerindeki etkileri henüz açıklanmamıştır. Ayrıca topraktaki mikroplastiklerin ağır metallerin adsorpsiyonu ve birikimini nasıl etkilediği, bitkiye giriş yolları ile taşınma mekanizmaları üzerine yapılan çalışmalar yetersiz ve oldukça tartışmalıdır. Bunun için daha detaylı incelenmesi gereken önemli bir araştırma alanı oluşturulmalıdır.

Bu çalışmada konuya farklı perspektiften yaklaşılmıştır. Ekosistemde kirliliğe neden olan mikroplastikler ve ağır metallerin eş zamanlı etkileşimleri detaylıca incelenmiştir. Çalışma kirliliğin bitkiler üzerindeki etkilerine daha fazla yoğunlaşmıştır. Özellikle çevresel koşullarda yaygın görülen çoklu kirletici senaryolarını toprak-bitki sistemleri kapsamında daha detaylı bir şekilde ele almaktadır.

2. TARIMSAL ORTAMLARDA MİKROPLASTİK VE AĞIR METALLERİN ETKİLEŞİMLERİ

Plastik maddeler ve ağır metallerin kullanımının gereksiz şekilde artmasıyla gelecekte çevrenin daha da fazla kirleneceği düşünülmektedir (Godoy vd., 2019). Mikroplastikler ve ağır metallerin tarımsal ortamlarda birlikte bulunması kirliliğin kaynaklarına, şekillerine ve dağılışı zamanına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Mikroplastik ve ağır metallerin birlikte kullanımı en yüksek oranda kentsel tarım alanlarında bulunmaktadır. Kentsel tarım alanları atık akışları ve endüstriyel faaliyetlere açık olması nedeniyle bu molekülleri doğrudan veya dolaylı yollarla almaktadır (Parajapiti vd., 2023). Ağır metal-mikroplastik etkileşimlerine ait kaynaklar, bitkide alım ve taşınım mekanizmaları ile zararları Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Ağır metal ve mikroplastik etkileşimleri.

	Mikroplastikler	Ağır Metaller	Mikroplastik-Ağır Metaller
Çevresel kaynakları	Endüstriyel atıklar, araç lastikleri, plastik atıklar, tekstil ürünleri ve tek kullanımlık ürünler.	Fosil yakıtlar, piller, pestisitler, gübreler, madencilik ve sanayi.	Atık su arıtma tesisleri ve yüzey akışları.
Bitkiye alımın mekanizmaları	Kirli topraklardan kökler yoluyla emilim ve su ile alımın.	Enfekte topraktan kökler yoluyla emilim ve atmosferden yapraklar ve yüzey yapısıyla alımın.	Atık sular yoluyla alımın ve kökler yoluyla alımın.
Bitki içerisinde taşınım mekanizmaları	Köklerden ksilem ve floem aracılığıyla.	Köklerden ksilem yoluyla gövdeye taşınım, transpirasyon ile taşınım, floem aracılığıyla bitki içerisinde dağıtım ve depolama mekanizmaları.	Köklerden alım, ksilem ve vasküler taşınım ardından biyoakümülyasyon.
Bitkide neden olduğu toksisiteler	Toprak kalitesini bozar, bitki verimini azaltır, bitki köklerinin gelişimini bozarak engeller ve ağır metaller gibi kirleticilerin taşınımına öncülük yapar.	Bitkide köklerle besin alımını engeller, klorofil sentezini engelleyerek fotosentezi azaltır, reaktif oksijen türlerini (ROS) artırır, oksidatif strese neden olur, büyümeyi engelleyerek ürün verimini düşürür.	Birlikte besin zincirine geçerek ekosistemi bozarlar ve canlı sağlığını tehdit ederler.

Mikroplastiklerin afinitesi ağır metallere göre daha fazladır (Godoy vd., 2019). Farklı özelliklere sahip mikroplastikler, yüksek yüzey alanlarıyla fazla miktarda bağlanma bölgesi oluşturarak ağır metallerin alımını kolaylaştırmaktadır (Liu vd., 2025).

Chen ve ekibinin gerçekleştirdiği bir saksı denemesinde buğday bitkisine uygulanan mikroproetilen (mPE) ve mikropolipropilen (mPP) mikroplastikleri ile kadmiyum (Cd) ağır metalinin etkileri birlikte gözlemlenmiştir. Yapılan bu çalışmada toprağa artan dozlarda mikroplastik uygulanmış, bunların buğdayda ağır metal alımını artırdığı ve fitotoksositeye neden olduğu gözlemlenmiştir. Deney bittiğinde buğday yapraklarında bulunan klorofil miktarında azalma meydana gelmiştir. Buğday bitkisine mPE/ mPP mikroplastikleri ve Cd (1 mg kg⁻¹) birlikte uygulandığında kök ve toprak üstü organlarında Cd birikiminde artış saptanmıştır (Chen vd., 2023).

Ağır metallerin aktarımı mikroplastik-kök faaliyetleriyle kolaylaşabilir (Aniebonam & Aniebonam, 2023). Yapışma özellikleriyle mikroplastikler kök yapısına tutunur. Mikroplastik metal etkileşimleri için lokal bölgeler oluşturur. Böylece metal alımını teşvik edebilir (Aniebonam & Aniebonam, 2023). Bunun yanı sıra, yüzey

adsorpsiyonuyla mikroplastiklerin yüzeyine ağır metal bağlanması sağlanabilir. Kök içine nüfuz etme, mikroplastiklerin kök salgılarıyla etkileşimi ve besin alım süreçlerinin bozulması yoluyla meydana gelebilir (Verla vd., 2019).

Köklerden emilim yoluyla alınan mikroplastikler transpirasyon yoluyla önce gövdeye ardından da yapraklara geçerek depolanır. Daha sonra büyümeyi engelleyerek oksidatif strese neden olur. Ayrıca mikroplastikler bitkilerde ağır metalleri rizosfere taşıyan vektörler olarak görev yapar (Abbasi vd., 2020). Mikroplastiklere tutunan ağır metaller kökte bulunan çatlaklar ya da apoplast yoluyla kökte bulunan seçici bariyer yani kasparian şeridi tarafından bloke edilmeden emilir (Dong vd., 2020). Ardından terlemeyle birlikte bitkinin toprak üstü doku ve organlarına taşınır ve ağır metal birikimini artırarak besin alımını engeller, oksidatif strese neden olur, büyüme ve verimi azaltır (Rashid vd., 2023).

Mikroplastikler, kök uzunluğu ile taze-kuru ağırlığını olumsuz yönde etkilemektedir (Jiang vd., 2019). Kök epidermisinden bitki içerisine giren mikropkastikler oksidatif stres, hücresel düzeyde zar hasarı ve metabolik bozukluklara yol açabilir (Navarro vd., 2008). Ağır metaller ise besin maddelerinin alımını engeller, reaktif oksijen türleri oluşturarak oksidatif stres meydana getirir ve enzim inhibisyonu ile sonuçlanabilir. Böylece yapraklarda şekil bozukluğu, sararma, yaşlı yaprakların erken ölümü ve nekroza neden olmaktadır. Ayrıca, bitki stomaları kapanma eğilimine geçer, bitkiler karbondioksiti alamaz ve oksijen salınımı gerçekleşmez. Dolayısıyla kısa boylu bodur bitkiler meydana gelir (Abhari., 2025).

Yapılan çalışmalar topraktaki mikroplastiklerin ağır metalleri adsorbe ettiğini, toksisite seviyesinin ve zararlı çevresel etkilerin attığını göstermiştir (An vd., 2023). Bir arada bulunan mikroplastik ve ağır metaller sinerjistik etki oluştururlar (Fig 1.). Bunların etkileşimi sonucu oluşan kirlilik tohum çimlenmesini engelleyebilir, fide gelişimini azaltabilir (Qi vd., 2018), klorofil sentezini ve fotosentez verimini düşürebilir (Erdem vd., 2025). Dolayısıyla bitki verimliliğinde azalmaya neden olur.

Kompleks oluşturduklarında ise mikroplastikler ağır metallerin biyoyararlanımını artırmaktadır (Rashid vd., 2023). Örneğin bitkilerde kadmiyum etkisi mikroplastiklerle artmaktadır. Kadmiyum enerji üretimi ve elektron taşınımını zorlaştırarak fotosistem II' yi engellemektedir (Jamova vd., 2023). Vitamin ve mineral gibi ikincil metabolitlerin sentezi mikroplastik-ağır metal kompleksi ile etkilenmektedir. Mikroplastikler ve ağır metallerin oluşturduğu stres yararlı maddelerin alımını engellerken zararlı maddelerin alım faaliyetlerini artırmaktadır (Chen vd., 2022).

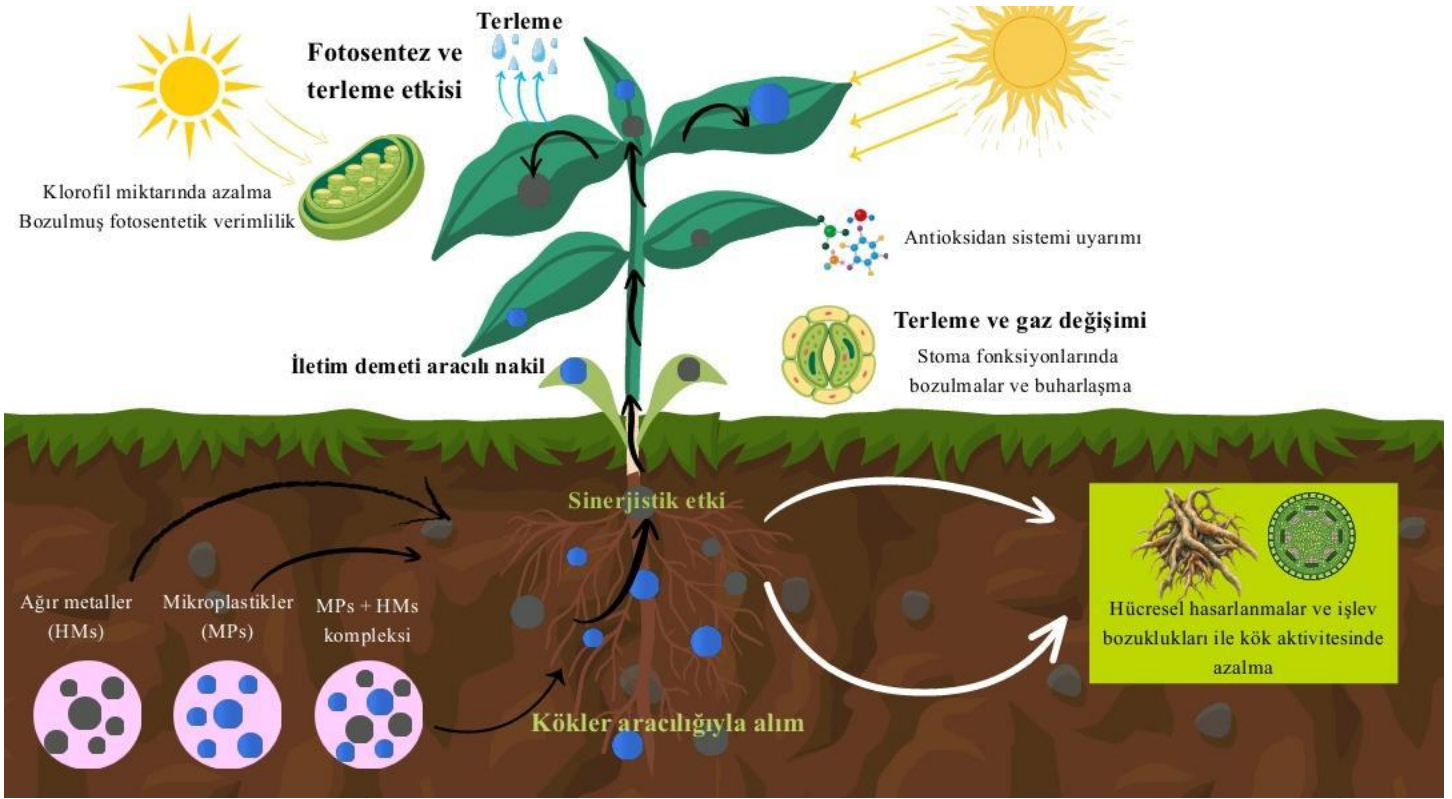


Fig 1. Ağır metal ve mikroplastiklerin bitki üzerinde sinerjistik etkisi

Mikroplastikler ve ağır metaller bitki bünyesinde biriktikten sonra besin zinciri yoluyla herbivor ve omnivor canlılara geçebilir. Mikroplastiklere ve ağır metaller maruz kalmak; metal birikiminin artması sonucu canlı organizmaları olumsuz etkileyebilir, çeşitli sağlık sorunlarına yol açabilir (Barboza vd., 2018). Yapılan çok sayıda çalışma, bir arada bulunduklarında MP'ler ve ağır metallerin, tek başlarına oldukları duruma kıyasla daha yüksek toksisiteye yol açabildiklerini göstermiştir (Lu vd., 2018; Luo vd, 2022, Wang vd., 2025; Wei vd., 2026).

3. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışma, mikroplastikler ve ağır metallerin etkileşimlerini, oluşturdukları kirlilikleri ve bitkilere verdikleri zararları incelemiştir. Mikroplastikler ve ağır metaller, günümüzde yaygın olarak kullanılan malzemeler nedeniyle insan faaliyetleri sonucunda doğaya karışmaktadır. Bu kirlilik toprak yapısını, mikroorganizmaları, bitkileri, hayvanları ve besin zinciriyle insanları da etkilemektedir. Bu etkiler mikroplastiklerin ve ağır metallerin türüne, yoğunluğuna ve miktarına göre değişiklik göstermektedir. Bitkilerde mikroplastikler, ağır metallerin tutunmasına ve daha kolay taşınmasına neden olabilir; böylece çoklu etkiler meydana gelebilir. Bu etkiler sonucunda bitkilerde morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal değişiklikler oluşup hasarlanma gözlenebilir. Çevre, insan ve diğer canlıların sağlığı açısından doğaya salınan mikroplastik miktarının

azaltılması gerekmektedir. Bunun için önlemler alınmalı ve daha önceden toprağa, suya karışan mikroplastiklerin temizlenmesi için remediasyon çalışmaları yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Abbasi, S., Moore, F., Keshavarzi, B., Hopke, P. K., Naidu, R., Rahman, M. M., Oleszczuk, P., & Karimi, J. (2020). PET-microplastics as a vector for heavy metals in a simulated plant rhizosphere zone. *Science of the Total Environment*, 744, 140984. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140984>
- Abhari, A. (2025). The de-structive effects of heavy metals on plant health, soil quality, and agricultural productivity. *Journal of Heavy Metal Research*, e234136.
- An, Q., Zhou, T., Wen, C., & Yan, C. (2023). The effects of microplastics on heavy metals bioavailability in soils: A meta-analysis. *Journal of Hazardous Materials*, 460, 132369. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2023.132369>
- Aniebonam, S. O., & Aniebonam, C. P. (2023). Heavy metals and microplastics: Synergistic threats to agricultural sustainability. *International Journal of Flexible Manufacturing Research*, 4(4), 1156-1168.
- Barboza, L. G. A., Vieira, L. R., Branco, V., Figueiredo, N., Carvalho, F., Carvalho, C., & Guilhermino, L. (2018). Microplastics cause neurotoxicity, oxidative damage and energy-related changes and interact with the bioaccumulation of mercury in the European seabass, *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758). *Aquatic toxicology*, 195, 49-57.
- Chen, G., Li, Y., Liu, S., Junaid, M., & Wang, J. (2022). Effects of micro (nano) plastics on higher plants and the rhizosphere environment. *Science of the Total Environment*, 807, 150841.
- Chen, S., Feng, T., Lin, X., Hou, Z., Chao, L., Zhang, X., & Liu, Y. (2023). Effects of microplastics and cadmium on the soil-wheat system as single and combined contaminants. *Plant Physiology and Biochemistry*, 196, 291-301.
- Dong, Y., Gao, M., Song, Z., & Qiu, W. (2020). Microplastic particles increase arsenic toxicity to rice seedlings. *Environmental Pollution*, 259, 113892.
- Erdem H, Gence ÇÇ, Öztürk M, Buhan E, Kholikulov ST, Kaya Y. Topraktaki mikroplastikler kadmiyum toksisitesini artırır: bitki büyümesi ve besin dengesizliği üzerindeki etkileri. Su, Hava ve Toprak Kirliliği. 2025;236(9):555. doi:10.1007/s11270-025-08222-5.
- FAO (2018). Soil pollution: A hidden reality. 1-156.
- Giller, K. E., Witter, E., & McGrath, S. P. (2015). Plant–soil interactions in metal contaminated soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 80, 224–231.

- Godoy, V., Blázquez, G., Calero, M., Quesada, L., & Martín-Lara, M. A. (2019). The potential of microplastics as carriers of metals. *Environmental Pollution*, 255(Part 3), 113363. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.113363>
- Guo, S., Xiao, G., Chen, Y., Zhang, J., Zhang, B., Ru, S., & Zhao, M. (2024). Unraveling the characteristics of microplastics in agricultural soils upon long-term organic fertilizer application: A comprehensive study using diversity indices. *Chemosphere*, 364, 143235.
- Jadhav, B., & Medyńska-Juraszek, A. (2025). Microplastic-mediated heavy metal uptake in lettuce (*Lactuca sativa* L.): implications for food safety and agricultural sustainability. *Molecules*, 30(11), 2370
- Jomova, K., Makova, M., Alomar, S. Y., Alwasel, S. H., Nepovimova, E., Kuca, K., ... & Valko, M. (2022). Essential metals in health and disease. *Chemico-biological interactions*, 367, 110173.
- Jiang, X., Chen, H., Liao, Y., Ye, Z., Li, M., & Klobučar, G. (2019). Ecotoxicity and genotoxicity of polystyrene microplastics on higher plant *Vicia faba*. *Environmental Pollution*, 250, 831-838.
- Karaca, A. & Turgay, O. C. (2012). Toprak Kirliliği, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi, s. 1(1), s. 13-19.
- Kumar, A., Yu, Z. G., & Thakur, T. K. (2023). Microplastic pollutants in terrestrial and aquatic environment. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(49), 107296-107299.
- Liu, Y., Chen, S., Liang, X., Hou, Z., Lin, X., & Chao, L. (2025). The effect of different aging methods on the heavy metal adsorption capacity of microplastics. *Land Degradation & Development*, 36(3), 778-789.
- Lu K, Qiao R, An H, Zhang Y (2018) Influence of microplastics on the accumulation and chronic toxic effects of cadmium in zebrafish (*Danio rerio*). *Chemosphere* 202:514–520.
- Luo B, Li J, Wang M, Zhang X, Mi Y, Xiang J, Gong S, Zhou Y, Ma T (2022) Chronic toxicity effects of sediment-associated polystyrene nanoplastics alone and in combination with cadmium on a keystone benthic species *Bellamya aeruginosa*. *J Hazard Mater* 433:128800.
- Navarro, E., Baun, A., Behra, R., Hartmann, N. B., Filser, J., Miao, A. J., ... & Sigg, L. (2008). Environmental behavior and ecotoxicity of engineered nanoparticles to algae, plants, and fungi. *Ecotoxicology*, 17(5), 372-386.
- Plastics Europe. (2025). *Plastics – the facts 2025: An analysis of european plastics production, demand and waste data*. PlasticsEurope.
- Prajapati, A., Jadhao, P. S., Khare, A., Vaidya, A. N., Kumar, A. R., & Das, S. (2024). Characterization of microplastics and associated heavy metals in urban soils affected by anthropogenic littering: Distribution, spatial variation, and influence of soil properties. *Soil and Sediment Contamination: An International Journal*, 33(7), 1018-1046.

- Qi, Y., Yang, X., Mejia Pelaez, A., Huerta Lwanga, E., Beriot, N., Gertsen, H., Garbeva, P., & Geissen, V. (2018). Macro- and micro-plastics in soil–plant system: Effects of plastic mulch film residues on wheat (*Triticum aestivum*) growth. *Science of the Total Environment*, 645, 1048–1056. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.229>
- Rashid, A., Schutte, B. J., Ulery, A., Deyholos, M. K., Sanogo, S., Lehnhoff, E. A., & Beck, L. (2023). Heavy metal contamination in agricultural soil: environmental pollutants affecting crop health. *Agronomy*, 13(6), 1521.
- Searchinger, T., Waite, R., Hanson, C., Ranganathan, J., Dumas, P., Matthews, E., & Klirs, C. (2019). Creating a sustainable food future: a menu of solutions to feed nearly 10 billion people by 2050–final report. 1st edition; World Resources Institute: Washington, DC, USA, pp. 1–1
- Tózsér, D., Yelamanova, A., Sipos, B., Magura, T., & Simon, E. (2023). A meta-analysis on the heavy metal uptake in *Amaranthus* species. *Environmental Science and Pollution Research*, 30, 85102–85112. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-28374-3>
- Zhao, X., Wang, Y., & Li, J. (2022). Interactions of microplastics and soil pollutants in soil–plant systems. *Environmental Pollution*, 315, 120357.
- Verla, A. W., Enyoh, C. E., Verla, E. N., & Nwornorh, K. O. (2019). Microplastic–toxic chemical interaction: a review study on quantified levels, mechanism and implication: VA Wirnkor et al. *SN Applied Sciences*, 1(11), 1400.
- Wang, J. Y., Wang, M., Shi, J. W., Li, B. L., Liu, L., Duan, P. F., & Chen, Z. J. (2025). The effects of microplastics and heavy metals individually and in combination on the growth of water spinach (*Ipomoea aquatic*) and rhizosphere microorganisms. *Agronomy*, 15(6), 1319.
- Wei, L., Liu, S., Li, Y., Zhu, C., Qian, J., & Zhang, M. (2026). Environmental risk assessment of pollutant co-migration in microplastic-heavy metal composite contaminated soil. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 121756.
- Wolff Leal, T., Tochetto, G., Lima, S. V. D. M., de Oliveira, P. V., Schossler, H. J., de Oliveira, C. R. S., & da Silva Júnior, A. H. (2025). Nanoplastics and microplastics in agricultural systems: Effects on plants and implications for human consumption. *Microplastics*, 4(2), 16

**MUĞLA İLİ KÖYCEĞİZ İLÇESİ ALABALIK (*ONCORHYNCHUS MYKISS*)
KULUÇKAHANELERİNDE TOPLU ÖLÜMLERLE İLİŞKİLİ BAKTERİYEL ETKENLERİN VE
ANTİMİKROBİYAL DUYARLILIK PROFİLLERİNİN BELİRLENMESİ**

Dr. Öğr. Üyesi, Oğuzhan KUZUCU (Birinci yazar)¹/ Öğr., Yaprak GEZGEN (İkinci yazar)²

¹Van Yuzuncu Yıl University, Faculty of Aquaculture, Department of Fish Diseases, Zeve Campus, Van
65080, Türkiye, oguzhankuzucu@yyu.edu.tr ORCID: 0000-0002-9152-0663

²Van Yuzuncu Yıl University, Faculty of Aquaculture, yaprakgzgn88@gmail.com, 0009-0008-2308-9059

Özet

Bu çalışma, 2026 yılı yaz üretim döneminde Muğla ili Köyceğiz ilçesindeki alabalık kuluçkahanelerinde meydana gelen toplu ölümler kapsamında yürütülen bakteriyel survey çalışmasının sonuçlarını ve izolatların çeşitliliğini, antibiyotik duyarlılık profillerini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Mayıs-Ağustos 2026 döneminde üç farklı kuluçkahaneden (her tesis için her ay örnekleme toplam 12 örnekleme) semptom gösteren yavru ve anaç balıklardan örnekler alınmış (1-3000 g), anamnez ve makroskobik bulgular kaydedilmiştir. Çalışma kapsamında 3 tesisten farklı boy ve ağırlıklarda 200 örnek toplanmıştır. Dış bakıda kararma, eksoftalmi ve yüzgeç erimesi; nekropside karaciğerde kanama ve solgunluk, böbreklerde şişkinlik ve erime, hava kesesinde kanama ve bağırsaklarda enterik sıvı birikimi ile hemorajik lezyonlar belirlenmiştir. Örneklerden TSA, BHIA, TCBS ve TYES agarlara ekim yapılmış; saflaştırılan kolonilerden DNA izole edilerek 16S rRNA gen bölgesi sekanslanmıştır. Sekanslar NCBI BLAST ile karşılaştırılmıştır. Tüm izolatların antibiyotik duyarlılığı Kirby-Bauer disk difüzyon yöntemiyle, CLSI standartları temel alınarak değerlendirilmiştir. İzolatlar *Lactococcus garvieae* (%98,48, PQ895638.1; %98,68, AP043894.1; %98,54, CP160834.1; %98,70, CP160834.1), *Peribacillus* sp. (%99,60, PZ492163.1), *Aeromonas sobria* (%98,54, DQ625324.1; %96,73, PX617742.1), *Pseudomonas* sp. (%97,61, QZ409873.1), *Pseudomonas fluorescens* (%99,46, CP169220.1), *Pseudomonas brenneri* (%99,46, MF838684.1), *Microbacterium phyllosphaerae* (%99,45, QZ336857.1) ve uncultured *Bacillus* sp. olarak tanımlanmıştır. Antibiyogram sonuçlarında izolatlar arasında belirgin farklılıklar gözlenmiştir. İlk iki izolatta geniş antibiyotik duyarlılığı dikkat çekerken, diğer izolatlarda özellikle Amoksisilin, Eritromisin, Linkomisin, Oksitetrasiklin, Florfenikol ve Sulfamethoxazole-Trimethoprim'e karşı değişen düzeylerde direnç ve orta duyarlılık saptanmıştır. Gentamisin ve Enrofloksasin ise izolatların önemli bölümünde etkili bulunmuştur. Toplu ölümlerde birden fazla bakteriyel etkenin rol oynayabileceği ve izolatlar arasında değişken antibiyotik duyarlılık profilleri bulunduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Alabalık; alabalık kuluçkahanesi; toplu ölüm; bakteriyel etkenler; antimikrobiyal duyarlılık; antibiyogram; 16S rRNA

IDENTIFICATION OF BACTERIAL AGENTS ASSOCIATED WITH MASS MORTALITIES AND THEIR ANTIMICROBIAL SUSCEPTIBILITY PROFILES IN RAINBOW TROUT (*ONCORHYNCHUS MYKISS*) HATCHERIES IN KÖYCEĞİZ, MUĞLA, TÜRKİYE

Abstract

This study investigated a bacteriological survey conducted in response to mass mortalities in trout hatcheries in Köyceğiz, Muğla, Türkiye, during the 2026 summer production period, focusing on isolate diversity and antimicrobial susceptibility profiles. From May to August 2026, monthly sampling was performed at three hatcheries, resulting in 12 sampling events. Samples were collected from symptomatic juvenile and broodstock fish weighing 1–3000 g; anamnestic and macroscopic findings were recorded. In total, 200 fish of different sizes and weights were sampled. External examination revealed darkening, exophthalmia, and fin erosion. Necropsy revealed hepatic hemorrhage and pallor, swollen and eroded kidneys, splenomegaly, swim bladder hemorrhage, and enteric fluid accumulation with intestinal hemorrhagic lesions. Samples were inoculated onto TSA, BHIA, TCBS and TYES agar. Following purification, DNA was extracted from isolated colonies and the 16S rRNA gene region was sequenced. Sequences were compared using NCBI BLAST. Antimicrobial susceptibility was evaluated by the Kirby–Bauer disk diffusion method according to CLSI standards. The isolates were identified as *Lactococcus garvieae* (98.48%, PQ895638.1; 98.68%, AP043894.1; 98.54%, CP160834.1; 98.70%, CP160834.1), *Peribacillus* sp. (99.60%, PZ492163.1), *Aeromonas sobria* (98.54%, DQ625324.1; 96.73%, PX617742.1), *Pseudomonas* sp. (97.61%, DZ409873.1), *Pseudomonas fluorescens* (99.46%, CP169220.1), *Pseudomonas brenneri* (99.46%, MF838684.1), *Microbacterium phyllosphaerae* (99.45%, OZ336857.1), and uncultured *Bacillus* sp. Marked differences were observed in antibiogram profiles. The first two isolates showed broad antimicrobial susceptibility, whereas the remaining isolates exhibited varying resistance and intermediate susceptibility, particularly to amoxicillin, erythromycin, lincomycin, oxytetracycline, florfenicol, and sulfamethoxazole–trimethoprim. Gentamicin and enrofloxacin were effective against most isolates. These findings indicate that multiple bacterial agents may contribute to mass mortalities and that treatment should be guided by pathogen-specific antibiogram results.

Keywords: trout hatchery; mass mortality; bacterial agents; antimicrobial susceptibility; antibiogram; 16S rRNA.

1. GİRİŞ

Su ürünleri yetiştiriciliği, artan hayvansal protein gereksiniminin karşılanması, gıda güvenliğinin desteklenmesi ve kırsal bölgelerde ekonomik faaliyetlerin sürdürülmesi açısından stratejik öneme sahip bir üretim alanıdır. Küresel su ürünleri üretimindeki artışın önemli bir bölümü yetiştiricilik sektöründen kaynaklanmakta; bununla birlikte hastalıklar, biyogüvenlik sorunları ve antimikrobiyal ilaç kullanımına bağlı direnç gelişimi, sektörün sürdürülebilirliğini sınırlayan başlıca faktörler arasında yer almaktadır (Naylor et al., 2021). Özellikle yoğun stoklama, su kalitesindeki dalgalanmalar, yüksek organik yük, taşıma ve sıcaklık değişimleri gibi stres faktörleri balıkların bağışıklık yanıtını zayıflatarak bakteriyel hastalıkların ortaya çıkmasını ve kısa sürede yayılmasını kolaylaştırabilmektedir.

Gökkuşaağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*), hızlı büyüme performansı, farklı yetiştiricilik sistemlerine uyum yeteneği ve ekonomik değeri nedeniyle dünya genelinde ve Türkiye’de yetiştiriciliği en yaygın salmonid türlerinden biridir. Bununla birlikte, alabalık yetiştiriciliğinde bakteriyel hastalıklar yüksek mortaliteye, büyüme geriliğine, tedavi maliyetlerinin artmasına ve üretim kayıplarına neden olabilmektedir. Gökkuşaağı alabalıklarında bildirilen bakteriyel hastalık etkenleri arasında *Lactococcus*, *Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Yersinia* ve *Vibrio* cinslerine ait bakteriler öne çıkmaktadır. 2010–2022 yılları arasında bildirilen salgınları değerlendiren kapsamlı bir derlemede, gökkuşaağı alabalıklarında hem Gram-negatif hem de Gram-pozitif çok sayıda bakteriyel etkenin hastalık ve mortalite olaylarıyla ilişkili olduğu; su kalitesi, balık yoğunluğu, çevresel stres ve yetiştiricilik koşullarının salgınların ortaya çıkışında belirleyici rol oynadığı bildirilmiştir (Duman et al., 2023).

Türkiye’de yapılan çalışmalar, alabalık işletmelerinde bakteriyel etken çeşitliliğinin yalnızca bölgesel değil, aynı zamanda işletme ve mevsim düzeyinde de değişebildiğini göstermektedir. Türkiye’nin farklı bölgelerindeki balık çiftliklerinde yürütülen uzun süreli bir survey çalışmasında, su, sağlıklı balık ve hastalık belirtisi gösteren balıklardan izole edilen 90 *Pseudomonas* suşu 20 farklı tür altında sınıflandırılmıştır. Bu çalışmada *Pseudomonas fluorescens* grubu içerisinde yer alan çeşitli türlerin alabalık işletmelerinde yaygın olarak bulunabildiği ve bazı türlerin balık sağlığı açısından potansiyel risk oluşturabileceği ortaya konulmuştur (Duman et al., 2021). Ayrıca Muğla’daki alabalık işletmelerinden elde edilen izolatların incelendiği bir çalışmada, sağlıklı görünen gökkuşaağı alabalıklarının iç organlarından daha önce tanımlanmamış bir tür olan *Flavobacterium muglaense* izole edilmiştir. Bu bulgu, alabalık işletmelerindeki bakteriyel toplulukların yalnızca bilinen klasik patojenlerden oluşmadığını, bölgeye ve üretim ortamına özgü bakteriyel çeşitliliğin de dikkate alınması gerektiğini göstermektedir (Duman et al., 2021).

Lactococcus garvieae, özellikle sıcak su dönemlerinde ortaya çıkan ve gökkuşağı alabalıklarında yüksek mortaliteyle seyredildiği bildirilen önemli bakteriyel etkenlerden biridir. Lactococcosis olgularında ekzoftalmi, deri ve göz çevresinde hemorajiler, karaciğer ve yüzme kesesinde kanamalar, splenomegali ve hemorajik enteritis gibi klinik ve patolojik bulgular görülebilmektedir (Pastorino et al., 2019). Güneybatı Türkiye'deki gökkuşağı alabalığı işletmelerinde yürütülen bir çalışmada, aynı su kaynağını kullanan işletmeler arasında ve aynı işletme içerisindeki *L. garvieae* izolatlarının antibiyotik duyarlılık profillerinin farklılaşabildiği gösterilmiştir. Aynı çalışmada, bazı izolatlarda yüksek düzeyde direnç ve tetrasiklin grubu antibiyotiklerle ilişkili direnç genlerinin varlığı bildirilmiştir (Sezgin et al., 2023). Bu sonuçlar, bakteriyel hastalıkların kontrolünde yalnızca etkenin izolasyonunun yeterli olmadığını; izolat düzeyinde antimikrobiyal duyarlılık testlerinin de yapılması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Balık yetiştiriciliğinde antibiyotiklerin kontrolsüz veya ampirik kullanımı, dirençli bakterilerin seçilmesine ve direnç genlerinin sucul çevrede yayılmasına katkı sağlayabilmektedir. Balık patojenlerinde direnç genlerinin plazmidler ve integronlar gibi hareketli genetik elemanlar üzerinde taşınabildiği ve *Aeromonas*, *Yersinia*, *Edwardsiella* ve *Vibrio* gibi cinslere ait bakteriler arasında yayılabildiği bildirilmiştir (Miller and Harbottle, 2018). Asya'daki su ürünleri ve balıkçılık sistemlerine ilişkin geniş kapsamlı bir meta-analizde de antimikrobiyal direnç düzeylerinin önemli olduğu ve bölgesel süveyans çalışmalarının direnç eğilimlerinin izlenmesi bakımından gerekli olduğu vurgulanmıştır (Schar et al., 2021). Bu nedenle, hastalık görülen işletmelerde etkenlerin doğru ve mümkün olduğunca geniş bir bakteri yelpazesi içerisinde tanımlanması, antimikrobiyal duyarlılık profillerinin belirlenmesi ve elde edilen sonuçların bölgesel verilerle karşılaştırılması, rasyonel tedavi ve sürdürülebilir hastalık yönetimi açısından önem taşımaktadır.

1.1. Kuramsal Çerçeve

Bu çalışmada, 2026 yılı yaz üretim döneminde Muğla ili Köyceğiz ilçesinde bulunan üç alabalık kuluçkahanesinde meydana gelen toplu ölümlerle ilişkili bakteriyel etkenlerin ortaya konulması, izolatların moleküler yöntemlerle tanımlanması ve antimikrobiyal duyarlılık profillerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın, Köyceğiz bölgesindeki alabalık kuluçkahanelerinde bakteriyel etken çeşitliliğine ve izolatlar arasındaki antimikrobiyal duyarlılık farklılıklarına ilişkin güncel bir veri tabanı oluşturması; ayrıca toplu ölüm olaylarının değerlendirilmesi, uygun tedavi seçeneklerinin belirlenmesi ve işletme düzeyinde biyogüvenlik uygulamalarının geliştirilmesine katkı sağlaması beklenmektedir.

2. YÖNTEM

2.1. Balık Örnekleri

Çalışma kapsamında Muğla İli Köyceğiz İlçesi alabalık üretimi yapan kuluçkahanelerde; toplu ölüm yaşanan 3 tesiste 4 ay boyunca her ay bakteriyel ajanlarca enfekte olmuş ve mortalite görülmüş balık havuzlarından 200 adet farklı boylarda balık örneği alındı. Toplanan örneklerin aseptik koşullarda nekropsisi yapıldı ve her vaka için klinik lezyonlar kaydedildi. Örneklerin karaciğer, dalak ve böbrekleri diseksi edilerek bakteriyel ajanları tespit etmek için Tryptic Soy Agar (TSA), Tiyosülfat-Sitrat-Safra Tuzu-Sükroz Agar (TCBS), Tryptone Yeast Extract Agar (TYES) ve Beyin Kalp İnfüzyon Agar (BHIA) da kültüre alındı.

2.2. Bakteriyel izolasyon ve identifikasyon

Balık örneklerinden elde edilen bakteri örnekleri inkübasyondan sonra izolasyonun saflığını kontrol etmek amacıyla aynı koşullar altında alt kültüre tabi tutuldu. Saflaştırılan bakteri kolonileri fizyolojik açıdan incelendi. Ardından elde edilen saf bakteri kültürleri; %20 gliserol ilaveli Tryptic Soy Broth (TSB) ile -22 °C’de stoklandı. Bakteriyel identifikasyon için ise daha önce stoklanan bakteri örnekleri uygun besiyerlerinde canlandırma işleminden sonra pasajlanarak saf kültür haline getirildi. Bakteri örneklerinin moleküler yöntemlerle teşhisinde ticari DNA izolasyon kiti kullanıldı (Vivantis GF-BA-100). Kit protokolüne göre elde edilen DNA örneklerinin saflığının belirlenmesi için NanoDrop cihazında ölçümleri yapılarak, DNA örneklerinin 260/280 nm dalga boyundaki absorbans değerleri 1,8-2.0 aralığında ve konsantrasyonu 100 ng/μl en yakın olan örnekler çalışmaya dahil edildi. İzole edilen DNA örneklerinin tanımlanması için evrensel bakteriyel primer olarak adlandırılan 16s rRNA gen bölgelerinden

BAK2-F:5’AGTTTGATC(A/C)TGGCTCAG/3’

BAK11-F: 5’GGACTAC(C/T/A)AGGGTATCTAAT/3’ primer çiftleri kullanıldı.

DNA örneklerinin uygun PCR koşullarında çoğaltılması ve DNA bantlarının DNA gen dizi analizi için çoğaltılmasında PCR karışım protokolü (2 μL 10x PCR Buffer, 0,4 μL MgCl₂, 0,4 μL Primer F, 0,4 Primer R, 1 μL DNA (Template), 0,4 μL dNTP, 0,3 μL Taq polimeraz, 15,1 μL dH₂O) uygulandı (Kuzucu, 2023). Karışım, protokolün hazırlanmasının ardından bakteri DNA’larının çoğaltılması için; 95°C 5 dakika, 35 tekrar ile [50°C 30 sn.- 48°C 45 sn. 72°C 1dk.], 72°C 10 dakika ve +4°C’de tamamlandı. Elde edilen DNA örneklerinin amplifikasyonunun kontrolü için PCR ürünleri agaroz jel elektroforezinde yürütüldü.

Çalışmada DNA gen dizi analizi için AB3130XL16 kapiller cihazı (Hitachi, Japonya) kullanıldı. Jel elektroforezinde uygun bant gösteren örnekler sekans işlemi için seçilerek Exso-SAP pürifikasyonu; 2,5 μl PCR ürünü, 1 μl Exosap ile karıştırılarak, 37°C 30 dakika, 80°C’de 15 dakika ve +4 °C’de sonlandırılacak şekilde

reaksiyon karışımı ve PCR protokolü uygulandı. ExsoSAP pürifikasyonundan sonra Cycle Sequencing PCR reaksiyon karışımı; 3,5 µl PCR ürünü, 2 µl Big Dye, 2 µl Buffer (5x), 0,5 µl dH₂O ve 2 µl Primer (F ve R, 2 ng/ul) şeklinde hazırlandı ve PCR protokolü uygulandı. Sekans öncesi tüm örnekler Sephadex pürifikasyonu yapılarak AB3130xl Genetic Analyzer cihazına yüklendi. Sephadex pürifikasyonu için; 1 gr Sephadex 14 ml deiyonize ultra saf su içerisinde çözülerek 700 µl alıcı sütun içerisine aktarıldı. 4600 rpm 2.5 dk santrifüj edilerek sephadex karışımının sıvı kısmı uzaklaştırıldı. Elde edilen kolona Sekans PCR ürünleri eklenerek 4600 rpm 2.5 dk santrifüj edildi. Santrifüj sonrası altta kalan kısım sekans cihazına yüklendi.

Sekans datalarının değerlendirilmesi için ham veriler Bioedit 7.2.5 software ile işlenerek NCBI - Basic Local Alignment Search Tools (BLAST) programı kullanılarak referans veri tabanları ile karşılaştırıldı. Tüm örnekler çift yönlü çalışarak konsensüs oluşturulup blastlandı (Kuzucu et al., 2025). İzole ve identifiye edilen tüm suşlar NCBI'da benzerlik oranlarına göre filogenetik ağaç oluşturuldu.

2.3. Antibiyotik Duyarlılığı

İdentifikasyonu yapılarak stoklanan suşların antibiyotik duyarlılığının tespiti için Kirby Bauer disk difüzyon yöntemi BD ticari markalı antibiyotik diskleri ile Muller-Hilton agarda uygulandı (Bauer ve ark., 1966).

3. BULGULAR

3.1. Örnekleme Alanları ve Örneklerin Genel Özellikleri

Çalışma, Muğla ili Köyceğiz ilçesinde alabalık üretimi gerçekleştiren ve toplu ölümlerin görüldüğü üç farklı kuluçkahanede yürütülmüştür. Örnekleme, 2026 yılı Mayıs–Ağustos dönemini kapsayan dört aylık yaz üretim sezonunda gerçekleştirilmiştir. Her bir tesiste, bakteriyel enfeksiyon bulguları gösteren ve mortalite görülen balık havuzlarından örnekleme yapılmıştır.

Çalışma kapsamında, farklı boy ve ağırlıklara sahip yavru ve anaç balıklardan toplam 200 örnek toplanmıştır. Örneklenen balıkların ağırlıkları 1–3000 g arasında değişmiştir. Balık örnekleri, klinik olarak hastalık belirtileri gösteren ve ölüm olaylarının gözlemlendiği havuzlardan temin edilmiştir. Her bir balık örneğinde dış bakı ve nekropsi işlemleri gerçekleştirilmiş; gözlenen klinik ve makroskobik bulgular kayıt altına alınmıştır. Bakteriyolojik incelemeler için balıkların karaciğer, dalak ve böbrek dokularından aseptik koşullarda örnekler alınmıştır.

3.2. Klinik ve Makroskobik Bulgular

İncelenen balıklarda dış bakıda farklı şiddetlerde klinik bulgular gözlenmiştir. En belirgin klinik bulgular arasında vücut yüzeyinde kararma, ekzoftalmi ve yüzgeçlerde erime yer almıştır. Bu bulguların özellikle toplu ölümlerin görüldüğü havuzlardan alınan ve genel durum bozukluğu gösteren balıklarda daha dikkat çekici

olduğu belirlenmiştir. Nekropsi incelemelerinde iç organlarda hemorajik ve dejeneratif nitelikte lezyonlar saptanmıştır. Karaciğerde kanama odakları ve solgunluk gözlenirken, böbreklerde şişkinlik ve doku bütünlüğünde bozulma ile karakterize erime alanları belirlenmiştir. Hava kesesinde kanama bulguları tespit edilmiştir. Sindirim kanalında ise enterik sıvı birikimi ve bağırsaklarda hemorajik lezyonlar gözlenmiştir. Dış bakıda belirlenen kararma, ekzoftalmi ve yüzgeç erimesi ile nekropside saptanan karaciğer, böbrek, hava kesesi ve bağırsak lezyonları birlikte değerlendirildiğinde, incelenen balıklarda sistemik enfeksiyonla uyumlu klinik ve makroskopik bulgular bulunduğu görülmüştür. Bu bulguların görüldüğü balıklardan bakteriyolojik inceleme amacıyla karaciğer, dalak ve böbrek dokularından örnekler alınmıştır.

3.3. Bakteriyel İzolasyon ve İdentifikasyon Bulguları

Bakteriyel izolasyon amacıyla incelenen balıkların karaciğer, dalak ve böbrek dokularından alınan örnekler TSA, BHIA ve TCBS besiyerlerine ekilmiştir. İnkübasyon sonrasında gelişen koloniler saflaştırılmış ve elde edilen saf kültürler moleküler identifikasyon ve antimikrobiyal duyarlılık analizlerinde kullanılmak üzere stoklanmıştır.

Saflaştırılan bakteriyel izolatların moleküler identifikasyonu, bakteriyel gen bölgesinin PCR ile çoğaltılması ve elde edilen ürünlerin sekanslanması yoluyla gerçekleştirilmiştir. Çift yönlü sekans verilerinden oluşturulan konsensüs dizileri NCBI-BLAST veri tabanında karşılaştırılmış ve izolatlar en yüksek benzerlik gösterdikleri referans diziler dikkate alınarak tanımlanmıştır.

Sekans analizleri sonucunda izolatlar arasında birden fazla bakteriyel taksonun bulunduğu belirlenmiştir. Dört izolatın *Lactococcus garvieae* ile en yüksek benzerliği gösterdiği ve bu izolatların referans dizilerle benzerlik oranlarının sırasıyla %98,48, %98,68, %98,54 ve %98,70 olduğu saptanmıştır. Bu izolatlara ait benzerlik gösteren referans dizilerinin erişim numaraları sırasıyla PQ895638.1, AP043894.1, CP160834.1 ve CP160834.1 olarak belirlenmiştir. İzolatların bir diğer grubu *Peribacillus sp.* olarak tanımlanmış ve bu izolatın referans dizisiyle %99,60 oranında benzerlik gösterdiği belirlenmiştir. *Aeromonas sobria* ile benzerlik gösteren iki izolat tespit edilmiş; bu izolatların sekans benzerlik oranları sırasıyla %98,54 ve %96,73 olarak bulunmuştur. Bu izolatların karşılaştırıldığı referans dizilerin erişim numaraları DQ625324.1 ve PX617742.1'dir. Çalışmada *Pseudomonas* cinsi içerisinde değerlendirilen üç farklı izolat profili belirlenmiştir. İzolatlardan biri *Pseudomonas sp.* olarak tanımlanmış ve referans dizisiyle %97,61 oranında benzerlik göstermiştir. Diğer iki izolat ise sırasıyla *Pseudomonas fluorescens* ve *Pseudomonas brenneri* olarak tanımlanmıştır. Her iki izolatın referans dizilerle benzerlik oranı %99,46 olarak belirlenmiş; ilgili erişim numaraları *P. fluorescens* için CP169220.1 ve *P. brenneri* için MF838684.1 olarak kaydedilmiştir.

İzolatlar arasında ayrıca %99,45 sekans benzerliği ile *Microbacterium phyllosphaerae* olarak tanımlanan bir izolat bulunmuştur. Bu izolatın karşılaştırıldığı referans dizinin erişim numarası QZ336857.1'dir. Bunun yanı sıra, sekans verisi kültüre edilmemiş *Bacillus* sp. grubu ile benzerlik gösteren bir izolat daha belirlenmiştir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, bakteriyel izolatlardan elde edilen sekans sonuçları; *Lactococcus*, *Peribacillus*, *Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Microbacterium* ve *Bacillus* gruplarına ait bakterilerin çalışma kapsamındaki balık örneklerinde bulunduğunu göstermiştir. Tanımlanan izolatlar içerisinde özellikle *L. garvieae* ve *A. sobria* gibi balık hastalıklarıyla ilişkilendirilen bakterilerin yanı sıra, farklı çevresel ve fırsatçı bakteriyel gruplara ait izolatlar da tespit edilmiştir.

3.4. Antimikrobiyal Duyarlılık Bulguları

İzole edilerek moleküler yöntemlerle tanımlanan bakteriyel suşların antimikrobiyal duyarlılıkları, Kirby–Bauer disk difüzyon yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir. Antibiyogram sonuçlarında izolatlar arasında antibiyotiklere karşı duyarlılık düzeyleri bakımından belirgin farklılıklar gözlenmiştir. Bazı izolatların çok sayıda antibiyotiğe duyarlı olduğu, bazı izolatların ise birden fazla antibiyotiğe karşı orta duyarlı veya dirençli profiller sergilediği belirlenmiştir.

Antibiyogram kayıtlarında gentamisin (GM), amoksisilin (AX), doksisisiklin (DO), eritromisin (E), enrofloksasin (ENR), oksitetrasiklin (OT), florfenikol (FFC) ve sulfametoksazol-trimetoprim (SXT) başta olmak üzere farklı antimikrobiyal ajanlara ait inhibisyon zon çapları değerlendirilmiştir. Paylaşılan antibiyogram tablosunda inhibisyon zon çaplarının izolatlar göre değiştiği, bazı antibiyotiklerde ise herhangi bir inhibisyon zonu oluşmadığı görülmüştür. İnhibisyon zonu oluşmayan veya çok düşük zon çapı gösteren sonuçlar ilgili izolat açısından dirençli ya da düşük duyarlılık profili ile uyumlu olarak değerlendirilmiştir. İlk iki izolatın antibiyogram sonuçlarında geniş antibiyotik duyarlılığı dikkati çekmiştir. Bu izolatlarda gentamisin, amoksisilin, doksisisiklin, eritromisin, enrofloksasin, oksitetrasiklin, florfenikol ve sulfametoksazol-trimetoprim diskleri çevresinde belirgin inhibisyon zonları oluşmuştur. Buna karşılık, diğer izolatlarda antibiyotiklere verilen yanıtın daha değişken olduğu ve bazı antibiyotiklere karşı inhibisyon zonlarının oluşmadığı veya sınırlı kaldığı belirlenmiştir. Amoksisilin, eritromisin, oksitetrasiklin, florfenikol ve sulfametoksazol-trimetoprim grubu antibiyotiklerde izolatlar arasında farklı düzeylerde direnç ve orta duyarlılık gözlenmiştir. Bu antibiyotiklere karşı bazı izolatlarda belirgin inhibisyon zonları meydana gelirken, bazı izolatlarda zon çaplarının azalması veya zon oluşmaması dikkat çekmiştir. Bu durum, aynı çalışma grubu içerisinde yer alan bakteriyel izolatların antimikrobiyal ajanlara karşı aynı duyarlılık profilini göstermediğini ortaya koymuştur. Gentamisin ve enrofloksasin ise izolatların önemli bir bölümünde daha etkili bulunan antibiyotikler arasında yer

almıştır. Bu antibiyotiklere ait disklerin çevresinde çoğu izolatta daha geniş inhibisyon zonları gözlenmiş ve izolatların önemli kısmında duyarlı profile rastlanmıştır. Bununla birlikte, tüm izolatların gentamisin ve enrofloksasine aynı düzeyde duyarlı olduğu söylenemeyeceğinden, tedavi seçiminde her bir izolat için elde edilen antibiyogram sonucunun ayrı ayrı değerlendirilmesi gerekmektedir.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Muğla ili Köyceğiz ilçesinde bulunan üç alabalık kuluçkahanesinde 2026 yılı Mayıs–Ağustos döneminde meydana gelen toplu ölümlerle ilişkili bakteriyel etkenler ve bu etkenlerin antimikrobiyal duyarlılık profilleri incelenmiştir. Çalışma kapsamında farklı boy ve ağırlıklarda toplam 200 balık örneklenmiş, örneklenen balıklarda kararma, ekzoftalmi ve yüzgeç erimesi gibi dış bulgular ile karaciğer ve hava kesesinde kanama, karaciğerde solgunluk, böbreklerde şişkinlik ve erime, bağırsaklarda enterik sıvı birikimi ve hemorajik lezyonlar belirlenmiştir. Bu bulgular, incelenen balıklarda bakteriyel enfeksiyonların bulunabileceğini düşündürmüştür.

Moleküler identifikasyon sonuçlarında *Lactococcus garvieae*, *Peribacillus* sp., *Aeromonas sobria*, *Pseudomonas* sp., *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas brenneri*, *Microbacterium phyllosphaerae* ve kültüre edilmemiş *Bacillus* sp. ile benzerlik gösteren izolatlar belirlenmiştir. İzolatların farklı bakteri gruplarına dağılması, toplu ölüm olaylarının tek bir bakteriyel etkenle açıklanamayabileceğini ve birden fazla bakteriyel etkenin aynı üretim sistemi içerisinde bulunabileceğini göstermektedir. Bununla birlikte, bir bakterinin örnekten izole edilmesi veya 16S rRNA dizi benzerliği göstermesi, tek başına o bakterinin kesin patojen olduğunu kanıtlamaz. Bu nedenle elde edilen izolatlar, bu çalışma kapsamında öncelikle “toplu ölümlerle ilişkili bakteriyel izolatlar” olarak değerlendirilmelidir. Kesin patojenite değerlendirmesi için deneysel enfeksiyon çalışmaları, virülens genlerinin araştırılması ve etken–konak ilişkisinin ortaya konulması gerekmektedir.

Gökkuşağı alabalıklarında bakteriyel hastalık salgınlarını değerlendiren güncel bir derlemede; *Lactococcus*, *Pseudomonas*, *Flavobacterium* ve *Weissella* gibi farklı Gram-pozitif ve Gram-negatif bakteri cinslerinin hastalık ve mortalite olaylarıyla ilişkili olduğu bildirilmiştir. Aynı çalışmada balık yoğunluğu, su kalitesi, çevresel koşullar ve stres faktörlerinin bakteriyel hastalıkların ortaya çıkışında etkili olduğu vurgulanmıştır (Duman et al., 2023). Mevcut çalışmada da birden fazla bakteriyel grubun izole edilmiş olması, alabalık kuluçkahanelerinde hastalıkların yalnızca tek bir etken üzerinden değil, konak–çevre–patojen etkileşimi çerçevesinde değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Çalışmada belirlenen *Lactococcus garvieae* izolatları, alabalık yetiştiriciliği bakımından özel önem taşımaktadır. *L. garvieae*, özellikle sıcak dönemlerde gökkuşağı alabalıklarında yüksek mortaliteyle seyreden

Lactococcosis olgularının önemli etkenlerinden biridir. Bu enfeksiyonlarda ekzoftalmi, hemorajiler, karaciğer ve hava kesesinde kanamalar, splenomegali ve hemorajik enteritis gibi bulgular görülebilmektedir (Pastorino et al., 2019). Mevcut çalışmada gözlenen ekzoftalmi, hemorajik lezyonlar ve hava kesesindeki kanamalar, *L. garvieae* ile ilişkilendirilen klinik ve makroskobik bulgularla benzerlik göstermektedir. Ancak bu benzerlik, söz konusu bulguların yalnızca *L. garvieae* enfeksiyonuna özgü olduğu anlamına gelmemektedir; farklı bakteriyel sepsisemilerde de benzer lezyonlar ortaya çıkabilmektedir.

Muğla ve Güneybatı Türkiye’de yürütülen önceki çalışmalar, bölgedeki alabalık işletmelerinde bakteriyel çeşitliliğin ve antimikrobiyal direnç profillerinin değişken olduğunu ortaya koymuştur. Türkiye’nin farklı bölgelerindeki balık çiftliklerinden izole edilen *Pseudomonas* suşlarının incelendiği bir çalışmada, 90 izolatın 20 farklı tür altında sınıflandırıldığı ve bazı *Pseudomonas* türlerinin alabalık işletmelerinde yaygın olarak bulunabildiği bildirilmiştir (Duman et al., 2021a). Muğla’daki alabalık işletmelerinden elde edilen izolatlar üzerinde yürütülen başka bir çalışmada ise *Flavobacterium muglaense* adlı yeni bir tür tanımlanmıştır (Duman et al., 2021b). Bu bulgular, Köyceğiz bölgesinde belirlenen bakteriyel çeşitliliğin, alabalık yetiştiriciliği yapılan sucul ortamlarda bakteriyel toplulukların bölgesel ve işletmeye özgü olarak değişebildiğini gösteren önceki araştırmalarla uyumlu olduğunu düşündürmektedir.

Antimikrobiyal duyarlılık sonuçlarında izolatlar arasında belirgin farklılıklar gözlenmiştir. İlk iki izolatta geniş antibiyotik duyarlılığı belirlenirken, diğer izolatlarda amoksisilin, eritromisin, oksitetrasiklin, florfenikol ve sulfametoksazol-trimetoprim karşı değişen düzeylerde direnç veya orta duyarlılık saptanmıştır. Gentamisin ve enrofloksasin ise izolatların önemli bir bölümünde daha etkili bulunmuştur. Bununla birlikte, bir antibiyotığın çok sayıda izolatta etkili bulunması, tüm izolatlar için aynı tedavi yanıtının alınacağını garanti etmez. Antimikrobiyal duyarlılığın bakteri türüne, izolatın genetik özelliklerine, önceki ilaç uygulamalarına ve işletmedeki çevresel koşullara bağlı olarak değişebileceği dikkate alınmalıdır.

Güneybatı Türkiye’deki gökkuşağı alabalığı işletmelerinden izole edilen *L. garvieae* suşlarıyla yapılan bir çalışmada, aynı su kaynağını kullanan işletmeler arasında ve aynı işletme içerisinde farklı antibiyotik duyarlılık profillerinin bulunabildiği bildirilmiştir. Ayrıca bazı izolatlarda yüksek düzeyde direnç ve tetrasiklin grubu antibiyotiklerle ilişkili direnç genleri tespit edilmiştir (Sezgin et al., 2023). Bu sonuçlar, mevcut çalışmada gözlenen değişken antibiyotik duyarlılık profilleriyle benzerlik göstermektedir. Dolayısıyla Köyceğiz bölgesindeki kuluçkahanelerde de tek bir işletmeden veya sınırlı sayıda izolattan elde edilen antibiyogram sonuçlarının tüm bölgeyi temsil ettiği kabul edilmemelidir.

Su ürünleri yetiştiriciliğinde antimikrobiyal ilaçların gereksiz, tekrarlayan veya ampirik kullanımı dirençli bakterilerin seçilmesine katkı sağlayabilmektedir. Balık patojenlerinde direnç genlerinin plazmid ve integron gibi hareketli genetik elemanlar üzerinde taşınabildiği ve sucul çevrede farklı bakteriler arasında aktarılabilirdiği bildirilmiştir (Miller & Harbottle, 2018). Ayrıca Asya'daki su ürünleri sistemlerini kapsayan geniş bir meta-analizde, antimikrobiyal direncin izlenmesi için düzenli ve bölgesel süveyans çalışmalarına ihtiyaç olduğu vurgulanmıştır (Schar et al., 2021). Bu nedenle antibiyotik seçimi yalnızca geçmiş deneyimlere veya işletme uygulamalarına dayandırılmamalı; bakteriyolojik izolasyon ve antimikrobiyal duyarlılık testleriyle desteklenmelidir.

Sonuç olarak, Köyceğiz ilçesindeki alabalık kuluçkahanelerinde meydana gelen toplu ölümler sırasında farklı bakteriyel gruplara ait izolatlar belirlenmiş ve izolatlar arasında değişken antimikrobiyal duyarlılık profilleri gözlenmiştir. Bulgular, toplu ölümlerin değerlendirilmesinde çoklu bakteriyel etken olasılığının dikkate alınması gerektiğini ve antibiyotik uygulamalarının izolat bazında antibiyogram sonuçlarına göre planlanmasının önemini ortaya koymaktadır. Kuluçkahanelerde düzenli bakteriyel survey programları yürütülmeli; su, balık ve tesis ekipmanlarından periyodik örnekler alınmalıdır. Hastalık görülmeden önce temel bakteriyel flora ve antimikrobiyal duyarlılık profilleri belirlenerek referans veri oluşturulmalıdır. Su sıcaklığı, çözünmüş oksijen, pH, amonyak, nitrit, organik yük, stok yoğunluğu ve günlük mortalite kayıtları düzenli olarak izlenmelidir. Ölü ve moribund balıklar havuzlardan gecikmeden uzaklaştırılmalı, ekipmanlar tesisler arasında ortak kullanılmamalı ve giriş-çıkışlarda biyogüvenlik protokolleri uygulanmalıdır. Antimikrobiyal ilaçlar yalnızca gerekli durumlarda, veteriner hekim ve su ürünleri hastalıkları uzmanı gözetiminde, laboratuvar sonuçlarına dayalı olarak kullanılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Bauer, A. W., Kirby, W. M., Sherris, J. C., Turck, M. (1966). Antibiotic susceptibility testing by a standardized single diffusion method. *American Journal of Clinical Pathology*, 45, 493-496.
- Duman, M., Altun, S., Saticioglu, I. B., Romalde, J. L. (2023). A review of bacterial disease outbreaks in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) reported from 2010 to 2022. *Journal of Fish Diseases*, 48(9), e13886. <https://doi.org/10.1111/jfd.13886>
- Duman, M., Altun, S., Saticioglu, I. B., Romalde, J. L. (2023). A review of bacterial disease outbreaks in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) reported from 2010 to 2022. *Journal of Fish Diseases*, 48(9), e13886. <https://doi.org/10.1111/jfd.13886>
- Duman, M., Ay, H., Altun, S., Sahin, N., Saticioglu, I. B. (2021). *Flavobacterium muglaense* sp. nov. isolated from internal organs of apparently healthy rainbow trout. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 71(7), 004903. <https://doi.org/10.1099/ijsem.0.004903>
- Duman, M., Mulet, M., Altun, S., Saticioglu, I. B., Ozdemir, B., Ajmi, N., Lalucat, J., García-Valdés, E. (2021). The diversity of *Pseudomonas* species isolated from fish farms in Turkey. *Aquaculture*, 535, 736369. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.736369>
- Ferri, G., Lauteri, C., Vergara, A. (2022). Antibiotic resistance in the finfish aquaculture industry: A review. *Antibiotics*, 11(11), 1574. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11111574>
- Kuzucu, O., Büyükçapar, H., Sarp, S. (2025). Hirfanlı Baraj Gölünde Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) Yetiştiriciliği Yapan İşletmelerin Bakteriyel Hastalıklarının Araştırılması. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 28(2), 561-570.
- Miller, R. A., Harbottle, H. (2018). Antimicrobial drug resistance in fish pathogens. *Microbiology Spectrum*, 6(1). <https://doi.org/10.1128/microbiolspec.arba-0017-2017>
- Naylor, R. L., Hardy, R. W., Buschmann, A. H., Hynes, S., Bradshaw, M. D., Cao, L., Klinger, D. H., Little, D. C., Lubchenco, J., Shumway, S. E., Troell, M. (2021). A 20-year retrospective review of global aquaculture. *Nature*, 591, 551–563. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03308-6>
- Pastorino, P., Vela Alonso, A. I., Colussi, S., Cavazza, G., Menconi, V., Mugetti, D., Righetti, M., Barbero, R., Zuccaro, G., Prearo, M. (2019). A summer mortality outbreak of lactococcosis by *Lactococcus garvieae* in a raceway system affecting farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and brook trout (*Salvelinus fontinalis*). *Animals*, 9(12), 1043. <https://doi.org/10.3390/ani9121043>
- Schar, D., Zhao, C., Wang, Y., Larsson, D. G. J., Gilbert, M., Van Boeckel, T. P. (2021). Twenty-year trends in antimicrobial resistance from aquaculture and fisheries in Asia. *Nature Communications*, 12, 5384. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-25655-8>
- Sezgin, S. S., Yılmaz, M., Arslan, T., Kubilay, A. (2023). Current antibiotic sensitivity of *Lactococcus garvieae* in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) farms from Southwestern Turkey. *Journal of Agricultural Sciences*, 29(2), 630–642. <https://doi.org/10.15832/ankutbd.990781>

FIRAT NEHRİ HAVZASINDAKİ BALIK ÇİFTLİKLERİNDEN ELDE EDİLEN *AEROMONAS* TÜRLERİNDE YAYGINLIK, FİLOGENETİK ÇEŞİTLİLİK VE TETRASİKLİN DİRENÇ GENLERİ

Dr. Öğr. Üyesi, Oğuzhan KUZUCU (Birinci yazar)¹/ Öğr. Yaprak GEZGEN (İkinci yazar)²

¹Van Yuzuncu Yıl University, Faculty of Aquaculture, Department of Fish Diseases, Zeve Campus, Van 65080, Türkiye, oguzhankuzucu@yyu.edu.tr ORCID: 0000-0002-9152-0663

²Van Yuzuncu Yıl University, Faculty of Aquaculture, yaprakgzgn88@gmail.com, 0009-0008-2308-9059

Özet

Bu çalışma, Fırat Havzası'ndaki su ürünleri yetiştiriciliğiyle ilişkili ortamlardan elde edilen 28 *Aeromonas* izolatında tet(A), tet(B), tet(C) ve tet(M) genlerinin varlığını, mevcut dizi temelli çeşitliliği ve tanımlayıcı antimikrobiyal duyarlılık gözlemlerini incelemektedir. On iki birleşik çevresel örnek, altı kontrol noktasından 12 aylık dönemde toplanmıştır. Her kontrol noktasında üç derinlik aralığından alınan su örnekleri birleştirildiği için derinliğe özgü karşılaştırma yapılmamıştır. Derlenen veri seti 4 saha kökenli ve 24 stok koleksiyon kaydından oluşmuştur. Mevcut 16S rRNA bölgesine dayalı dizi tanımlaması 11 izolat için korunmuş ve bildirilen benzerlikler %96,04–%97,43 arasında bulunmuştur. Antibiyotik direnç geni varlığı klasik PCR ve jel görüntüleme ile incelenmiş; tet(B) 17/28 (%60,7), tet(A) 11/28 (%39,3), tet(M) 9/28 (%32,1) ve tet(C) 3/28 (%10,7) pozitif bant görüntüleri elde edilmiştir. Tüm izolatların antibiyotik duyarlılığı Kirby-Bauer disk difüzyon yöntemiyle, CLSI standartları temel alınarak değerlendirilmiştir. Disk difüzyon sonuçları dokuz antimikrobiyal ajan için arşivlenmiştir. Çalışma kapsamında elde edilen bulgular, su ürünleri yetiştiriciliği ortamlarında tetrasiklinle ilişkili genlerin izlenmesinin sürdürülmesini desteklemektedir.

Anahtar kelimeler: *Aeromonas*; antimicrobial resistance genes; tetracycline; aquaculture; Euphrates River Basin; 16S rRNA.

Abstract

This study examines the presence of the tet(A), tet(B), tet(C), and tet(M) genes, the existing sequence-based diversity, and descriptive antimicrobial susceptibility profiles in 28 *Aeromonas* isolates obtained from environments associated with aquaculture in the Euphrates River Basin. Twelve pooled environmental samples were collected from six monitoring sites over a 12-month period. Since water samples from three depth ranges at each monitoring site were pooled, no depth-specific comparisons were made. The compiled dataset consisted of 4 field-derived isolates and 24 stock collection isolates. Sequence identification based on the 16S rRNA region was confirmed for 11 isolates, with reported similarities ranging from 96.04% to 97.43%. The presence of antibiotic resistance genes was investigated using conventional PCR and gel imaging; positive bands were observed for tet(B) in 17/28 (60.7%), tet(A) in 11/28 (39.3%), tet(M) in 9/28 (32.1%), and tet(C) in 3/28 (10.7%). The antibiotic susceptibility of all isolates was evaluated using the Kirby-Bauer disk diffusion method, based on CLSI standards. Disk diffusion results were recorded for nine antimicrobial agents. The findings obtained in this study support the continued monitoring of tetracycline-related genes in aquaculture environments.

Keywords: *Aeromonas*; antimicrobial resistance genes; tetracycline; aquaculture; Euphrates River Basin; 16S rRNA

1. GİRİŞ

Su ürünleri yetiştiriciliği, küresel gıda üretim sektörleri arasında en hızlı büyüyen alanlardan biri olmakla birlikte, *Aeromonas* türlerinin neden olduğu Motile *Aeromonas* Septisemi (MAS) hastalığı ile önemli ekonomik kayıplar yaşamaktadır (Abarike ve ark., 2024; WHO 2025). MAS, dış ülserler, fin çürüklüğü ve hemorajik septisemi gibi ciddi klinik bulgularla karakterize olup, şiddetli durumlarda %80-100 oranında ölüm oranına neden olabilmektedir. Balık hastalıklarında rol oynayan başlıca *Aeromonas* türleri arasında *Aeromonas hydrophila*, *Aeromonas salmonicida*, *Aeromonas sobria*, *Aeromonas caviae*, *Aeromonas veronii* ve *Aeromonas jandaei* bulunmaktadır. Her bir tür, konak balık türü ve çevresel koşullara bağlı olarak farklı epidemiyolojik örüntüler ve virülans özellikleri gösterebilmektedir (Abarike ve ark., 2024; Fečkaninová ve ark., 2017). Su ürünleri yetiştiriciliğinde MAS enfeksiyonlarının kontrolü tarihsel olarak antibiyotiklere dayanmıştır. Ancak, antibiyotiklerin yaygın ve kontrolsüz kullanımı, özellikle tetrasiklin dirençli *Aeromonas* suşlarının ortaya çıkmasına neden olmuş, bazı bölgelerde dirençli izolatların oranı yüksek oranda çıkmıştır (Tao ve ark., 2026). Dirençli bakterilerin ve direnç genlerinin su ortamından insan popülasyonlarına transferi, küresel antimikrobiyal direnç yönetimi açısından kritik bir endişe kaynağı oluşturmaktadır (Abarike ve ark., 2024). Bu durum, *Aeromonas* türlerinin prevalansının, filogenetik çeşitliliğinin ve antibiyotik direnç profillerinin bölgesel ve küresel ölçekte sürekli izlenmesini zorunlu kılmaktadır.

Son yıllarda yapılan çalışmalar, su ürünleri yetiştiriciliğinde antibiyotik direnci konusundaki araştırmaların önemli ölçüde arttığını göstermektedir. Özellikle Çin, Hindistan ve ABD gibi ülkeler bu alandaki çalışmalara öncülük etmektedir. Bu çalışmalar, çoklu ilaca dirençli bakterilerin sucul ortamlardaki varlığına, antibiyotik direnç genlerine (ARG'ler) ve yatay gen transferine odaklanmaktadır. 2019 yılında, antibiyotik dirençli bakterilerin neden olduğu ciddi enfeksiyonların dünya genelinde 1.27 milyondan fazla ölüme doğrudan yol açtığı ve ek olarak 4.95 milyon ölüme katkıda bulunduğu tahmin edilmektedir. Bu durum, su ürünleri yetiştiriciliğinde antibiyotik kullanımının sadece hayvan sağlığı için değil, aynı zamanda halk sağlığı için de ciddi bir tehdit oluşturduğunu açıkça ortaya koymaktadır (Mohammed ve ark., 2025).

Türkiye, su ürünleri yetiştiriciliğinde önemli bir potansiyele sahip olup, özellikle Fırat Nehri Havzası gibi iç su kaynakları bu sektör için kritik öneme sahiptir. Ancak, bu bölgelerdeki *Aeromonas* popülasyonlarının genetik çeşitliliği ve antibiyotik direnç profilleri hakkında sınırlı bilgi bulunmaktadır. Türkiye'de yapılan çalışmalar sınırlı olup, yapılan bir çalışmada perakende balıklardan izole edilen *Aeromonas* türlerinde yüksek oranlarda antibiyotik direnci olduğunu göstermektedir (Aydın ve ark., 2025). Özellikle tetrasiklinler, su ürünleri yetiştiriciliğinde yaygın olarak kullanılan antibiyotikler arasında yer almakta olup, bu antibiyotiklere karşı

gelişen direnç genlerinin (örneğin *tet(A)*, *tet(B)*, *tet(C)*, *tet(M)*) yaygınlığı, hem tedavi seçeneklerini kısıtlamakta hem de çevresel riskleri artırmaktadır (Onuk, E. E., ve Fındık, A., 2015; Capkin ve ark., 2017). Bu bağlamda, Fırat Nehri Havzası gibi yoğun su ürünleri yetiştiriciliği yapılan bölgelerden izole edilen *Aeromonas* suşlarının detaylı karakterizasyonu, direnç mekanizmalarının anlaşılması ve etkili kontrol stratejilerinin geliştirilmesi için temel oluşturacaktır.

1.1. Kuramsal Çerçeve

Bu çalışmanın temel amacı, Türkiye'nin Fırat Nehri Havzası'ndaki balık çiftliklerinden izole edilen *Aeromonas* suşlarının prevalansını ve filogenetik çeşitliliğini belirlemektir. Ayrıca, bu suşlarda tetrasiklin direnç genlerinin (*tet(A)*, *tet(B)*, *tet(C)*, *tet(M)*) yaygınlığını sistematik olarak araştırmak ve elde edilen bulgular ışığında bölgedeki antibiyotik direnci durumunu değerlendirmektir. Bu çalışma, Fırat Nehri Havzası'ndaki su ürünleri yetiştiriciliği sistemlerinde karşılaşılan spesifik *Aeromonas* popülasyonlarının epidemiyolojisi ve antibiyotik direnç profilleri hakkında değerli bilgiler sağlayarak, gelecekteki direnç yönetimi stratejilerine katkıda bulunmayı hedeflemektedir. Özellikle, doğal ortamdan izole edilen suşlarda tetrasiklin dirençli fenotiplerin araştırılması, önceki çalışmaların genellikle antibiyotik dirençli olduğu varsayılan bakteri suşlarını kullanmasından farklı olarak, daha gerçekçi bir tablo sunmaktadır (Yucel ve ark., 2005).

2. YÖNTEM

2.1. Örneklem Alanı ve Örnek Toplama

Bakteriyel izolasyon için su ve sediment örnekleri, Türkiye'nin Fırat Nehri Havzası'nda yer alan Keban ve Karkamış baraj göllerindeki su ürünleri yetiştiriciliği tesislerinden toplandı. Örneklem stratejisi, balık kafesleri etrafındaki farklı derinlikleri kapsayacak şekilde tasarlandı: (1) yüzey suyu (0-1 m), (2) orta su (5-7 m) ve (3) dip su (10-12 m). Dip su örneklemelerinde kafes tabanı civarından su ve sediment örnekleri beraber toplandı. Toplam 6 kontrol noktasından (Keban'da 3, Karkamış'ta 3) 12 aylık periyotta örneklemeler yapıldı. Örnekler laboratuvara soğuk zincir (4°C) altında taşındı ve analiz edilene kadar bu sıcaklıkta muhafaza edildi.

2.2. Bakteri İzolasyonu ve Tanımlanması

Bakteriyel izolasyonlar, hem su/sediment örneklerinden hem de aynı bölgelerdeki balık çiftliklerinde hasta balıklardan gerçekleştirildi. Su örnekleri, Tryptic Soy Broth (TSB) besiyeri ile 28°C'de 24 saat zenginleştirildikten sonra, 0,22 µm gözenek boyutuna sahip membran filtrelerden süzüldü. Filtre üzerindeki bakteriler steril su ile geri kazanıldı ve seri seyreltmeler yapılarak *Tryptic Soy Agar* besiyerine ekildi. Hasta balıklardan alınan örnekler ise doğrudan Brain Heart Infusion Agar (BHIA) besiyerine ekildi. Safılaştırılan

koloniler morfolojik olarak incelendi ve %20 gliserol ilaveli besiyerlerinde -80°C'de stoklandı (Kuzucu ve ark., 2025).

2.3. Moleküler Tanımlama ve Filogenetik Analiz

İzole edilen suşların moleküler identifikasyonu için ticari DNA izolasyon kiti (Vivantis GF-BA-100) kullanıldı. Kit protokolüne göre elde edilen DNA örneklerinin saflığının belirlenmesi için NanoDrop cihazında ölçümleri yapılarak, DNA örneklerinin 260/280 nm dalga boyundaki absorbans değerleri 1,8-2.0 aralığında ve konsantrasyonu 100 ng/μl en yakın olan örnekler çalışmaya dahil edilmiştir. İzole edilen DNA örneklerinin tanımlanması için evrensel bakteriyel primer olarak adlandırılan Internal Transcribed Spacer (ITS) gen bölgelerinden

BAK2-F: 5'AGTTTGATC(A/C)TGGCTCAG/3'

BAK11-F: 5'GGACTAC(C/T/A)AGGGTATCTAAT/3' primer çiftleri kullanıldı.

DNA örneklerinin uygun PCR koşullarında çoğaltılması ve DNA bantlarının DNA gen dizi analizi için çoğaltılmasında PCR karışım protokolü (2 μL 10x PCR Buffer, 0,4 μL MgCl₂, 0,4 μL Primer F, 0,4 Primer R, 1 μL DNA (Template), 0,4 μL dNTP, 0,3 μL Taq polimeraz, 15,1 μL dH₂O) uygulandı (Kuzucu ve Özcan, 2026). Karışım, protokolün hazırlanmasının ardından bakteri DNA'larının çoğaltılması için; 95°C 5 dakika, 35 tekrar ile [5°C 30 sn.- 48°C 45 sn. 72°C 1dk.], 72°C 10 dakika ve +4°C'de tamamlandı. Elde edilen DNA örneklerinin amplifikasyonunun kontrolü için PCR ürünleri agaroz jel elektroforezinde yürütüldü.

Çalışmada DNA gen dizi analizi için AB3130XL16 kapiller cihazı (Hitachi, Japonya) kullanıldı. Jel elektroforezinde uygun bant gösteren örnekler sekans işlemi için seçilerek Exso-SAP pürifikasyonu; 2,5 μl PCR ürünü, 1 μl Exosap ile karıştırılarak, 37°C 30 dakika, 80°C'de 15 dakika ve +4 °C'de sonlandırılacak şekilde reaksiyon karışımı ve PCR protokolü uygulandı. ExsoSAP pürifikasyonundan sonra Cycle Sequencing PCR reaksiyon karışımı; 3,5 μl PCR ürünü, 2 μl Big Dye, 2 μl Buffer (5x), 0,5 μl dH₂O ve 2 μl Primer (F ve R, 2 ng/ul) şeklinde hazırlandı ve PCR protokolü uygulandı. Sekans öncesi tüm örnekler Sephadex pürifikasyonu yapılarak AB3130xl Genetic Analyzer cihazına yüklendi. Sephadex pürifikasyonu için; 1 gr Sephadex 14 ml deiyonize ultra saf su içerisinde çözülerek 700 μl alıcı sütun içerisine aktarıldı. 4600 rpm 2.5 dk santrifüj edilerek sephadex karışımının sıvı kısmı uzaklaştırıldı. Elde edilen kolona Sekans PCR ürünleri eklenerek 4600 rpm 2.5 dk santrifüj edildi. Santrifüj sonrası altta kalan kısım sekans cihazına yüklendi. Sekans datalarının değerlendirilmesi için ham veriler Bioedit 7.2.5 software ile işlenerek NCBI - Basic Local Alignment Search Tools (BLAST) programı kullanılarak referans veri tabanları ile karşılaştırıldı. Tüm örnekler çift yönlü çalışılarak konsensüs oluşturulup blastlandı (Kuzucu ve ark., 2025). Filogenetik analizler için ClustalW aracı ile

çoklu dizi hizalaması yapıldı ve Neighbor-Joining (NJ) yöntemi ile filogenetik ağaç oluşturuldu (Felsenstein, J. 1985; Saitou ve Nei., 1987; Ng ve ark., 2001).

2.4. Antibiyotik Direnç Genlerinin Belirlenmesi

Çalışmada, doğal ortamdan izole edilen *Aeromonas* suşlarda tetrasiklin direnç genlerinin (*tet(A)*, *tet(B)*, *tet(C)* ve *tet(M)*) varlığı PCR yöntemi ile araştırıldı. Genomik DNA izolasyonu Wizard® Genomic DNA Purification Kit (Promega) kullanılarak yapıldı. Spesifik primer çiftleri (Tablo 1) kullanılarak gerçekleştirilen PCR reaksiyonları; 95°C'de 5 dakika ön denatürasyon, ardından 35 döngü (95°C 30 sn, 48-55°C 45 sn, 72°C 1 dk) ve 72°C'de 10 dakika son uzama şeklinde uygulandı. PCR ürünleri %1 agaroz jelde elektroforez ile analiz edildi. Pozitif kontrol olarak bilinen tetrasiklin dirençli bir *Aeromonas* suşu, negatif kontrol olarak ise steril distile su kullanıldı (Dhanapala ve ark., 2021)

Tablo 1. Tetrasiklin direnç genlerinin belirlenmesinde kullanılan primerler

Hedef Gen	Primer Dizisi (5'-3')	Amplikon Boyutu (bp)	Kaynak
<i>tet(A)</i>	F:GCTACATCCTGCTTGCCTTC R: CATAGATCGCCGTGAAGAGG	389	Ng ve ark., 2001
<i>tet(B)</i>	F: CTCAGTATTCCAAGCCTTTG R: CTAAGCACTTGTCTCCTGTT	416	
<i>tet(C)</i>	F: AACAAATGCGCTCATCGT R: GGAGGCAGACAAGGTAT	1138	
<i>tet(M)</i>	F: GTTAAATAGTGTCTTGGAG R: CTAAGATATGGCTCTAACAA	657	

3. BULGULAR

3.1. Örnekleme

Çalışma kapsamında Tablo 2' de koordinatları verilen noktalardan; Keban baraj gölü için, 3 Karkamış baraj gölü için 3 kontrol noktası belirlendi ve bu noktalarda 3 ayrı seviyeden su örnekleri alınarak homojen karıştırıldı. Altı kontrol noktasından toplam 12 örnekleme yapıldı.

Tablo 2. Örnekleme alan koordinatları

Örnekleme alan adı	Koordinat
Keban-1	38°43'12.00"N 39°30'0.00"E
Keban-2	38°38'60.00"N 39°32'60.00"E
Keban-3	38°34'12.00"N 39°27'0.00"E
Karkamış-1	37°8'60.00"N 37°52'48.00"E
Karkamış-2	37°6'0.00"N 37°55'12.00"E
Karkamış-3	37°2'60.00"N 37°52'12.00"E

3.2. Bakteri İzolasyonu ve Moleküler Tanımlanması

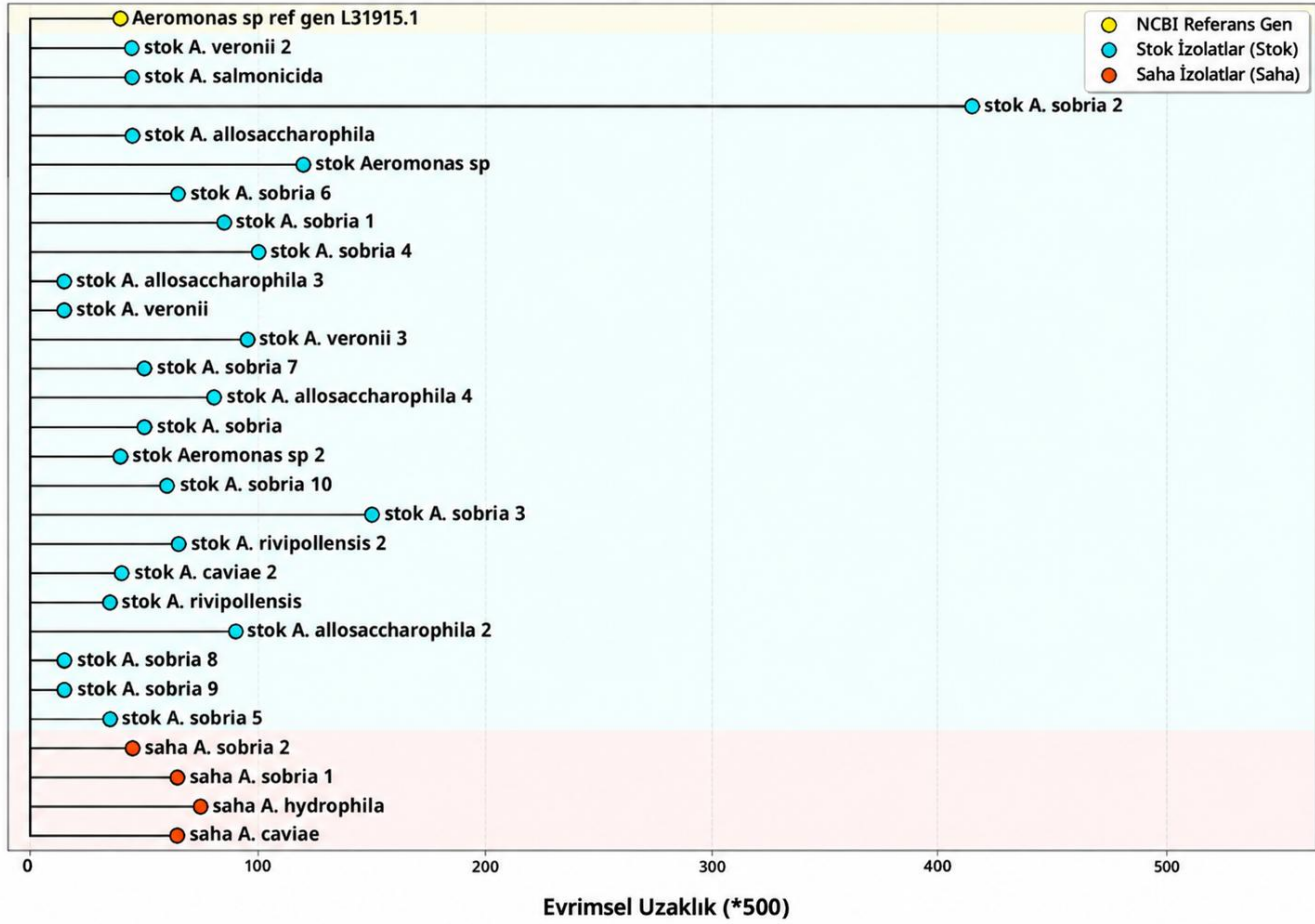
Çalışma kapsamında üreyen bakteri kolonileri saflaştırılarak her dönem üreyen koloniler ayrı ayrı değerlendirildi ve 28 bakteri suşunun DNA izolasyonu ve identifikasyonu yapıldı. Sekansı yapılan tüm suşların fasta formatındaki sonuçları NCBI referans genleri ile kıyaslandı ve balıklardan yapılan bakteriyel izolasyonların sekans sonuçları; %96,36 benzerlik ile *A. sobria* (NCBI ref. gen accession number: MN752404.1), %97,43 benzerlik ile *A. hydrophila* (NCBI ref. gen accession number: MK142306.1), %96,04 benzerlik ile *A. caviae* (NCBI ref. gen accession number: MK142306.1), %96,74 benzerlik ile *A. sobria* (NCBI ref. gen accession number: MH298581.1) olarak tanımlandı.

3.3. Filogenetik Analiz

İzolatların filogenetik analizi için; NCBI’da *Aeromonas* referans genleri ile sekans sonuçları çoklu dizi hizalaması sağlandı ve ClustalW programı ile filogenetik ağaçları (nwk) oluşturuldu. Ayrıca tüm sekans sonuçları NCBI’da *Aeromonas* sp. 16s rRNA referans genleri ile kıyaslanarak ETE3 3.1.3 fonksiyonunun “build” özelliği kullanılarak birleştirildi ve filogenetik ağaç NNI ve MLACC=3 (maksimum olasılıklı NNI’leri daha kapsamlı hale getirmek için) ile fasttree kullanılarak oluşturuldu (Resim 1). Tüm sekans sonuçlarının ‘NCBI *Aeromonas* sp.’ referans geni ile klade mesafeleri yanlarında işlendi. ClustalW ile yapılan filogenetik ağaç da referans gen ile en yakın düzeyde eşleşen stoktan çıkarılan *A. allosaccharophila* suşu oldu. İdentifiye edilen stok *A. sobria* 8 ve 9 suşları arası genetik mesafe sıfıra yakındı.

Aeromonas İzolatlarının Filogenetik Ağacı

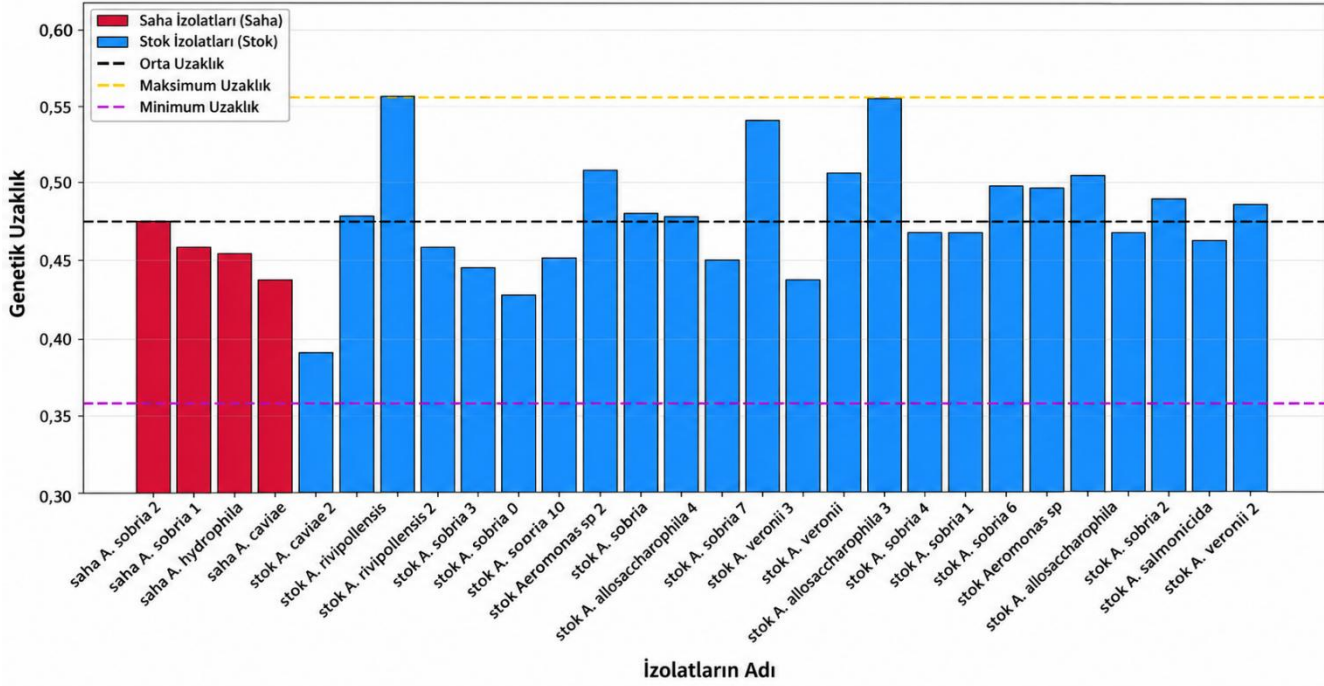
(16S rRNA gen dizilerine dayalı, NCBI Referans: L31915.1)



Resim 1. Filogenetik ağaç ve klade mesafeleri.

NCBI referans gen sıfır alınarak tanımlanan suşların Distance Matrix 'ini gösterir grafikte tüm klade mesafeleri ayrıca verildi (Resim 2).

Aeromonas İzolatları ve Referans Gene (NCBI L31915.1) Arasındaki Genetik Uzaklık



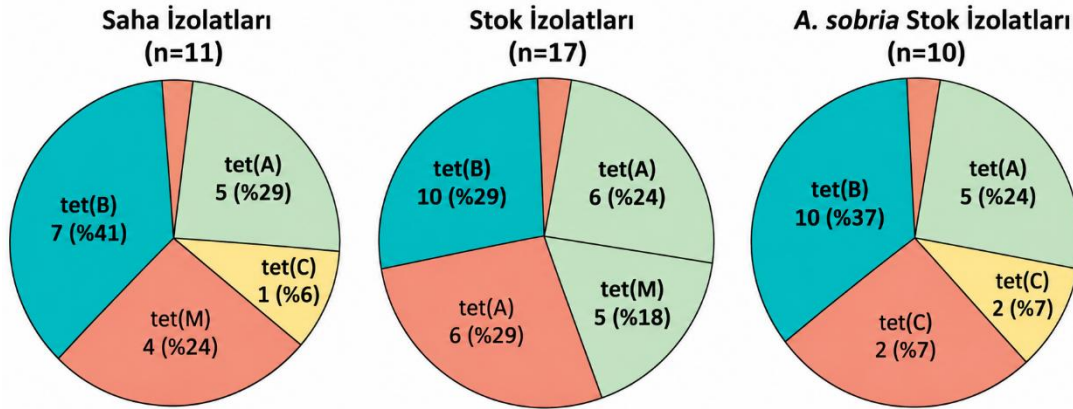
Çubuk grafik, 28 *Aeromonas* izolatı ile NCBI referans geni arasındaki genetik mesafeleri göstermektedir. Nispeten küçük standart sapma (0,0173), izolatların genetik olarak referans genine benzer olduğunu göstermektedir. Saha izolatları (Saha), stok izolatlarına (Stok) kıyasla biraz daha düşük ortalama mesafe gösterir, bu da referans gen ile daha büyük genetik benzerlik olduğunu gösterir. Farklı mesafelere sahip hem saha hem de stok izolatlarının varlığı, incelenen *Aeromonas* popülasyonu içinde genetik çeşitlilik olduğunu gösterir.

3.4. ARG varlığı

Çalışma kapsamında incelenen 28 *Aeromonas* suşunda tetrasiklin direnç genlerinin (tet(A), tet(B), tet(C), tet(M)) varlığı PCR yöntemi ile araştırıldı. Elde edilen bulgular, incelenen suşlarda tetrasiklin direncinin yaygın olduğunu ve çoklu direnç genlerinin bulunduğunu gösterdi. Tetrasiklin direnç genlerinin dağılımı incelendiğinde; tet(B) geni en yüksek prevalansla 17 suşta (% 60.7) pozitif bulundu. Bunu sırasıyla tet(A) geni 11 suşta (% 39.3), tet(M) geni 9 suşta (% 32.1) ve tet(C) geni 3 suşta (% 10.7) takip etti. Bu bulgular, tet(B) geninin incelenen *Aeromonas* popülasyonunda en yaygın tetrasiklin direnç mekanizması olduğunu göstermektedir. Saha izolatları ile stok izolatları karşılaştırıldığında, sahadan izole edilen 11 *Aeromonas* suşunun 10'unda (% 90.9) en az bir tetrasiklin direnç geni pozitif bulundu. Bu yüksek prevalans, balık çiftliklerinde tetrasiklin antibiyotiklerinin yaygın kullanımı ve bunun sonucunda ortaya çıkan seleksiyon baskısını yansıtmaktadır. Saha izolatlarında tespit edilen direnç genlerinin dağılımı; tet(B) geni 7 suşta (%

63.6), tet(A) geni 5 suşta (% 45.5), tet(M) geni 4 suşta (% 36.4) ve tet(C) geni 1 suşta (% 9.1) olarak belirlendi. Stok suşlarında ise, 17 suş incelenmişse de, en yoğun pozitif bant görüntüsü *A. sobria* türlerinden elde edildi. *A. sobria* stok izolatlarında (n=10), tet(B) geni 10 suşun tamamında (% 100), tet(A) geni 6 suşta (% 60), tet(M) geni 5 suşta (% 50) ve tet(C) geni 2 suşta (% 20) pozitif olarak tespit edildi. Bu bulgular, laboratuvar stok koleksiyonunda *A. sobria* türlerinin yüksek oranda tetrasiklin direnç geni taşıdığını göstermektedir. Çoklu direnç geni taşıyan suşlar incelendiğinde, 28 suşun 15'inde (% 53.6) iki veya daha fazla tetrasiklin direnç geni bulundu. Özellikle, 6 suş (% 21.4) üç veya dört direnç genini aynı anda taşımaktadır (Resim 3). Bu çoklu direnç profili, *Aeromonas* popülasyonunda plazmid-mediated ve chromosomal direnç mekanizmalarının birlikte bulunabileceğini göstermektedir. Genel olarak, incelenen *Aeromonas* izolatlarında tetrasiklin direncinin yüksek prevalansı, su ürünleri endüstrisinde antibiyotik kullanımının kontrol altına alınması gerekliliğini vurgulamaktadır. Özellikle saha izolatlarında gözlenen yüksek direnç oranı (% 90.9), balık çiftliklerinde bu antibiyotiklerin rasyonel olmayan kullanımını ve çevre kaynaklı kontaminasyonu işaret etmektedir.

Tetrasiklin Direnç Geni Dağılımının Karşılaştırılması



Resim 3. Tetrasiklin Direnç Genlerinin Dağılımının Karşılaştırılması.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Çalışmamızda izole edilen 28 *Aeromonas* suşunun filogenetik analizi, *A. sobria* (%35.7) ve *A. hydrophila* (%17.9) gibi türlerin baskın olduğunu göstermiştir. Bu bulgu, dünya genelinde ve Türkiye'deki diğer sucül ortamlarda yapılan çalışmalarla uyumludur (Fečkaninová ve ark., 2017; Yucel ve ark., 2005; Aydın ve ark., 2025). Çin'deki tatlı su ürünleri yetiştiriciliği bölgelerinde *Aeromonas* türlerinin önemli patojenler olduğu ve *A. hydrophila* ile *A. sobria*'nın yaygın türler arasında yer aldığı rapor edilmiştir (Tao ve ark., 2026). Benzer şekilde, İran'da yapılan bir meta-analiz, *Aeromonas* türlerinin sucül ortamlarda geniş bir dağılım gösterdiğini ve

A. hydrophila'nın en sık izole edilen türlerden biri olduğunu belirtmiştir (Moradi ve ark., 2025). Türkiye'de de son yıllarda yapılan çalışmalar, farklı sucul ortamlarda *Aeromonas* türlerinin yaygınlığını doğrulamaktadır. Tasci ve arkadaşları (2025) tarafından yapılan bir çalışmada, Türkiye'deki koi sazanlarında *A. veronii* ve *Shewanella* sp. ko-enfeksiyonu bildirilmiş ve *Aeromonas*'ın su ürünleri üreticileri için önemli ekonomik kayıplara yol açtığı vurgulanmıştır (Tasci ve ark., 2026). Duman ve arkadaşları (2026) ise süs balıklarındaki *Aeromonas* türlerinin genomik çeşitliliğini incelemiş ve bu balıkların gizli taşıyıcı rolüne dikkat çekerek, Türkiye genelinde dağıtım yapan yüksek kapasiteli üreticilerde *Aeromonas* ve tetrasiklin direncinin yaygınlığını belirtmişlerdir (Duman ve ark., 2026).

Çalışmamızın en dikkat çekici bulgularından biri, izole edilen *Aeromonas* suşlarında tetrasiklin direnç genlerinin yüksek prevalansıdır. Suşların %90.9'unda en az bir tetrasiklin direnç geni tespit edilmiş olup, *tet(B)* geni %60.7 prevalans ile en yaygın direnç determinantı olarak belirlenmiştir. Bunu sırasıyla *tet(A)* (%39.3), *tet(M)* (%32.1) ve *tet(C)* (%10.7) takip etmiştir. Bu yüksek direnç oranları, su ürünleri yetiştiriciliğinde tetrasiklinlerin yaygın ve kontrolsüz kullanımının neden olduğu seçici baskıyı açıkça göstermektedir (Tao ve ark., 2026; Dhanapala ve ark., 2021). Küresel literatürde de tetrasiklin direnç genlerinin, özellikle *tet(A)* ve *tet(B)*'nin, su ürünleri yetiştiriciliği ortamlarındaki *Aeromonas* suşlarında yaygın olduğu bildirilmektedir (Mohammed ve ark., 2025) Örneğin, Türkiye'de perakende balıklardan izole edilen *Aeromonas* türlerinde de benzer şekilde yüksek antibiyotik direnci oranları rapor edilmiştir (Yucel., 2005). Ayrıca, Türkiye'deki gökkuşağı alabalıklarından izole edilen *Aeromonas* türlerinde tetrasiklin direnç genlerinin varlığı ve plazmid aracılı transfer edilebilirliği de bildirilmiştir (Capkın ve ark., 2015). Bu durum, tetrasiklinlerin Türkiye'deki su ürünleri yetiştiriciliğinde yaygın olarak kullanıldığını ve bu kullanımın direnç genlerinin yayılmasına katkıda bulunduğunu düşündürmektedir. Saha izolatlarda gözlemlenen %90.9'luk direnç geni varlığı, Fırat Nehri Havzası'ndaki balık çiftliklerinde tetrasiklin kullanımının yaygınlığını ve bunun sonucunda oluşan çevresel kontaminasyonu işaret etmektedir. Çoklu direnç geni taşıyan suşların (%53.6) varlığı, *Aeromonas* popülasyonunda plazmid aracılı ve kromozomal direnç mekanizmalarının birlikte bulunabileceğini ve direnç genlerinin yatay gen transferi yoluyla yayılma potansiyelini göstermektedir Bu durum, antibiyotik direncinin sadece balık sağlığı için değil, aynı zamanda sucul ekosistemler ve insan sağlığı için de ciddi bir tehdit oluşturduğunu vurgulamaktadır.

Çalışmada elde edilen veriler, su ürünleri yetiştiriciliğinde antibiyotik kullanımının rasyonelleştirilmesi ve alternatif hastalık kontrol stratejilerinin geliştirilmesi gerektiğini açıkça ortaya koymaktadır. Bu, sadece balık sağlığını korumakla kalmayacak, aynı zamanda antimikrobiyal direncin yayılımını sınırlayarak halk sağlığı

üzerindeki potansiyel olumsuz etkileri de azaltacaktır. Özellikle, su ürünleri yetiştiriciliğinde probiyotikler, prebiyotikler, fitobiyotikler ve faj terapisi gibi alternatif yaklaşımların kullanımı, antibiyotik bağımlılığını azaltmada önemli rol oynayabilir (Mohammed ve ark., 2025).

Sonuç olarak bu çalışma, Türkiye'nin Fırat Nehri Havzası'ndaki su ürünleri yetiştiriciliği sistemlerinde *Aeromonas* türlerinin prevalansını ve tetrasiklin direnç genlerinin yaygınlığını ortaya koymuştur. Özellikle *A. sobria* ve *A. hydrophila*'nın baskın türler olması ve *tet(B)* geninin en yaygın direnç determinantı olarak belirlenmesi, bölgedeki antibiyotik direnci profilinin ciddiyetini vurgulamaktadır. Saha izolatlarında gözlemlenen yüksek direnç oranı, su ürünleri yetiştiriciliğinde antibiyotik kullanımının gözden geçirilmesi ve daha sürdürülebilir yönetim stratejilerinin benimsenmesi gerektiğini göstermektedir. Bu bulgular, Fırat Nehri Havzası'ndaki sucul ekosistemlerde ve potansiyel olarak insan sağlığında antimikrobiyal direncin yayılım riskine dikkat çekmektedir. Gelecekteki araştırmalar, bu direnç genlerinin yayılım mekanizmalarını daha derinlemesine incelemeli ve antibiyotik kullanımını azaltmaya yönelik yenilikçi çözümler geliştirmelidir. Bu çalışma, bölgesel ve küresel antimikrobiyal direnç izleme programlarına değerli katkılar sunmakta ve su ürünleri yetiştiriciliğinde sorumlu antibiyotik kullanımının önemini bir kez daha vurgulamaktadır.

KAYNAKLAR

- Abarike, E. D., Okaampah, E., Yılmaz, E. (2024). Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde Antibiyotik Direnci Riski: Geleceğe Bakış. *Acta Aquatica Turcica*, 20(4), 367-387.
- Aydın, İ., Öztürk, R. Ç., Eroldoğan, O. T. (2025). An in-depth analysis of the finfish aquaculture in Türkiye: Current status, challenges, and future prospects. *Reviews in Aquaculture*, 17(1), 1-20.
- Capkin, E., Ozdemir, S., Ozturk, R. C., Altinok, I. (2017). Determination and transferability of plasmid-mediated antibiotic resistance genes of the bacteria isolated from rainbow trout. *Aquaculture Research*, 48(11), 5561-5575.
- Capkin, E., Terzi, E., Altinok, I. (2015). Occurrence of antibiotic resistance genes in culturable bacteria isolated from Turkish trout farms and their local aquatic environment. *Diseases of Aquatic Organisms*, 114(2), 127-137.
- Dhanapala, P. M., Kalupahana, R. S., Kalupahana, A. W., Wijesekera, D. P. H., Kottawatta, S. A., Jayasekera, N. K., Jagoda, S. D. S. (2021). Characterization and antimicrobial resistance of environmental and clinical *Aeromonas* species isolated from fresh water ornamental fish and associated farming environment in Sri Lanka. *Microorganisms*, 9(10), 2106.
- Duman, M., Ajmi, N., Carmona-Salido, H., Tasci, G., Yıbar, A., Altun, S., Romalde, J. L., Saticioglu, I. B. (2026). Genomic diversity and taxonomy of *Aeromonas* spp. in aquarium fish: Potential role of ornamental fish as hidden carriers. *Fishes*, 11(2), Article 74.
- WHO (Dünya Sağlık Örgütü). (2025). Global antibiotic resistance surveillance report. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240116337>.
- Fečkaninová, A., Koščová, J., Mudroňová, D., Popelka, P., Toropilova, J. (2017). The use of probiotic bacteria against *Aeromonas* infections in salmonid aquaculture. *Aquaculture*, 469, 1-8.
- Felsenstein, J. (1985). Confidence limits on phylogenies: an approach using the bootstrap. *Evolution*, 39(4), 783-791.
- Kuzucu, O., Büyükçapar, H., Sarp, S. (2025). Hirfanlı Baraj Gölünde Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792) Yetiştiriciliği Yapan İşletmelerin Bakteriyel Hastalıklarının Araştırılması. *Tarım ve Doğa Dergisi*, 28(2), 561.
- Mohammed, E. A. H., Kovács, B., Kuunya, R., Mustafa, E. O. A., Abbo, A. S. H., Pál, K. (2025). Antibiotic Resistance in Aquaculture: Challenges, Trends Analysis, and Alternative Approaches. *Antibiotics*, 14(6), 598.

- Moradi, F., Hadi, N., Bazargani, A., Abdi, F. (2025). *Aeromonas* characteristics in Iran, Southwest Asia; a systematic review and meta-analysis on epidemiology, reservoirs and antibiotic resistance profile from aquatic environments. *BMC Veterinary Research*, 21(1), 1-15.
- Ng, L. K., et al. (2001). Multiplex PCR for the detection of tetracycline resistance genes. *Molecular and Cellular Probes*, 15(4), 209-215.
- ONUK, E. E., FINDIK, A. (2015). Balıklarda Antibiyotik Direnci. Türkiye Klinikleri. *Veterinary Sciences- Pharmacology and Toxicology-Special Topics*, 1(2), 35-41.
- Saitou, N., Nei, M. (1987). The neighbor-joining method: a new method for reconstructing phylogenetic trees. *Molecular Biology and Evolution*, 4(4), 406-425.
- Tao, L. T., Gao, D. P., Liu, Y. L., Sun, W. W., Shan, X. F. (2026). The Genus *Aeromonas* in Aquaculture: A Comprehensive Review of Prevalence, Virulence, and Antibiotic Resistance With an Emphasis on Key Pathogenic Species. *Reviews in Aquaculture*, 18(1), e70097.
- Tasci, G., Ajmi, N., Altun, S., Saticioglu, I. B., Duman, M. (2026). Genome-resolved co-infection by *Aeromonas veronii* and *Shewanella* sp. in koi carp: A zoonotic risk for aquarists. *Microorganisms*, 14(1), Article 36.
- Yucel, N., Aslim, B., Beyatli, Y. (2005). Prevalence and resistance to antibiotics for *Aeromonas* species isolated from retail fish in Turkey. *Journal of food quality*, 28(4), 313-324.
- Kuzucu, O., Özcan, M. (2026). Isolation and Characterization of Bacteriophages and Experimental Application of Bacteriophage Treatment to Fish in Rainbow Trout Farms in Karkamış Dam Lake. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 26(11).

HIRSHFELD SURFACE ANALYSIS AND CRYSTAL PACKING OF ANTIMONY(III) AND BISMUTH(III) HALIDE COMPLEXES WITH HETEROCYCLIC THIOAMIDES

Prof. Dr. İbrahim İsmet ÖZTÜRK¹ / Assoc. Prof. Dr. Okan UÇAR¹

¹Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Chemistry,
iiozturk@nku.edu.tr, ORCID: 0000-0003-3164-0038

²Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Chemistry,
oucar@nku.edu.tr, ORCID: 0000-0001-5921-3324

Abstract

In this study, the crystal packing and intermolecular interaction patterns of three antimony(III) and bismuth(III) halide complexes containing heterocyclic thioamide ligands were investigated using Hirshfeld surface analysis. The analyses were performed using CrystalExplorer 21.5, employing Hirshfeld surfaces mapped over the normalized contact distance d_{norm} , internal and external distances (d_i and d_e), shape index, and two-dimensional (2D) fingerprint plots. The relative contributions of different intermolecular contacts were quantitatively evaluated to clarify their roles in the organization of the crystal structures. The results revealed that halide $\cdots$ H/H $\cdots$ halide contacts were the most significant intermolecular interactions in all three complexes, contributing 25.4% for complex 1 (Br $\cdots$ H/H $\cdots$ Br), 37.2% for complex 2 (Cl $\cdots$ H/H $\cdots$ Cl), and 36.9% for complex 3 (Br $\cdots$ H/H $\cdots$ Br). S $\cdots$ H/H $\cdots$ S contacts represented the second-largest contribution in complexes 1 and 3, accounting for 16.8% and 26.0%, respectively, whereas H $\cdots$ H contacts were the second-largest contribution in complex 2 (17.7%). The d_{norm} surfaces highlighted the principal close intermolecular contacts, while the shape index maps revealed complementary surface features consistent with possible π - π and/or C-H $\cdots$ π interactions in the aromatic regions. Overall, the findings demonstrate that halide-related contacts and sulfur-involving interactions play important roles in the crystal packing of these complexes, while the relative contributions of individual contacts vary with their structural environments. This comparative study provides a quantitative description of intermolecular interactions and contributes to a better understanding of the supramolecular organization of heterocyclic thioamide complexes of antimony(III) and bismuth(III).

Keywords: Group 15 elements; thioamide; Hirshfeld surface analysis; crystal packing; intermolecular interactions.

1. INTRODUCTION

Sulfur- and nitrogen-containing heterocyclic ligands constitute an important class of donor systems in coordination chemistry because of their versatile binding characteristics and their ability to generate structurally diverse metal complexes (Ozturk et al., 2026; Basuli et al., 2000; Ulchina et al., 2022). In particular, heterocyclic thioamides have attracted considerable interest owing to the presence of the C=S functionality and multiple heteroatom donor sites, which enable different coordination modes depending on the nature of the metal center, ligand framework, and reaction conditions (Ozturk et al., 2021; Nadeem et al., 2015; Varna et al., 2019). These ligands can undergo prototropic tautomerism between thione and thiol forms, with the thione form generally being favored in the crystalline state, while coordination through the sulfur atom is frequently observed (Varna et al., 2022). Their ability to act as monodentate, chelating, or bridging ligands can result in mononuclear, dinuclear, polymeric, and other extended coordination architectures (Xanthopoulou et al., 2003).

Main-group metal complexes containing heterocyclic thioamides are particularly interesting because the coordination behavior of the metal center can be strongly influenced by the soft sulfur donor atoms as well as by secondary interactions involving halide ligands. Among the heavier Group 15 elements, antimony(III) and bismuth(III) exhibit diverse coordination numbers and geometries and readily form complexes with sulfur- and nitrogen-containing ligands (Ucar et al., 2025). Their relatively large and polarizable metal centers allow the formation of coordination environments in which primary metal–ligand bonds may coexist with secondary metal···halide, metal···sulfur, and other intermolecular contacts. In Bi(III) halide complexes containing heterocyclic thioamides, sulfur coordination is frequently observed, whereas the nature of the halide and the ligand-to-metal ratio can significantly influence the resulting coordination geometry and supramolecular organization. Reported bismuth(III) chloride, bromide, and iodide complexes demonstrate considerable structural diversity, including monomeric, dimeric, and extended architectures (Ozturk et al., 2021; Ucar et al., 2021).

The structural diversity observed for antimony(III) and bismuth(III) complexes is not restricted to the primary coordination sphere. The arrangement of individual molecular or coordination units within the crystal is governed by a combination of intermolecular interactions, including hydrogen bonding, halogen-related contacts, sulfur···sulfur interactions, and short H···H or heteroatom···H contacts. Halide ligands may have a particularly important role in this respect because they can participate in terminal coordination as well as bridging interactions, thereby connecting neighboring metal centers and contributing to the formation of higher-dimensional architectures. For example, bromide-bridged bismuth(III) complexes containing heterocyclic

thioamides illustrate how Bi–S coordination and Bi–Br interactions can operate together in determining the molecular and extended structural framework. Such structural features demonstrate that an understanding of these compounds requires consideration not only of the coordination geometry around the metal center but also of the intermolecular contacts responsible for crystal packing.

Single-crystal X-ray diffraction is a fundamental technique for establishing the molecular structures of coordination compounds and provides accurate information on bond lengths, bond angles, coordination geometries, and crystallographic packing arrangements (Singh et al., 2026). However, conventional crystallographic analysis does not always provide a straightforward quantitative description of the relative contributions of the different intermolecular contacts to the overall crystal packing. Consequently, complementary approaches capable of visualizing and quantifying intermolecular interactions have become increasingly valuable in the structural investigation of molecular and coordination compounds. Hirshfeld surface analysis provides such an approach by defining the region of a crystal associated with a particular molecular or asymmetric-unit component and enabling the intermolecular contacts surrounding that component to be examined quantitatively (Prasad, 2026; Zhang et al., 2020).

Hirshfeld surface analysis has become a useful tool for describing the supramolecular characteristics of crystalline compounds. In particular, surfaces mapped over normalized contact distance (d_{norm}) enable close intermolecular contacts to be visualized directly, while two-dimensional fingerprint plots provide a quantitative representation of the individual and combined contributions of different intermolecular interactions. Red regions on the d_{norm} surface generally indicate contacts occurring at distances shorter than the corresponding van der Waals separation, whereas the fingerprint plots allow these interactions to be separated and expressed as percentage contributions to the crystal packing. Additional surface properties, such as the internal and external distances (d_i and d_e), shape index, and curvedness, provide further information concerning the topology of the molecular surface and the nature of the packing environment. The application of these parameters has demonstrated that Hirshfeld analysis can reveal interactions that are difficult to evaluate solely from conventional structural parameters (Isalm et al., 2025; Spackman et al., 2021; El Ghali et al., 2021; Ucar & Ozturk, 2026).

In this study, Hirshfeld surface analysis was employed to investigate the crystal packing and intermolecular interaction characteristics of antimony(III) and bismuth(III) halide complexes containing heterocyclic thioamide ligands (Figure 1). The molecular and crystal structures were examined with particular emphasis on the intermolecular contacts responsible for the organization of the crystalline phases. Hirshfeld

surfaces mapped with d_{norm} , d_i , d_e , shape index, and curvedness, together with two-dimensional fingerprint plots and their decomposed contributions, were used to identify and quantify the principal intermolecular interactions. Particular attention was given to $\text{H}\cdots\text{H}$, $\text{H}\cdots\text{S}$, $\text{H}\cdots\text{N}$, halide $\cdots\text{H}$, $\text{S}\cdots\text{S}$, and other relevant contacts where present. By comparing the interaction patterns of the antimony(III) and bismuth(III) complexes, this work aims to clarify the relationship between metal/halide composition and supramolecular organization and to provide a more detailed description of the factors governing crystal packing in heterocyclic thioamide-based main-group metal complexes.

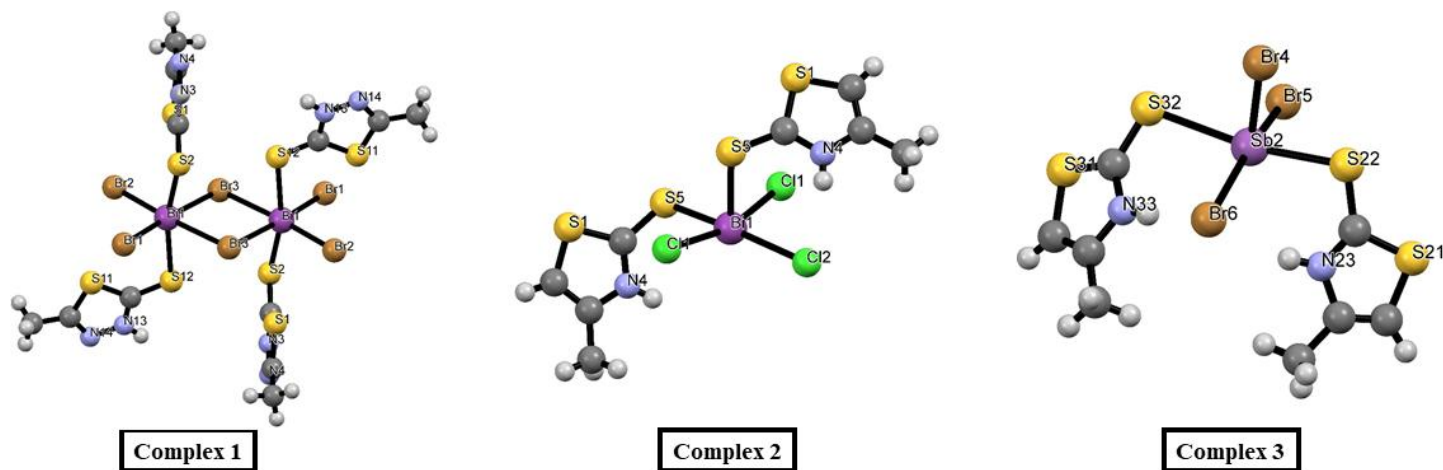


Figure 1. The molecular structures of the complexes 1-3.

2. METHOD

Hirshfeld surface analysis was carried out using the Crystal Explorer 21.5 software based on the CIF files of the corresponding crystal structures (Mhiri et al., 2023). This approach enables the graphical and quantitative investigation of intermolecular contacts within the crystal according to the distances between neighboring atoms. Hirshfeld surfaces provide valuable information for identifying and evaluating the different types of atomic interactions involved in crystal packing. In the d_{norm} maps, white regions represent contacts for which the interatomic distance is approximately equal to the sum of the corresponding van der Waals radii. Red regions indicate contacts shorter than the sum of the van der Waals radii, reflecting relatively close intermolecular interactions, whereas blue regions correspond to longer contacts. The d_i parameter represents the distance from a point on the Hirshfeld surface to the nearest atom located inside the surface, while d_e denotes the corresponding distance to the nearest atom positioned outside the surface. These parameters are useful for assessing the nature and relative contributions of intermolecular contacts within the crystal structure (Topkaya et al., 2024; Chaithra et al., 2024; Preetha et al., 2024).

$$d_{\text{norm}} = [(d_i - r_i^{\text{dvW}}) / r_i^{\text{dvW}}] + [(d_e - r_e^{\text{dvW}}) / r_e^{\text{dvW}}]$$

Two-dimensional (2D) fingerprint plots are generated by combining the (de) and (di) values obtained from the Hirshfeld surface. These plots provide a graphical representation of the contributions of different intermolecular contacts to the Hirshfeld surface and enable the distribution of contacts over the surface to be evaluated (McKinnon et al., 2007; Spackman et al., 2021; Spackman & Jayatilaka, 2009). In the 2D fingerprint plots, the contact points contributing to the surface are represented by blue, green, and red regions according to their relative contribution. Blue regions correspond to low contributions, green regions indicate intermediate contributions, whereas red regions represent the most significant contributions to the Hirshfeld surface (Spackman & McKinnon, 2002; McKinnon et al., 2004).

3. RESULTS

The d_{norm} map of complex **1** is presented in Figure X. Contacts shorter than the sum of the van der Waals radii are represented by red spots, indicating significant intermolecular interactions. In the d_{norm} map of Complex **1**, $\text{N}\cdots\text{S}/\text{S}\cdots\text{N}$, $\text{Br}\cdots\text{H}/\text{H}\cdots\text{Br}$, and $\text{Br}\cdots\text{C}/\text{C}\cdots\text{Br}$ interactions are identified as significant contacts. In particular, the $\text{Br}\cdots\text{H}/\text{H}\cdots\text{Br}$ contacts, which correspond to intermolecular hydrogen-bonding interactions, are prominent among the red spots, indicating their important contribution to the crystal packing. For complex **2**, the d_{norm} map reveals $\text{S}\cdots\text{S}$, $\text{Bi}\cdots\text{Cl}/\text{Cl}\cdots\text{Bi}$, and $\text{Cl}\cdots\text{H}/\text{H}\cdots\text{Cl}$ interactions as prominent red spots. Among these, the $\text{Cl}\cdots\text{H}/\text{H}\cdots\text{Cl}$ contacts are particularly important in stabilizing the crystal structure through strong hydrogen-bonding interactions. In complex **3**, the $\text{S}\cdots\text{H}/\text{H}\cdots\text{S}$ and $\text{Br}\cdots\text{H}/\text{H}\cdots\text{Br}$ contacts correspond to the prominent red spots, indicating the presence of significant hydrogen-bonding interactions that contribute to the stabilization of the crystal packing.

The shape index map was employed to reveal the convex and concave features of the surface geometry associated with intermolecular contacts in the crystal structure. In the shape index map, red regions represent concave surface areas, whereas blue regions correspond to convex surface areas. Green and yellow regions indicate intermediate variations in the surface geometry. In the investigated structures, the distinct presence of both red and blue regions on the surfaces indicates complementary contacts between molecules in terms of surface geometry. In particular, closely positioned red and blue regions suggest that a convex portion of the surface of one molecule corresponds to a concave region on a neighboring molecule, indicating the presence of directional

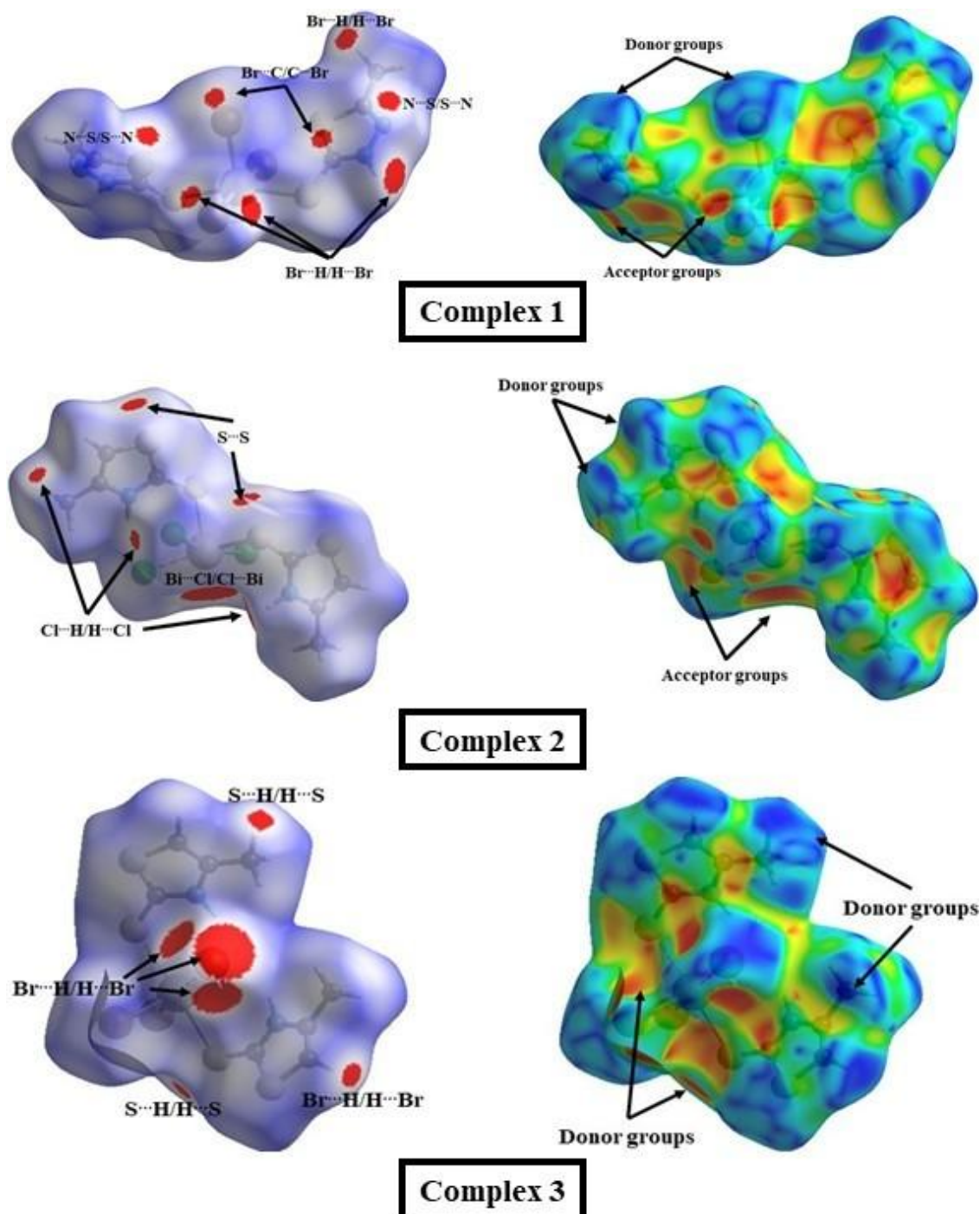


Figure 2. Hirshfeld surfaces mapped over dnorm (left) and shape index (right) for complexes 1-3. intermolecular contacts within the crystal packing. For complexes 1, 2, and 3, the red-blue complementary patterns observed around the aromatic ring regions can be considered indicative of π - π interactions and/or

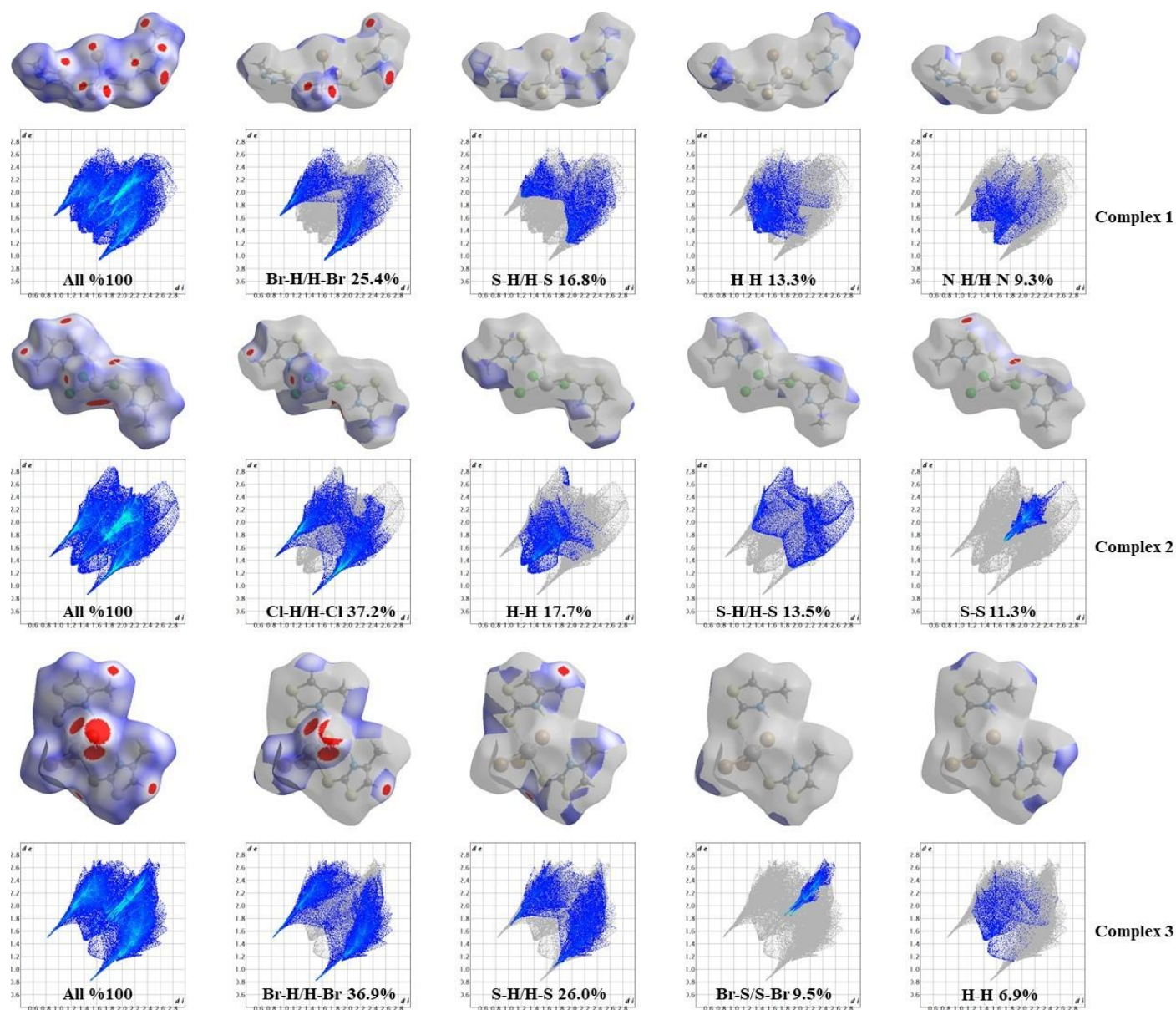


Figure 3. 2D fingerprint plots (d_i vs d_e) showing all intermolecular interactions and the four interactions contributing most significantly to the Hirshfeld surfaces.

C-H $\cdots\pi$ contacts (Figure 2). Furthermore, the blue regions are associated with donor groups, whereas the red regions correspond to acceptor groups, providing additional evidence for the complementary nature of the intermolecular interactions within the crystal structures.

Two-dimensional (2D) fingerprint plots are used for the quantitative analysis of intra- and intermolecular interactions within the crystal lattice. The 2D fingerprint plots were generated from the Hirshfeld surface analysis of each complex. In all three complexes, hydrogen-bonding interactions involving halogen

atoms make the largest quantitative contribution. These interactions are identified as Br $\cdots$ H/H $\cdots$ Br [25.4%] for complex **1**, Cl $\cdots$ H/H $\cdots$ Cl [37.2%] for complex **2**, and Br $\cdots$ H/H $\cdots$ Br [36.9%] for complex **3**. In complexes **1** and **3**, the second-largest contribution is due to S $\cdots$ H/H $\cdots$ S interactions, accounting for 16.8% and 26.0% of the Hirshfeld surface, respectively, whereas H $\cdots$ H contacts constitute the second-largest contribution in complex **2** (17.7%). All significant intermolecular contacts are presented in Figures 3–6.

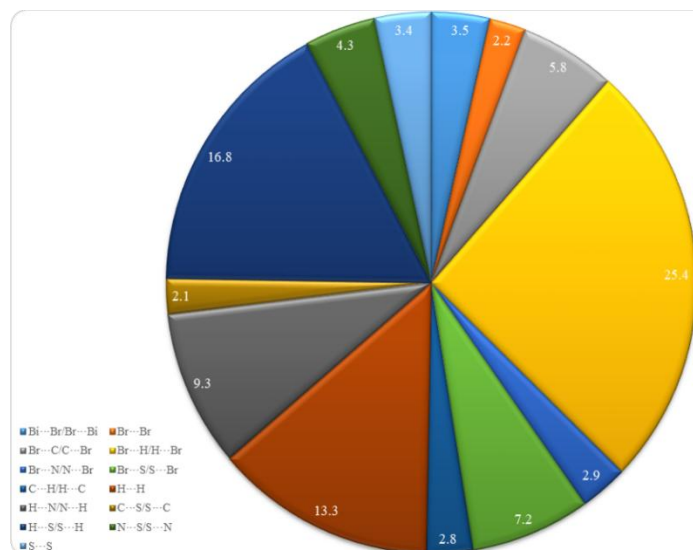


Figure 4. Relative distribution of intermolecular interactions presented as a 3D segmented pie chart (interactions contributing more than 2%) for complex **1**.

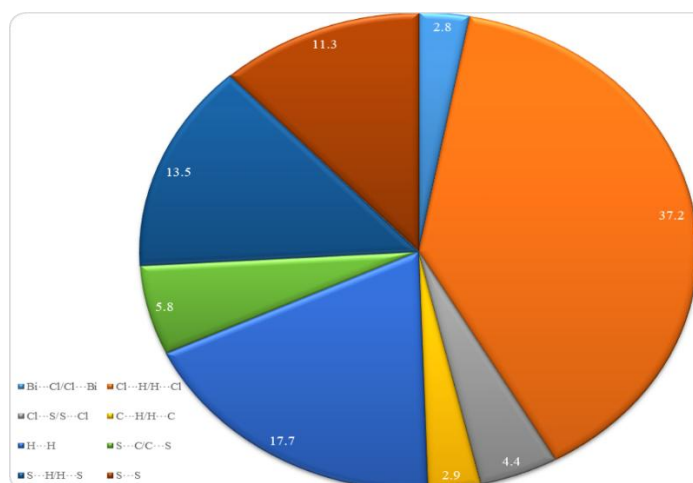


Figure 5. Relative distribution of intermolecular interactions presented as a 3D segmented pie chart (interactions contributing more than 2%) for complex **2**.

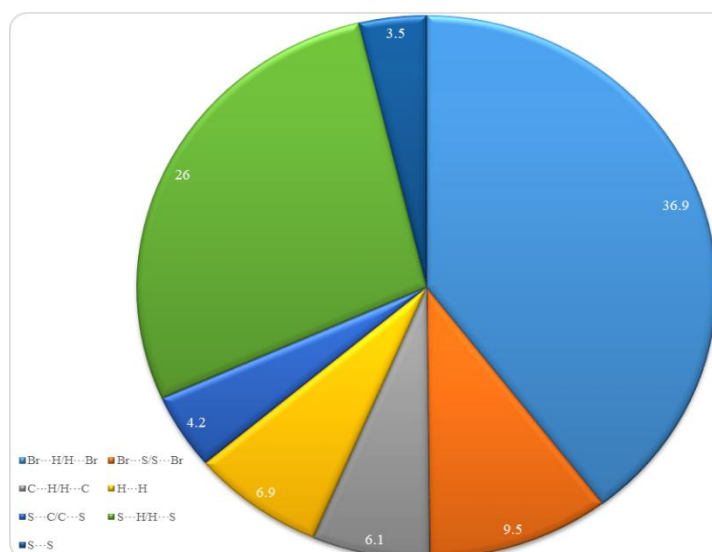


Figure 6. Relative distribution of intermolecular interactions presented as a 3D segmented pie chart (interactions contributing more than 2%) for complex **3**.

4. CONCLUSION, DISCUSSION AND RECOMMENDATIONS

In this study, Hirshfeld surface analysis was used to investigate the intermolecular interactions and crystal packing of three antimony(III) and bismuth(III) halide complexes containing heterocyclic thioamide ligands. The combined evaluation of d_{norm} surfaces, shape index maps, and 2D fingerprint plots provided complementary visual and quantitative information about the contacts contributing to the organization of the crystal structures.

The fingerprint analysis established that halide...H/H...halide contacts were the dominant interactions in all three complexes, with contributions of 25.4%, 37.2%, and 36.9% for complexes **1**, **2**, and **3**, respectively. The particularly high contribution of Cl...H/H...Cl contacts in complex **2** highlights the importance of the chloride-containing interaction environment in its crystal packing. Sulfur-involving contacts also made substantial contributions, particularly S...H/H...S interactions in complexes **1** and **3**, which accounted for 16.8% and 26.0%, respectively. In contrast, H...H contacts constituted the second-largest contribution in complex **2**, at 17.7%. These differences demonstrate that the relative contributions of intermolecular contacts are not identical across the investigated structures and reflect variations in their local packing environments.

The d_{norm} maps enabled the identification of close contacts, including halide...H, S...H, and other structure-dependent interactions. Meanwhile, complementary red and blue regions in the shape index maps indicated matching concave and convex surface features, consistent with possible π - π and/or C-H... π contacts

in the aromatic regions. These observations emphasize the value of combining different Hirshfeld surface descriptors with fingerprint plots to obtain a more comprehensive understanding of crystal packing.

Overall, this comparative investigation demonstrates that the crystal packing of the studied antimony(III) and bismuth(III) halide complexes is associated with a combination of halide-related, sulfur-involving, and other intermolecular contacts. Their relative contributions differ among the complexes, illustrating the importance of the local molecular environment in determining the supramolecular arrangement. The results provide a quantitative basis for comparing the intermolecular interaction networks of heterocyclic thioamide complexes and demonstrate the usefulness of Hirshfeld surface analysis in elucidating their crystal-packing characteristics.

REFERENCES

- Basuli, F., Peng, S.-M., & Bhattacharya, S. (2000). Unusual coordination mode of thiosemicarbazone ligands. A search for the origin. *Inorganic Chemistry*, 39, 1120–1127. <https://doi.org/10.1021/ic991083r>
- Chaithra, N., Swarup, H. A., Chandrasekhar, S., Jayanna, B. K., Kumara, K., Mantelingu, K., & Lokanath, N. K. (2024). Regioselective benzylation of imidazo[1,5-a]pyridines and indoles via iodine catalyzed reaction using alcohols - An approach to crystal structure prediction, DFT studies and Hirshfeld surface analysis. *Journal of Molecular Structure*, 1295, 136591. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2023.136591>
- El Ghali, M., Aloui, Z., Hassini, I., Akriche, S., & Rzaigui, M. (2021). Synthesis, crystal structure, Hirshfeld surface analysis, optical and antioxidant properties of the binuclear complex [C₅H₁₄N₂]₂Bi₂Br₁₀·4H₂O. *Journal of Molecular Structure*, 1226, 129252. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2020.129252>
- Isalm, A. B. M. N., Habib, M. A., Hasan, M. M., Hasan, M. R., Karim, K. M. R., Mahiuddin, M., Yoshida, T., Karim, M. R., Rahman, S., Albrithen, H., Alodhayb, A. N., & Georghiou, P. E. (2025). Exploration of the synthesis, crystal structure, Hirshfeld surface analysis, binding properties, antibacterial activities, and molecular docking of a Schiff base nickel(II) complex. *Journal of Molecular Structure*, 1322, 140294. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2024.140294>
- McKinnon, J. J., Jayatilaka, D., & Spackman, M. A. (2007). Towards quantitative analysis of intermolecular interactions with Hirshfeld surfaces. *Chemical Communications*, 3814–3816. <https://doi.org/10.1039/b704980c>
- McKinnon, J. J., Spackman, M. A., & Mitchell, A. S. (2004). Novel tools for visualizing and exploring intermolecular interactions in molecular crystals. <https://doi.org/10.1107/S0108768104020300>
- Mhiri, M., Kammoun, O., Auguste, S., Lhoste, J., Ammar, H., & Boujelbene, M. (2023). Synthesis, crystal structure, Hirshfeld surface analysis, vibrational and photoluminescence properties of a supramolecular hybrid of 2-amino, 3-nitropyridinium perchlorate (C₅H₆N₃O₂)ClO₄. *Journal of Molecular Structure*, 1295, 136625. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2023.136625>
- Nadeem, S., Tirmizi, S. A., Ali, M. I., Ahmad, S., Sirajuddin, M., & Hameed, A. (2015). Synthesis, spectral characterization and in vitro antibacterial evaluation and Petra/Osiris/Molinspiration analyses of new palladium(II) iodide complexes with thioamides. *Alexandria Journal of Medicine*, 52, 279–288. <https://doi.org/10.1016/j.ajme.2015.10.003>

- Ozturk, I. I., Sirinkaya, E. T., Cakmak, M., Gürkan, M., Ceyhan, D., Panagiotou, N., & Tasiopoulos, A. J. (2021). Structural and biological features of bismuth(III) halide complexes with heterocyclic thioamides. *Journal of Molecular Structure*, 1227, 129730. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2020.129730>
- Ozturk, I. I., Ucar, O., Grześkiewicz, A. M., Kubicki, M., Banti, C. N., & Hadjikakou, S. K. (2026). Antimony(III) complexes of benzaldehyde thiosemicarbazones: Synthesis, structural analysis, and biological evaluation. *Polyhedron*, 285, 117912. <https://doi.org/10.1016/j.poly.2025.117912>
- Prasad, A. A. (2026). A distinct polymorphic form of 2-amino-5-nitrobenzophenone: Crystal structure, Hirshfeld surface analysis and structure-based DFT study. *Journal of Molecular Structure*, 1361, 145658. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2026.145658>
- Preetha, K., Seenaa, E. B., Maniyampara, P. K., Manoj, E., & Kurup, M. R. P. (2024). Synthesis, crystal structure, Hirshfeld surface analysis, DFT, molecular docking and in vitro antitumor studies of (2E)-2-[4-(diethylamino)benzylidene]-N-ethylhydrazinecarbothioamide. *Journal of Molecular Structure*, 1295, 136700. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2023.136700>
- Singh, S., Sharma, S., Hashmi, K., Gupta, A., & Mishra, P. (2026). Exploring potential of bismuth metal complexes as next generation therapeutics: Experimental and DFT studies. *Inorganica Chimica Acta*, 599, 123238.
- Spackman, M. A., & Jayatilaka, D. (2009). Hirshfeld surface analysis. *CrystEngComm*, 11, 19–32. <https://doi.org/10.1039/B818330A>
- Spackman, M. A., & McKinnon, J. J. (2002). Fingerprinting intermolecular interactions in molecular crystals. *CrystEngComm*, 4, 378–392. <https://doi.org/10.1039/B203191B>
- Spackman, P. R., Turner, M. J., McKinnon, J. J., Wolff, S. K., Grimwood, D. J., Jayatilaka, D., & Spackman, M. A. (2021). CrystalExplorer: A program for Hirshfeld surface analysis, visualization and quantitative analysis of molecular crystals. *Journal of Applied Crystallography*, 54, 1006–1011. <https://doi.org/10.1107/S1600576721002910>
- Topkaya, C. G., Aslan, S., Göktürk, T., Kıncal, S., Hökelek, T., & Güp, R. (2024). A new 1,2,4-triazine-N-oxide compound: Synthesis, crystal structure, Hirshfeld surface analysis and supercapacitor applications. *Journal of Molecular Structure*, 1295, 136689. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2023.136689>
- Ucar, O., & Ozturk, I. I. (2026). Electronic properties and crystal packing interactions in bismuth(III) iodide thioamide complexes: A combined DFT and Hirshfeld surface study. 22, 0–3. <https://doi.org/10.18466/cbayarfbe.1924290>

- Ucar, O., Grzeřkiewicz, A. M., Banti, C., Hadjikakou, S. K., & Ozturk, I. I. (2021). Structural characterization and biological evaluation of antimony(III) and bismuth(III) complexes with imidazolidine-2-thione. *Journal of Molecular Structure*, 1235, 130270. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2021.130270>
- Ucar, O., Ozturk, I. I., & Gurgan, M. (2025). Structural and antimicrobial studies of antimony(III) halide complexes with thiophene-based thiosemicarbazones. *Monatshefte für Chemie - Chemical Monthly*, 156, 1129–1141. <https://doi.org/10.1007/s00706-025-03385-7>
- Ulchina, I., Graur, V., Tsapkov, V., Chumakov, Y., Garbuz, O., Burduniuc, O., Ceban, E., & Gulea, A. (2022). Introducing N-heteroaromatic bases into copper(II) thiosemicarbazone complexes: A way to change their biological activity. *ChemistryOpen*, 11, 1–7. <https://doi.org/10.1002/open.202200208>
- Varna, D., Geromichalou, E., Hatzidimitriou, A. G., Papi, R., Psomas, G., Dalezis, P., Aslanidis, P., Choli-Papadopoulou, T., Trafalis, D. T., & Angaridis, P. A. (2022). Silver(I) complexes bearing heterocyclic thioamide ligands with NH₂ and CF₃ substituents: Effect of ligand group substitution on antibacterial and anticancer properties. *Dalton Transactions*, 51, 9412–9431. <https://doi.org/10.1039/d2dt00793b>
- Varna, D., Zainuddin, D. I., Hatzidimitriou, A. G., Psomas, G., Pantazaki, A. A., Papi, R., Angaridis, P., & Aslanidis, P. (2019). Homoleptic and heteroleptic silver(I) complexes bearing diphosphane and thioamide ligands: Synthesis, structures, DNA interactions and antibacterial activity studies. *Materials Science and Engineering: C*, 99, 450–459. <https://doi.org/10.1016/j.msec.2019.01.107>
- Xanthopoulou, M. N., Hadjikakou, S. K., Hadjiliadis, N., Schürmann, M., Jurkschat, K., Michaelides, A., Skoulika, S., Bakas, T., Binolis, J., Karkabounas, S., & Charalabopoulos, K. (2003). Synthesis, structural characterization and in vitro cytotoxicity of organotin(IV) derivatives of heterocyclic thioamides, 2-mercaptobenzothiazole, 5-chloro-2-mercaptobenzothiazole, 3-methyl-2-mercaptobenzothiazole and 2-mercaptonicotinic acid. *Journal of Inorganic Biochemistry*, 96, 425–434. [https://doi.org/10.1016/S0162-0134\(03\)00178-8](https://doi.org/10.1016/S0162-0134(03)00178-8)
- Zhang, H. B., Zhang, X. F., Chai, L. Q., Tang, L. J., & Zhang, H. S. (2020). Zinc(II) and cadmium(II) complexes containing imidazole ring: Structural, spectroscopic, antibacterial, DFT calculations and Hirshfeld surface analysis. *Inorganica Chimica Acta*, 507, 119610. <https://doi.org/10.1016/j.ica.2020.119610>

MANZUM BİR İSİM FALNÂMESİ

Prof. Dr., Hasan KAYA¹

¹Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Klasik Türk Edebiyatı, hasankaya@nku.edu.tr, 0000-0001-9244-

3113

Özet

Arapçada fâl “uğur ve uğurlu şeyleri gösteren simge” anlamına gelir. Batı dillerinde umumiyetle “gelecekte haber verme (kehanet)” anlamındaki Grekçe manteia ekiyle yapılan ve fal türlerine göre değişen kelimeler kullanılmaktadır. *Divanü Lugati't-Türk*'te fal “ırk” kelimesiyle karşılanmış olup Türklerin en eski fal kitabı olarak *İrk Bitig* kabul edilmiştir.

İnsanoğlu her dönemde gaybı bilme, gelecekte haber alma, başa gelen olayları yorumlamaya ilgi duymuş ve fallı ilgilenmiştir. Falın kaynağı olarak Mezopotamya gösterilmektedir.

Pek çok eski medeniyette var olan fal ve falcılığın İslamiyet öncesi Arap toplumunda da var olduğu görülür. İslamın fal oklarını yasaklamasına karşın çeşitli fal çeşitlerine karşın muteber hadis kitaplarındaki bazı hadisler İslamiyet sonrasında da hem Araplarda hem de İslamiyeti kabul eden toplumlarda falın farklı şekillerde uygulanmasına vesile olmuştur.

Türk-İslam edebiyatında fal ve fal çeşitleri ile bunların uygulanışına dair eserler genel olarak falnâme olarak adlandırılmıştır. Manzum ve mensur yazılabilen falnâmelerin manzum-mensur formda kaleme alınan örnekleri de bulunmaktadır. Falnâmeler konu aldığı fal çeşidine göre farklılık gösterebilmektedir. Kuran falnâmeleri, kura falnâmeleri bunlardandır.

Eğlence, mizah ve sanat amaçlı da çeşitli falnâmeler yazılmıştır. Meyve falnâmeleri ve isim falnâmeleri bunlardandır. Genellikle 5 dairede meyve ve bitki adları veya isimlerin hazırlandığı ve bunlarla ilgili manzum metinlerin numaralandırılarak sıralandığı bu falnâmelerde fal baktıracak kişinin bu unsurlardan birini tutması istenir. Tutulan unsurun yer aldığı dairelerin toplamıyla elde edilen rakamın olduğu manzume okunarak fal açıklanmış olur. Pek çoğunun müellifinin bilinmediği bu tür falnâmelerin anonimleştiği de görülmektedir.

Bu bildiride falnâme türleriyle ilgili kısa bilgilerden sonra Milli Kütüphane yazmaları arasında yer alan manzum bir isim falnâmesi incelenmiş ve metnine yer verilmiştir.

Anahtar kelimeler: Fal, falnâme, falnâme çeşitleri, isim falı.

A VERSIFIED BOOK OF DIVINATION BY NAMES

Abstract

In Arabic, fâl means “a sign indicating good fortune or something auspicious.” In Western languages, terms that vary according to the type of fortune-telling are generally formed using the Greek suffix -manteia, meaning “divination” or “foretelling the future.” In Dîwân Lughât al-Turk, the term for fortune-telling is given as ırk, and Irk Bitig is regarded as the oldest known Turkish book of divination.

Throughout history, human beings have been interested in knowing the unseen, learning about the future, interpreting events that befall them, and practising fortune-telling. Mesopotamia is generally identified as the origin of divination.

Fortune-telling and divinatory practices, which existed in many ancient civilisations, were also present in pre-Islamic Arab society. Although Islam prohibited the use of divining arrows, certain hadiths found in authoritative hadith collections contributed to the continued practice of fortune-telling in various forms after the advent of Islam, both among Arabs and among peoples who embraced Islam.

In Turkish-Islamic literature, works dealing with fortune-telling, its various forms, and the methods by which it was practised are generally known as falnâme. These works may be written in verse or prose, and some examples combine both forms. Falnâmes vary according to the type of divination they address. Qur'an-based falnâmes and lot-based falnâmes are among these types.

Various falnâmes were also composed for entertainment, humour, and artistic purposes. Fruit-based and name-based falnâmes are examples of this category. In these works, the names of fruits, plants, or people are generally arranged in five circles, and the corresponding verse texts are numbered and listed. The person seeking a fortune is asked to select one of these items. The numbers assigned to the circles containing the selected item are added together, and the verse corresponding to the resulting number is read to interpret the fortune. Many such falnâmes have no known authors, and some appear to have become anonymous over time.

Following a brief overview of the types of falnâme, this paper examines a verse name-based falnâme preserved among the manuscript holdings of the National Library of Türkiye and presents its text.

Keywords: Divination, Falnâme, Types of Falnâme, Name-Based Fortune-Telling.

1. GİRİŞ

Arapça bir kelime olan “fal” uğur ve uğurlu şeyleri gösteren simge, gelecekte haber verme (kehanet), insanın talihine dair şeyler söyleme gibi anlamlara gelir (Aydın, 1995: XII/134).

Geleceği bilme, gayba dair bilgi edinme arzusu en eski toplumlardan beri vardır. Falın menşeyinin Mezopotamya olduğu sanılmaktadır. Akadlar döneminde gelişmiş, daha sonra bütün Asya ve Akdeniz bölgelerine yayılmıştır. Tarih boyunca bazı dinlerde, din adamlarının aynı zamanda kâhinlik yaptıkları da bilinmektedir. Milattan önce 4000 yıllarında Mısır’da, Çin’de, Bâbil’de ve Kalde’de falcılık-kâhinlik yapıldığını bugün bazı belgeler ortaya koymaktadır (Aydın, 1995: XII/135).

Fal geleneğinin geçmişi, milattan önceki dönemlere kadar uzanmakta olup farklı medeniyetlerde çeşitli uygulamalarla varlığını sürdürmüştür. Araştırmalar, falın kökeninin büyük ölçüde Mezopotamya uygarlıklarına dayandığını göstermektedir. Akkadlar ve Sümerler döneminde iç organların incelenmesi, su ve yağın oluşturduğu şekillerin yorumlanması ile yıldız hareketlerinin gözlemlenmesi gibi yöntemler yaygın olarak kullanılmıştır. Zamanla bu uygulamalar Asya ve Akdeniz coğrafyasına yayılmış; Hititlerde özellikle savaş, devlet işleri ve dinî konularda, Eski Yunan ve Roma’da ise tanrıların iradesini öğrenme amacıyla başvuru önemli bir uygulama hâline gelmiştir. Benzer şekilde Çin’de devlet yönetimi ve toplumsal karar süreçlerinde kemik, kaplumbağa kabuğu ve çeşitli semboller aracılığıyla fal bakılmış, astrolojiye de büyük önem verilmiştir. Hindistan’da ise astroloji, remil ve rüya yorumları gibi farklı fal uygulamaları gelişmiş; ancak Budizm’in etkisiyle fal ve kehanet faaliyetleri zamanla sınırlandırılmıştır. Bu örnekler, falın tarih boyunca farklı toplumlarda değişik yöntemlerle uygulanmasına rağmen temelinde geleceği öğrenme, bilinmeyeni açıklama ve insan yaşamına yön verme arzusunun bulunduğunu göstermektedir (Kadiroğulları, 2016: 2-4).

Divânü Lugati’t-Türk’te “ırk” kelimesine “falcılık, kâhinlik, bir kimsenin gönlündekini bilmek” anlamları verilmiştir. Türklük dünyasında falın yeri, öteki bazı milletlerde olduğu gibi, tarihinin derinliklerine kadar uzanır. Bugün için ele geçen en eski Türk belgelerinden biri de *İrk Bitig* adlı fal kitabıdır. Eski Türk inançlarından biri olan şamanizmde kam (şaman), çeşitli görevlerinin yanı sıra kehanetle de uğraşırdı. Mesela Göktürklerde kam, tahta çıkan kağanın boğazını bir ipek mendille sıkarak ve çıkan hırıltılı sese göre onun kağanlık süresini bildirirdi (Ersoylu, 2010: 202).

Araplarda İslamiyet öncesinde falın çeşitli uygulamaları varken İslamiyetin kabulüyle fal şekil değiştirerek varlığını sürdürmüştür. Kuran-ı Kerim’de fal okları yasaklansa da İslami dönemde Hz. Ali, Cafer-i Sâdık ve Muhyiddin Arabî’ye izafe edilen fahnâmeler ortaya çıkmıştır (Duvarcı, 1993: 12- 13).

Falın yaygınlaşmasının sonucu olarak nasıl fal bakılacağını öğreten, bu iş için kullanılacak metinlerin de yer aldığı fal kitaplarının hazırlanmasına ihtiyaç duyulmuş, fal bakmanın usul ve adabı ile çeşitli fal türlerini konu alan Arapça, Farsça, Türkçe manzum ve mensur birçok eser kaleme alınmıştır. “Fal bakmaya yarayan, mistik folklorun gereği olarak anlaşılması kolay bir dille yazılmış resimli ve resimsiz, tıbbi folklorla ait telkine dayalı kitaplar” şeklinde tanımlanan bu eserler zamanla klasik Türk ve Fars edebiyatlarında “falname” adı verilen bir tür meydana getirmiştir (Uzun, 1995: XII/141). Manzum, mensur veya manzum-mensur karışık olarak yazılan bu eserler çoğunlukla “falname”, zaman zaman da “tefeülname” olarak adlandırılan yeni bir tür meydana getirmiştir. Bu eserlerde fal metinlerinden başka fal türleri ve metotları, kullanılan malzemeler, fal bakmanın usul ve adabına dair hemen her türlü bilginin verildiği görülür. Falnamelerde müellifler fal metnine geçmeden önce çoğunlukla bazı dinî uygulamaların yapılmasına dair telkinlerde bulunmuşlardır. Temizlenmek, abdest almak, iki rekât namaz kılmak, belirli ayet ve duaları okumak bu türden yapılması istenen şeylerdir (Avcı, 2020: 596-597).

Falnameleri konularına göre Kur’an falnameleri, kur’a falnameleri, peygamber adı falnameleri, yıldıznameler, kıyafetnameler ve ihtilaçnameler (seğirnameler) şeklinde sıralamak mümkündür.

Her toplumda olduğu gibi, eski Türklerde de fal kültürü önemli bir yer tutuyordu. Eski Türk kültüründe *kemik*, *kumalak*, *fincan*, *yay*, *yada taşı*, *köpük*, *kaşık*, *ateş* ve *yıldız falı* gibi; İslam kültüründe *zecr*, *tayr*, *ıyâfet*, *kehânet*, *irâfet*, *reml*, *ihtilâc*, *kıyâfet*, *firâset*, *kur’a*, *kitap falı* gibi fal şekilleri vardı. Eski kültürlerdeki fal usullerinin bir kısmı aynen, bir kısmı da bazı değişikliklerle devam ettiği gibi; günümüzde bazı yeni fal yöntemleri de bulunmuştur (Gülhan, 2016: 150).

1.1. Kuramsal Çerçeve

Bu bildiride fala ve falnâme türüne dair özet bilgiler verilmiş ve yazma nüshası tespit edilen manzum isim falnâmesinin metnine yer verilmiştir. Ele alınan fal kitabının müellifi belli olmayıp özel bir adı da bulunmamaktadır.

2. YÖNTEM

Bu bildiride falnâme türü üzerinde durulmuş, isimler üzerine yazılmış manzum falnâme incelenerek metni ortaya konmuştur.

3. BULGULAR

3.1. Sanat ve Eğlence Amaçlı Falnâmeler

Yukarıda sayılan falnâme çeşitlerinin dışında sanat ve eğlence amacıyla düzenlenmiş falnâme örneklerine de rastlanmaktadır. Bu eserler daha çok hoşça vakit geçirmek amacıyla, başta peygamber adları olmak üzere özel isimlerden hareketle, âşık-maşuk ilişkisi üzerine kurulmuş ifadelerden oluşan niyet tutma ve eğlence vasıtası olma özelliği göstermektedir (Gülhan, 2015: 206). İncelediğimiz kadarıyla kuş isimleri, çiçek isimleri, insan isimleri ve bu bildiriye konu alan meyve, bitki ve yiyecek adlarıyla düzenlenmiş falnâmeler de sanat ve eğlence amaçlı falnâme örnekleridir.

Eğlence amaçlı falnâmelerin çoğunun müellifinin bilinmemesi ve nüshalar arasındaki ciddi farklılıklar bu tür eserlerin anonimleşme eğiliminde olduğuna dair fikir vermektedir. Bu eserlerin başında genellikle düzenlendiği isimlere göre (meyve, bitki, kuş, çiçek, insan ismi vb) daireler yer alır. Beş dairelik bu bölümde eserde konu edilen isimler sıralanmaktadır. Bu eserlerin çoğu dört mısralık bentler ya da iki beyitlik yapılardan oluşur. Bu falnâmelerin dili genellikle sadedir.

Kuş adlarıyla düzenlenmiş falnâmeler konusunda bilinen tek eser Zaîfî'nin 1525 yılında kaleme aldığı *Fâl-i Murgân* adlı falnâmesidir. Mesnevi nazım şekli ve aruzun fâ'ilâtün fâ'ilâtün fâ'ilün kalıbıyla yazılan eserin girişinde 1, 2, 4, 8, 16 ve 32 şeklinde 6 daire bulunur. Bu dairelerde yer alan kuş adlarından birini tutan kişinin tuttuğu kuş adının geçtiği dairelerin numarası toplanır ve o kuşa ait bölüm okunur. Kuşların geçtiği bölüm aaxa şeklinde kafiyeleşmiş bentlerden oluşur ve bu bölüm 59 benttir (Üzümcü, 2008: 21).

Çiçek adlarıyla yazılmış falnâmeye örnek olarak *Fâl-i Reyhân-ı Cem Sultân* adıyla bilinen ve Cem Sultan'a atfedilen eser örnek olarak gösterilebilir. Mesnevi nazım şekli ve aruzun mefâ'ilün mefâ'ilün fe'ülün kalıbıyla kaleme alınan eser bir çeşit çiçek falnâmesidir. Eserin Cem Sultan'a aidiyeti şüphelidir (Avcı, 2020: 600; Ersoylu, 2010: 206).

Meyve ve bitki adlarıyla düzenlenmiş falnâmelerin ilki Ömer bin Mezid'in 1437 yılında derlediği *Mecmuatü'n-Nezâir* adlı eserinin sonunda yer almaktadır. 1, 2, 4, 8 ve 16 şeklinde beş daireden oluşan eser aruzun mefâ'ilün mefâ'ilün fe'ülün kalıbıyla kaleme alınmış 31 bentten oluşmaktadır. Bu bentlerin her biri bir meyve veya bitkiye dairdir (Avcı, 2020: 599).

Bu konuda kaleme alınmış bir diğer eser Sıdkî'ye ait *Hûrşîdnâme*'dir. 476 beyitlik eser mesnevi nazım şekli ve aruzun mefâ'ilün mefâ'ilün fe'ülün kalıbıyla yazılmıştır. Hûrşîd kelimesini oluşturan 6 harfin her birine 6 yıldız, her bir yıldız karşılık 6 meyve, 6 meyveye karşılık 6 kuş, 6 kuşa karşılık 6 hayvan ve 6 hayvana karşılık gelecek şekilde de peygamber ve ehl-i beytten 6 isim verilmiştir. Falın ilk aşaması için kura atılır ve sonraki

aşamaya geçilir. Bundan sonraki işlemlerde okunan beyit hangi bölüme geçileceğini bildirmektedir. Fal en sondaki isimlerdedir (Avcı, 2020: 604; Eğri, 2008: 629-630).

Fâl-i Nebât adını taşıyan bir başka eser, mesnevi nazım şekli ve aruzun fâ'ilâtün fâ'ilâtün fâ'ilün kalıbıyla yazılmıştır. 31 beyitlik eserin her beytinde bir meyve, bitki ve yemiş adı anlatılmıştır. Bu eser de meyve isimlerinin kümелendiği 5 daireden oluşmaktadır (Aça, 2011: 319).

İBB Atatürk Kitaplığında yer alan meyve ve bitki falnâmesi ise 31 bentten oluşmakta olup aruzun fâ'ilâtün fâ'ilâtün fâ'ilün kalıbıyla yazılmıştır. Eserin müellifi belli değildir (Avcı, 2020: 612).

Meyve ve bitki adlarıyla düzenlenmiş ve 30 bentten oluşan bir başka falnâme 30 bentten oluşmaktadır. Aruzun fâ'ilâtün fâ'ilâtün fâ'ilün kalıbıyla nazma çekilen eserin üç nüshası bulunmaktadır. Bu nüshalardan Balıkesir İl Halk Kütüphanesi nüshası yayımlanmıştır (Gülhan, 2016: 154). Eserin Milli Kütüphane nüshasının yanında tarafımızdan tespit edilen Süleymaniye Kütüphanesi Yazma Bağışlar nüshası Balıkesir nüshasından farklılıklar taşımaktadır.

Peygamber ve insan isimleriyle yazılmış bir falnâme örneği özel bir adı olmayan ve 33 bentlik bir manzumudur. Aruzun fâ'ilâtün fâ'ilâtün fâ'ilün kalıbıyla kaleme alınan eserin başında 1, 2, 4, 8 ve 16 sayıları verilmiş 5 dairede isim listesi yer almaktadır (Gülhan, 2015: 207-208).

3.2. İnsan İsimleriyle Düzenlenmiş Manzum Falnâme

Milli Kütüphane 16 Mil Yz A 2837/5 numarada kayıtlı bu eser bir Meyve Falnâmesi'nden sonra yer almaktadır. İsim Falnâmesi bütünüyle manzumdur. Başta isimlerin yer aldığı dairelerden sonra numaralandırılmış 30 bentten oluşmaktadır. Bentler dörder mısra olup kafiye düzenleri aaxa şeklindedir. 6. Bentte muhtemel ki müstensih hatasından kaynaklı olarak kafiye düzeni aksamaktadır. Bu bendin kafiye düzeni xaxa şeklindedir. Eser aruzun mefâ'ilün mefâ'ilün fe'ülün kalıbıyla kaleme alınmıştır. Eserin müellifi belli değildir. Eserde müellif ismine benzeyen bir isim geçmemekte olup esere de özel bir isim verilmediği görülmektedir.

Falın kimler tarafından bakıldığına dair bir bilgi bulunmamakla birlikte tamamının erkek isimlerinden oluşması falın kadınlar tarafından bakıldığı fikrini akla getirmektedir.

Fal Bakma Yöntemi

Eserde falın nasıl uygulanacağı konusunda herhangi bir açıklama yapılmamıştır. Benzer eserler incelendiğinde falın uygulanışı şu şekilde izah edilebilir. Metnin başında 5 dairede isimler sıralanmıştır. On beşerli gruplar hâlindeki bu daireler 1, 2, 4, 8 ve 16 şeklinde numaralandırılmıştır. Fal baktırmak isteyen kişi bu listeden bir isim tutup dairelerden bu isme bakılmaktadır. İsimlerin yer aldığı daire numaraları toplandığında çıkan bent okunarak fal bakılmaktadır. Diğer bir deyişle burada çıkan toplam sayı bent numarasını verirken o bentlerin

toplam sayısı tutulan ismin geçtiği bendi vermektedir. Örneğin Hüseyin ismini tuttuğumuzda Hüseyin isminin 1, 4 ve 8 numaralı dairelerde yer aldığını görürüz. Bu dairelerin toplamı 13'tür. 13 numaralı bent de Hüseyin ismine dairdir. Süleymân ismini tuttuğumuzda bu ismin 1, 2, 4 ve 8 numaralı dairelerde yer aldığını görürüz. Bu dairelerin toplamı 15'tir ve 15 numaralı bent Süleymân ismine dairdir.

Eserde yer alan isimlerden Muhammed, Ya'kûb, Yûsuf, Süleymân gibi peygamber isimlerinin yanında Osmân ve Ömer gibi halife isimleri, Hasan ve Hüseyin gibi ehl-i beyt isimleri ile Sefer, Siyavuş gibi insan isimleri yer almaktadır. Eserde yer alan peygamber, halife ve ehl-i beyt isimleri bunların özelliklerini verecek şekilde ele alınmamıştır. Bu bakımdan eseri insan isimleriyle düzenlenmiş bir falnâme örneği saymak yerinde olacaktır. Eserde yer yer bu isimleri çağrıştıracak unsurlara rastlanmaktadır. Örneğin Mustafâ isminin yer aldığı bentte "Güneş yüzlü habîbim meh-likâdır", Osmân isminin yer aldığı bentte "İnanın mushaf-ı Kur'ân hakıyçün" gibi ifadeler uzak bir çağrışım olarak değerlendirilecek niteliktedir.

Metnine yer verdiğimiz eserin dili sadedir. Teşbihler klasik Türk edebiyatının sevgili tasvirlerinde sık sık gördüğümüz tasvirler gibidir. Örneğin yüz güneşe, aya, dolunaya, güle; yanak yasemine, laleye; dudak la'l taşına; alın aya; ben karabibere; saç Hoten miskine teşbih edilirken uzun boylu, tatlı dudaklı, yüce, âşıklarına cevreden bir sevgili şeklinde tasvirler yapılmıştır.

30 bentten oluşan eserin sonuna farklı bir yazıyla "Ca'fer " ismine dair bir bent eklenmiş aynı şekilde isim listelerinin sonuna da "Ca'fer" ismi eklenmiştir. Bentte bu ilmin kaynağına dair bir dizinin ardından "Bu hazretdür bu hazretdür bu Ca'fer" şeklinde sonlanarak bu ilmin kaynağının Ca'fer-i Sâdık olduğuna işaret edilmiştir.

Eserin başında yer alan isim tablosu şu şekildedir:

1	2	4	8	16
Muhammed	Muştafâ	Bekir	Memiş	Hızır
Yûsuf	Hasan	Yûsuf	Dâvud	Ömer
Hasan	Osmân	Halîl	Maḥmûd	Abdullâh
Dâvud	Maḥmûd	Osmân	Ya'kûb	Yaḥyâ
Osmân	Halîl	Hüseyin	İsmâ'îl	Şa'bân
Hüseyin	Ya'kûb	Alî	Hüseyin	Sefer
Ömer	Süleymân	İsmâ'îl	Alî	Ramazân
Ya'kûb	Alî	Sefer	Süleymân	Siyâvuş
Süleymân	Abdullâh	Süleymân	Receb	İsâ
Şa'bân	Yaḥyâ	Şa'bân	İbrâhîm	Receb
Receb	Siyâvuş	Ramazân	İsâ	İbrâhîm
Yaḥyâ	İbrâhîm	Siyâvuş	Mûsâ	Şâlih
Siyâvuş	Ramazân	Aḥmed	Selîm	Mûsâ
Selîm	Şâlih	Mûsâ	Şâlih	Selîm
Şâlih	Aḥmed	Selîm	Aḥmed	Aḥmed

Metin**1***mefā'īlün mefā'īlün fe'ūlün*

Seniñ ismiñi Hâk itsün muħalled

Cihānda haşre dek olğıl me'ebbed

Göñülde añladım bildim zamīrin

Degil mi sevdigiñ adı **Muħammed****2**

Güneş yüzlü ħabībim meh-liķādır

Güzeller içre şāh-ı müntehādır

Göñülde tutduğıñı bilmişem ben

Cihānda sevdicegiñ **Muştafā'**dır**3**

Beñi fülful 'izārı yāsemendir

Yüzi güldür şacı misk-i Ĥoten'dir

Ki bildim añladım işte bunu ben

Göñülde tutduğıñ adı **Hasan'**dır**4**

Helāk eyler gözi 'uşşāķı her gāh

Beni ħatlı eyledi a'lemdir Allāh

Cefā vü cevrine eyle taħammül

Çü dilde tutduğıñ **Bekir'**dir ey şāh**5**

Çü ħūbluķ olmış aña cāvidānī

Devādır cümle 'ālem vire cānı

N'ola 'ālem olursa aña bende

Ki dirler nāmına **Yūsuf-ı şānī**

6

Vefā kânı mürüvvet ma‘deni ol
Kamu ‘âşıklarına mihribândır
Zamîriñ aňladım remz ile bildim
Anıñ nâmı **Halîl** ü yâ civândır

7

Yüzi mihrine meh hayrân olupdur
Lebi şevkiyle sergerdân olupdur
İnanıñ muşhaf-ı Kur’ân hakıyçün
Göñülde tutduğıñ ‘**Osmân** olupdur

8

Güzeller içre yokdur aña aqrân
Ki mişliñ görmemişdir çeşm-i insân
Göñülde tutduğıñ remz ile bildim
Anıñ nâmı **Memiş** hem şâh-ı hûbân

9

Seniñ ‘aşkıñ ile dil oldı âlûd
Fırâkıñla vücûdum kıлма nâbûd
Haber vir tutduğum kimdir dir iseñ
Kamu dilberleriñ serdârı **Dâvud**

10

Seniñ dildârıñıñ bir nev-civândır
Güzeller içre mümtâz-ı cihândır
Zamîriñ aňladım bildim gümânsız
Adı **Maḥmûd** maḥbûb-ı zamândır

11

Cihāna şaldı çeşm-i mesti āşūb
ẖadi mevzūn u bālā kendi maḥbūb
Göñülde tutduğunu bilürem ben
Degil mi ol civānıñ adı **Ya‘kūb**

12

Göñül bir dilbere māyil olupdur
Cefā vü cevrine kā’il olupdur
‘Aceb mi yolına ḳurbān olursañ
Seniñ tutduğunu **İsmā‘īl** olupdur

13

Naẓar ḳılmaz saña ol şūḥ-ı ḡaddār
İder göñlüñi āl ile giriftār
Taḥammül eyle gel cevrine anıñ
Hüseyn Bālī’dir sevdigiñ ey yār

14

Cihānda derdine cümle ḡarībīñ
Leb ü la‘li ola ancaḳ ṭabībīñ
Güzellerden çü ṭutmuşsın birini
‘**Alī** Bālī midir yoḥsa ḥabībīñ

15

Görüp zülfüne dil efgende oldu
Ruḥuñ şevḳi ile şermende oldu
Göñülde tutduḡuñ dildârıñ adı
Süleymān'dır ki 'ālem bende oldu

16

O dildârı ki göñül özlemiştir
Seni vallāhi ol da izlemiştir
Hızır Bālī'yi tutmuşsın göñülde
Ḥayāt āb-ı vuşlat gözlemiştir

17

Seniñ dildârıñıñ alnı kamerdir
Velī anı bilen şāhib-naẓardır
Zamīriñ añladım toḡrı haber vir
Göñülde tutduḡuñ hālā '**Ömer**'dir

18

Yüzi ḥürşid ü alnı māh-ı tābān
Beḡāyet ḥüb yaratmış anı Sübhān
Göñülde tutduḡuñ dildârıñ ismi
Ki '**Abdullāh** durur sultān-ı ḥübān

19

İşi ‘âşıklara dāyim ğazabdır
Anı bilmem bu işe ne sebebdır
Budur zannım göñülde tutduĝuñ şāh
Eger **Yahyā** degilse pek ‘acebdır

20²

Firākıñla qadim gūyā kemerdir
Lebüñ la‘li şekerden mu‘teberdir
Bilürem şaqlama bize diyüvir
Göñülde tutduĝuñ dilber **Sefer’**dir

21

Qaçan kim qaşların qursa o fettān
Qomaz dilde qarār u şabra imkān
O meh-rūyuñı tıtmışsın göñülde
Mübārek ismidir dillderde **Şa‘bān**

22

Qadir gicesi gelmişdir cihāna
Yüzinde ‘īd-i ekberdir nişāne
Hilāl ebrūları gūyā kemāndır
Dil ü cāndan qul oldum **Ramazān’a**

² Lebüñ la‘li: Leb ü la‘lūñ M.

23

Kaçan reftāra gelse ol siyeh-pūş
Gören ‘uşşāqları iderdi bī-hūş
Seniñle sāde pehlū olur elbet
Umaram bir gice yāriñ **Siyāvuş**

24

Yañağı lāle vü zülfi mu‘anber
Cihān içre yüzi şems-i münevver
Gözün ‘İsā’yı tutmuşsın göñülde
Anıñ vaşlını Hāk ide müyesser

25

Görürseñ hem-dem olmuş yāre ağıār
O dildāra şaķın olma hevā-dār
Göñülde tutduğıñ dildarı bildim
Receb Bālī’ye olmuşsın giriftār

26

Belālardan anı hıfz ide Allāh
Müyesser kıla vaşlın saña ol şāh
Çün **İbrāhīm**’e ķul olduñ göñülde
Efendiñle seni Hāk ide hem-rāh

27

Çekersin şimdi bilürem cefâlar
Velî soñra görürsin çok vefâlar
Ne ğam yirsin Hudâ virmiş murâdıñ
Yüri var **Şâlih** ile sür şafâlar

28

İşitmez göklere çıkarsa zârıñ
Ki rahmı yok durur ol şive-kârıñ
Göñülde tutduğunu añladım ben
Mūsā Bālî midir hercâyî yârıñ

29

Gözüme ağlamak oldu müyesser
Yolında baş u cân virmek muğarrer
Bu derdler çok degildir saña cānā
Ki sevdiğin **Selīm** Şāh ol gül-i ter

30

Çü sevdiğini bildirdiñ o yāre
Var imdi derdiñe sen umma çāre
Ki şimdi **Ahmed**'iñ bî-çāresisin
Esîr olmak 'aceb midir o yāre³

³ o: öyle M.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Farklı çeşitleri olan falnâmelerin bir alt türü de sanat ve eğlence amaçlı falnâmelerdir. Bu eserler genel olarak fal içermekten ziyade olumlu yorumları ihtiva edip kaleme alanın hüner göstermeyi amaçladığı falnâmelerdir. Bu eserlerin bir araya gelen insanların eğlenmesi için yazıldığını söylemek yanlış olmayacaktır.

Eğlence amaçlı falnâmelerin çoğunun müellifinin bilinmemesi ve nüshalar arasındaki ciddi farklılıklar bu tür eserlerin anonimleşme eğiliminde olduğuna dair fikir vermektedir. Bu eserlerin başında genellikle düzenlendiği isimlere göre (meyve, bitki, kuş, çiçek, insan ismi vb) daireler yer alır. Beş dairelik bu bölümde eserde konu edilen isimler sıralanmaktadır. Bu eserlerin çoğu dört mısralık bentler ya da iki beyitlik yapılardan oluşur. Bu falnâmelerin dili genellikle sadedir.

Milli Kütüphane yazmaları arasında tespit edilen isim falnâmesinin sanat ve eğlence amaçlı diğer falnâmelerle ortak özellikler gösterdiği tespit edilmiştir. Eserin müellifi ya da özel bir adı yoktur. 30 ismin 30 bentte verildiği falnâmenin başında 1, 2, 4, 8 ve 16 rakamlarıyla numaralandırılmış 5 isim dairesi mevcuttur. Her bir dairede 15 isme yer verilmiştir. Aruzun mefâ'îlün mefâ'îlün fe'ûlün kalıbıyla kaleme alınan falnâmenin dili sade olup bentlerin kafiye düzeni aaxa şeklindedir. Eserin hedef kitlesine dair bir bilgi bulunmasa da erkek isimlerini muhtevi bu falnâmenin kadınlar için yazıldığını söylemek mümkündür. Eserde klasik Türk edebiyatında görülen kalıplar ve teşbihlerle tasvirler yapıldığı tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

- Aça, Mustafa. (2011). Balıkesir’de Bulunan Bir Cönk ve İçinde Yer Alan Fal-i Nebât Örneği. *Türk Kültürü ve Hacı Bektaş Velî Dergisi*, 59: 313-324.
- Avcı, İsmail. (2020). Türk Edebiyatında Manzum Nebat (Meyve, Sebze, Çiçek) Falları ve Yeni bir Nebat Falnamesi. *Cemal Aksu Armağanı*, İstanbul: İstanbul Üniversitesi Türkiyat Araştırmaları Enstitüsü Yayınları, 597-638.
- Aydın, Mehmet. (1995). Fal. *DİA*, İstanbul: Türkiye Diyanet Vakfı Yayınları, XII: 134-138.
- Duvarcı, Ayşe. (1993). *Türkiye’de Falcılık Geleneği ile Bu Konuda İki Eser Risâle-i Falnâme li Ca’fer-i Sâdık ve Tefe’ülnâme*, Ankara: Esra Matbaası.
- Eğri, Sadettin. (2008). Meyvelerin Dilinden Fal ve İşaretler. *Turkish Studies*, 3(5): 626-660.
- Ersoylu, Halil. (2010). Fal, Fal-nâme ve Bir Çiçek Falı: Der Aksâm-ı Ezhâr. *Türkiyat Mecmuası*, 20: 195-254.
- Gülhan, Abdülkerim. (2015). Türk Kültüründe Fal ve İsimlerle İlgili Bir Manzum Falname Örneği. *Divan Edebiyatı Araştırmaları Dergisi*, 15: 195-222.
- Gülhan, Abdülkerim. (2016). Fal Kültürü ve Bir Manzum Nebat Falnâmesi Örneği. *Divan Edebiyatı Araştırmaları Dergisi*, 16: 145-166.
- Kadiroğulları, Umut. (2016). *Falnâme-i Ca’fer Sâdık (Giriş-İnceleme-Metin-Sözlük)*. Uludağ Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Uzun, Mustafa İsmet. (1995). Falnâme. *DİA*, İstanbul: Türkiye Diyanet Vakfı Yayınları, XII: 141-145.
- Üzümcü, Mehmet Ali. (2008). *Kitâb-ı Sergüzeşt-i Za’îfî (İnceleme, Metin, Nesre Çeviri, İndeks)*. Kocaeli Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

MEYVE VE BİTKİ ADLARI ÜZERİNE YAZILMIŞ MANZUM BİR FALNÂME*

Prof. Dr., Hasan KAYA¹

¹Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Klasik Türk Edebiyatı, hasankaya@nku.edu.tr, 0000-0001-9244-

3113

Özet

İnsanoğlu gelecektek haber almak, uğurlu ve uğursuz işaretleri anlamak için belirli simgeleri iyiye ya da kötüye yorumlamaya çalışmıştır. Falın tarihsel kökeni Mezopotamya uygarlığına kadar inmektedir.

İslamiyetten önceki Türk kültüründe kemik, kumalak, fincan, yay, yada taşı, köpük, kaşık, ateş ve yıldız fallarının varlığı bilinmektedir. İslami dönemde kuş, taş, su, kum, seğirme, kıyafet, firaset, kura ve kitap falları da kullanılmıştır. Günümüzde bunlara ek olarak pek çok fal türünün varlığı bilinmektedir. Edebiyatımızda fallara ilgili manzum veya mensur olarak kaleme alınmış eserlere genel olarak falnâme denilmiştir. Tarih boyunca çeşitli fal türlerini konu alan falnâmeler kaleme alınmıştır. Falnâme türlerinden biri de sanat göstermek ve eğlence amaçlı hazırlandığını gördüğümüz falnâmelerdir. Cem Sultan'ın (ö. 1495) *Fâl-i Reyhân* adlı eseri, isim falnâmeleri, şair falnâmeleri, Peygamber falnâmeleri bunlardan bazılarıdır. Bu tür falnâmelerden biri de meyve ve bitki adlarıyla düzenlenmiş falnâmelerdir. Bunlara fâl-i meyve, fâl-i nebât, fâl-i ezhâr gibi isimler de verilmiştir. Genellikle 5 dairelik meyve ve bitki adlarının sıralanmasıyla başlayan bu eserler, daha sonra bunların her biri için düzenlenmiş numaralandırılmış manzum bölümlerden oluşmaktadır. İnsanların gönlünde listesi verilen meyve ya da bitkiden birini tutmasıyla başlayan fal, baştaki daireden seçilen unsurun hesaplanarak toplanması ve onunla ilgili manzum bölümün okunması esasına dayanır. Söz oyunları ve eğlence içerikli bu falnâmelerin yazma eser kütüphanelerinde örnekleri bulunmaktadır.

Bu bildiride falnâme türü hakkında kısa bilgiler verildikten sonra meyve ve bitki falnâmeleri üzerinde durulmuştur. Bugüne değin iki nüshası bilinen ve üçüncü nüshası tarafımızdan tespit edilen manzum bir meyve ve bitki falnâmesi incelendikten sonra bu eserin metnine yer verilmiştir. Bildirinin sonunda örneği verilen falnâme metninden hareketle bu falnâme türünün kültür ve edebiyatımızdaki yerine dair tespitler yapılmıştır.

Anahtar kelimeler: Fal, falnâme, meyve ve bitki falnâmeleri.

* Bu bildiri UTAK Çeşme 2 (10-12 Eylül 2026) Kongresinde özet olarak sunulan bildirinin genişletilmiş ve gözden geçirilmiş hâlidir.

A POETIC FALNÂME BASED ON THE NAMES OF FRUITS AND PLANTS

Abstract

Humankind has long sought to foresee the future and interpret auspicious and inauspicious signs by attributing positive or negative meanings to certain symbols. The historical origins of divination can be traced back to the civilizations of Mesopotamia.

In pre-Islamic Turkish culture, various forms of divination were practiced, including divination by bones, kumalak, coffee cups, bows, the yada stone, foam, spoons, fire, and stars. During the Islamic period, additional forms of divination emerged, such as divination by birds, stones, water, sand, involuntary bodily movements (muscle twitching), clothing, physiognomy (firāsah), lots, and books. Today, many other forms of divination are also known. In Turkish literature, works written in either verse or prose on the subject of divination are generally referred to as falnâme. Throughout history, numerous falnâmes dealing with different methods of divination have been composed. One particular category consists of falnâmes prepared primarily for entertainment and as demonstrations of literary artistry. Examples include Cem Sultan's (d. 1495) Fâl-i Reyhân, name falnâmes, poet falnâmes, and Prophet falnâmes. Another notable group comprises falnâmes organized around the names of fruits and plants, also known as fâl-i meyve, fâl-i nebât, or fâl-i ezhâr. These works typically begin with five concentric circles containing the names of fruits or plants, followed by numbered poetic sections composed for each item. The divination process begins with the participant mentally choosing one of the listed fruits or plants. The selected item is then calculated according to the system based on the initial diagram, and the corresponding poetic passage is read as the divinatory result. These falnâmes, characterized by wordplay and a strong element of amusement, survive today in manuscript collections.

This paper first provides a brief introduction to the falnâme genre before focusing on fruit and plant falnâmes. It examines a poetic fruit and plant falnâme of which two manuscripts were previously known and a third manuscript has been identified by the present author. Following the examination, the text of the work is presented. Finally, on the basis of this sample text, the paper offers observations on the place and significance of this particular type of falnâme within Turkish cultural and literary history.

Keywords: Divination, falnâme, fruit and plant falnâmes.

1. GİRİŞ

Arapça bir kelime olan “fal” uğur ve uğurlu şeyleri gösteren simge, gelecekte haber verme (kehanet), insanın talihine dair şeyler söyleme gibi anlamlara gelir (Aydın, 1995: XII/134).

Geleceği bilme, gayba dair bilgi edinme arzusu en eski toplumlardan beri vardır. Falın menşeyinin Mezopotamya olduğu sanılmaktadır. Akadlar döneminde gelişmiş, daha sonra bütün Asya ve Akdeniz bölgelerine yayılmıştır. Tarih boyunca bazı dinlerde, din adamlarının aynı zamanda kâhinlik yaptıkları da bilinmektedir. Milattan önce 4000 yıllarında Mısır’da, Çin’de, Bâbil’de ve Kalde’de falcılık-kâhinlik yapıldığını bugün bazı belgeler ortaya koymaktadır (Aydın, 1995: XII/135).

Divânü Lugati’t-Türk’te “ırk” kelimesine “falcılık, kâhinlik, bir kimsenin gönlündekini bilmek” anlamları verilmiştir. Türklük dünyasında falın yeri, öteki bazı milletlerde olduğu gibi, tarihinin derinliklerine kadar uzanır. Bugün için ele geçen en eski Türk belgelerinden biri de *İrk Bitig* adlı fal kitabıdır. Eski Türk inançlarından biri olan şamanizmde kam (şaman), çeşitli görevlerinin yanı sıra kehanetle de uğraşırdı. Mesela Göktürklerde kam, tahta çıkan kağanın boğazını bir ipek mendille sıkarak ve çıkan hırıltılı sese göre onun kağanlık süresini bildirirdi (Ersoylu, 2010: 202).

Araplarda İslamiyet öncesinde falın çeşitli uygulamaları varken İslamiyetin kabulüyle fal şekil değiştirerek varlığını sürdürmüştür. Kuran-ı Kerim’de fal okları yasaklansa da İslami dönemde Hz. Ali, Cafer-i Sâdık ve Muhyiddin Arabî’ye izafe edilen falmâmeler ortaya çıkmıştır (Duvarcı, 1993: 12- 13).

Fal bakma veya baktırma bütün toplumlarda olduğu gibi İslam toplumlarında da yaygın bir gelenektir. Falın toplumun hemen her kesiminde, özellikle önemli kararlar alınacağı zaman adeta bir danışma ve iyiye yorma vasıtası olarak kabul görmesi ve yaygınlaşmasında, Buhârî’de yer alan falı tavsiye eden hadisten çıkarılan müsamahakar yorumun rol oynadığı söylenebilir. Falın yaygınlaşmasının sonucu olarak nasıl fal bakılacağını öğreten, bu iş için kullanılacak metinlerin de yer aldığı fal kitaplarının hazırlanmasına ihtiyaç duyulmuş, fal bakmanın usul ve adabı ile çeşitli fal türlerini konu alan Arapça, Farsça, Türkçe manzum ve mensur birçok eser kaleme alınmıştır. “Fal bakmaya yarayan, mistik folklorun gereği olarak anlaşılması kolay bir dille yazılmış resimli ve resimsiz, tıbbi folklorla ait telkine dayalı kitaplar” şeklinde tanımlanan bu eserler zamanla klasik Türk ve Fars edebiyatlarında “falname” adı verilen bir tür meydana getirmiştir (Uzun, 1995: XII/141). Manzum, mensur veya manzum-mensur karışık olarak yazılan bu eserler çoğunlukla “falname”, zaman zaman da “tefeülname” olarak adlandırılan yeni bir tür meydana getirmiştir. Bu eserlerde fal metinlerinden başka fal türleri ve metotları, kullanılan malzemeler, fal bakmanın usul ve adabına dair hemen her türlü bilginin verildiği görülür. Falnamelerde müellifler fal metnine geçmeden önce çoğunlukla bazı dinî uygulamaların yapılmasına

dair telkinlerde bulunmuşlardır. Temizlenmek, abdest almak, iki rekât namaz kılmak, belirli ayet ve duaları okumak bu türden yapılması istenen şeylerdir (Avcı, 2020: 596-597).

Falnameleri konularına göre Kur'an falnameleri, kur'a falnameleri, peygamber adı falnameleri, yıldıznameler, kıyafetnameler ve ihtilaçnameler (seğirnameler) şeklinde sıralamak mümkündür.

1.1. Kuramsal Çerçeve

Bu bildiride fala ve falnâme türüne dair özet bilgiler verilmiş ve üç nüshasına ulaşılan ancak nüshaları arasında farklılıklar olduğu tespit edilen manzum falnâmenin metnine yer verilmiştir. Ele alınan falnâme bent sayısı da dahil olmak üzere nüshaları arasında farklılıklar bulunan ve manzum bir eser olup meyve, bitki ve yiyecek adlarını ihtiva etmektedir. Eserin metni transkripsiyon alfabesiyle verilmiştir.

2. YÖNTEM

Bu bildiride falnâme türü üzerinde durulmuş, meyve ve bitki adları üzerine yazılmış manzum falnâme incelenerek metni ortaya konmuştur.

3. BULGULAR

3.1. Sanat ve Eğlence Amaçlı Falnâmeler

Yukarıda sayılan falnâme çeşitlerinin dışında sanat ve eğlence amacıyla düzenlenmiş falnâme örneklerine de rastlanmaktadır. Bu eserler daha çok hoşça vakit geçirmek amacıyla, başta peygamber adları olmak üzere özel isimlerden hareketle, âşık-maşuk ilişkisi üzerine kurulmuş ifadelerden oluşan niyet tutma ve eğlence vasıtası olma özelliği göstermektedir (Gülhan, 2015: 206). İncelediğimiz kadarıyla kuş isimleri, çiçek isimleri, insan isimleri ve bu bildiriye konu alan meyve, bitki ve yiyecek adlarıyla düzenlenmiş falnâmeler de sanat ve eğlence amaçlı falnâme örnekleridir.

Kuş adlarıyla düzenlenmiş falnâmeler konusunda bilinen tek eser Zaîfî'nin 1525 yılında kaleme aldığı *Fâl-i Murgân* adlı falnâmesidir. Mesnevi nazım şekli ve aruzun fâ'ilâtün fâ'ilâtün fâ'ilün kalıbıyla yazılan eserin girişinde 1, 2, 4, 8, 16 ve 32 şeklinde 6 daire bulunur. Bu dairelerde yer alan kuş adlarından birini tutan kişinin tuttuğu kuş adının geçtiği dairelerin numarası toplanır ve o kuşa ait bölüm okunur. Kuşların geçtiği bölüm aaxa şeklinde kafiyeleşmiş bentlerden oluşur ve bu bölüm 59 benttir (Üzümcü, 2008: 21).

Çiçek adlarıyla yazılmış falnâmeye örnek olarak *Fâl-i Reyhân-ı Cem Sultân* adıyla bilinen ve Cem Sultan'a atfedilen eser örnek olarak gösterilebilir. Mesnevi nazım şekli ve aruzun mefâ'ilün mefâ'ilün fe'ülün kalıbıyla kaleme alınan eser bir çeşit çiçek falnâmesidir. Eserin Cem Sultan'a aidiyeti şüphelidir (Avcı, 2020: 600; Ersoylu, 2010: 206).

Meyve ve bitki adlarıyla düzenlenmiş falnâmelerin ilki Ömer bin Mezid'in 1437 yılında derlediği *Mecmuatü'n-Nezâir* adlı eserinin sonunda yer almaktadır. 1, 2, 4, 8 ve 16 şeklinde beş daireden oluşan eser aruzun mefâ'ilün mefâ'ilün fe'ülün kalıbıyla kaleme alınmış 31 bentten oluşmaktadır. Bu bentlerin her biri bir meyve veya bitkiye dairdir (Avcı, 2020: 599).

Bu konuda kaleme alınmış bir diğer eser Sıdkî'ye ait *Hûrşîdnâme*'dir. 476 beyitlik eser mesnevi nazım şekli ve aruzun mefâ'ilün mefâ'ilün fe'ülün kalıbıyla yazılmıştır. Hûrşîd kelimesini oluşturan 6 harfin her birine 6 yıldız, her bir yıldız karşılık 6 meyve, 6 meyveye karşılık 6 kuş, 6 kuşa karşılık 6 hayvan ve 6 hayvana karşılık gelecek şekilde de peygamber ve ehl-i beytten 6 isim verilmiştir. Falın ilk aşaması için kura atılır ve sonraki aşamaya geçilir. Bundan sonraki işlemlerde okunan beyit hangi bölüme geçileceğini bildirmektedir. Fal en sondaki isimlerdedir (Avcı, 2020: 604; Eğri, 2008: 629-630).

Fâl-i Nebât adını taşıyan bir başka eser, mesnevi nazım şekli ve aruzun fâ'ilâtün fâ'ilâtün fâ'ilün kalıbıyla yazılmıştır. 31 beyitlik eserin her beytinde bir meyve, bitki ve yemiş adı anlatılmıştır. Bu eser de meyve isimlerinin kümелendiği 5 daireden oluşmaktadır (Aça, 2011: 319).

Peygamber ve insan isimleriyle yazılmış bir falnâme örneği özel bir adı olmayan ve 33 bentlik bir manzumedir. Aruzun fâ'ilâtün fâ'ilâtün fâ'ilün kalıbıyla kaleme alınan eserin başında 1, 2, 4, 8 ve 16 sayıları verilmiş 5 dairede isim listesi yer almaktadır (Gülhan, 2015: 207-208).

3.2. Meyve ve Bitki Adlarıyla Yazılmış Manzum Falnâme

Eğlence amaçlı falnâmelerin çoğunun müellifinin bilinmemesi ve nüshalar arasındaki ciddi farklılıklar bu tür eserlerin anonimleşme eğiliminde olduğuna dair fikir vermektedir. Abdülkerim Gülhan tarafından yayımlanan Balıkesir İl Halk Kütüphanesinde tespit edilen nüsha ile bu eserin nüshaları olduğunu değerlendirdiğimiz Milli Kütüphane 06 Mil Yz A 2837/5 ve Süleymaniye Kütüphanesi Yazma Bağışlar 02620-004 numaralı eserler arasında farklılıklar bulunmaktadır. Nüshalar arasındaki farka örnek olması bakımından eserin müellifi olması ihtimal dahilinde olan Ali adının geçtiği mısra Balıkesir ve Süleymaniye'deki nüshalarda “İy Ali sen virme gönül kimseye” şeklinde iken Milli Kütüphanedeki nüshada “İy gönül sen virme sırrın kimseye” şeklindedir (Gülhan 2016: 156). Eserde nüshalar arasında kelime, ifade, mısra düzeyindeki farklılıkların yanında sonradan eklenen bentle birlikte bent sayıları bakımından da farklılıklar mevcuttur. Metnin kurulmasında Süleymaniye Kütüphanesindeki nüsha esas alınmıştır.

İncelenen metinde her bir meyve, bitki veya yemiş için bir bent yazılmıştır. Bu bentler metinde fala bakılabilmesi için numaralandırılmış olup toplam 30'dur. Bentler aaxa şeklinde kafiyelenmiştir. Aruzun remel bahrinin fâ'ilâtün fâ'ilâtün fâ'ilün kalıbıyla kaleme alınmıştır. Eserin müellifine dair bir bilgi bulunmasa da

yukarıda da belirtildiği gibi 29. bentte yer alan “Alî” adının eserin müellifi olması ihtimal dahilindedir. İlgili bent şu şekildedir:

İy ‘**Alî** sen virme gönül degmeye
‘Âşıl olan ‘ışk işine degmeye
Çok haşâ didüm görüp güzelleri
Kim benefşe gibi boyun egmeye

Eserin Milli Kütüphane nüshasına sonradan bir bent eklendiği anlaşılmaktadır. Sünbüle dair bendi ekleyen kişi eserin başındaki tablonun sonuna da “sünbül”ü eklemiştir. Sonradan ekleme çok farklı olan yazı tipinden anlaşılmaktadır. Sonradan eklendiğini değerlendirdiğimiz bent şu şekildedir:

Bahâr eyyâmı bâğçede açar gül
Zemistân geçirüp itmiş tahammül
Soğan kat [kat] libâs giymiş ‘acebdür
Ki gömleksiz kılandur aña **sünbül**

Çalışmaya konu olan manzum falnâmede falın ne şekilde uygulanacağı açıklanmamıştır. Ancak benzer eserlerden hareketle nasıl uygulandığı anlaşılabilmektedir. Eserin başında beş bölüm halinde meyve, bitki ve bazı yemiş adları verilmiştir. Bunlar 1, 2, 4, 8 ve 16 sayıları ile gruplandırılmıştır. Fala baktıracak kişi bu listede yer alan bir meyve, bitki veya yemiş adı tutmasını söyler. Tutulan unsurun geçtiği grupların üst sayıları toplanır ve ilgili unsurun geçtiği bent okunur. Bir örnekle anlatmak gerekirse fala bakılacak kişinin “lâle” tuttuğunu varsayalım. Lâle eserin başındaki sayı gruplarında 1, 2, 8 ve 16 numaralı gruplarda yer almaktadır. Bu sayıların toplamı 27’dir. Eserde lâle 27. bentte yer almaktadır. Böylece bu bent okunarak lâleyi tutan kişinin falına bakılmış olur.

Eserde bentlerde işlenen meyve, bitki ve yemişler sırasıyla şunlardır: Elma, emrûd (armut), yaş üzüm, encîr, ayva, bâdem, nâr, turunc, finduk, fistuk, kuru üzüm, leblebi, zerdâlû, kayısı, kiras, şeftâlû, limon, kavun, karpuz, şekker, helva, pâlûde (pelte), misk, anber, gül, reyhân, lâle, nergis, benefşe, ergavân.

Eserin Milli Kütüphane nüshası Fâl-i Meyvehâ, Süleymaniye Kütüphanesindeki nüsha Fâl-i Mîve adıyla kaydedilmiştir.

Dili sade olan eserin sanat amaçlı oluşu cinas başta olmak üzere çeşitli söz oyunlarına başvurulması ile ilgilidir. “Elma-alma, özüm-üzüm, nâr (ateş), nâr (meyve), yarıla-yâr ile, derdine-derdi ne, diler (dilimlemek)-diler (ister), dile (dilemek)-dile (dile düşmek), saç-saç (saçınmak), dilberi-dil berî, lâla-lâle, aladur-ala dur” eserdeki söz oyunlarından bazılarıdır.

Yer yer veznin aksaklıklarının görüldüğü eserde Türkçe kelimelerin hecelerinde de med yapılabildiği görülmektedir (7. bent).

Eserin başında yer alan meyve tablosu şu şekildedir:

1	2	4	8	16
elma	emrūd	encir	turunc	şeftālū
yaş üzüm	yaş üzüm	ayvā	fınduk	limon
ayvā	bādām	bādām	fıstuk	ķavun
enār	enār	enār	ķuru üzüm	ķarpuz
fınduk	fıstuk	leblebi	leblebi	şeker
ķuru üzüm	ķuru üzüm	zerdālū	zerdālū	ķelvā
zerdālū	pālūde	ķaysı	ķaysı	pālūde
ķarpuz	ķaysı	ķiras	ķiras	müşk
ķiras	ķiras	şeker	göl	‘anber
ķelvā	ķavun	ķelvā	lāle	göl
limon	ķarpuz	pālūde	‘anber	reyhān
müşk	müşk	müşk	nergis	lāle
göl	lāle	nergis	reyhān	nergis
lāle	reyhān	benefşe	benefşe	benefşe
benefşe	erğavān	erğavān	erğavān	erğavān

Metin

1

fā‘ilātün fā‘ilātün fā‘ilün

Ala gözüñe gönöl alma direm

Eyle olur şanki ben alma direm

Ruħlaruña idicek şāhum nazar

Ŧutduġuñuñ adını **elmā** direm

2

Gel devir sür ŧāli‘-i mes‘ūd ile

Müstedām ol devlet-i Maħmūd ile

Ŧutduġuñ al bize gel kim ħüb olur

Dost dostā varıcaķ **emrūd** ile

3

Görelî zîbâ cemâlûñî gözüm
Kılmadı şabr u qarârî şâh özüm⁴
Dürlü yimişler içinde iy şanem
Hâtırûñuz diler imiş **yaş üzüm**

4

Her kaçan zülfüñ hamı zencîr ola
Niçe cân üstine bir naḥcîr ola
Bağrumı la'lüñ hevâsı şakḳ ider
Tutduğıñuz var ise **encîr** ola

5

İy semen-ber serv-ḳadd ü sîm-ten
Sîb-ğabğab sebze ḥattı u ay zekān
Koḳusından bize bûy-ı cān gelür
Ayvadur tutduğıñ iy ḥulḳ-ı ḥasen

6

Sen perî-peyker nice âdem durur
Kim kemîne çâkerüñ 'âlem durur
Gözlerüñden añlaram tutduğıñı
Kim aña beñzer begüm **bâdem** durur

⁴ şabr u qarârî şâh: hergiz şabr u qarârî iy şâh M.

7

Ķāmetüñ servi ruĥuñ gülnārdur
Vaşluñ āb-ı Hızr u hicrüñ nārdur
Yüregümi yar mişlin göresin
Şol göñülde tutduĥuñ kim nārdur

8

İy nigār-ı lāle-ĥadd ü gül-‘izār
Zülfi ‘anber ıurrası ‘ūd-ı ıumār
Tutduĥuñ **turunc** ile at koluñı
Nitekim atdı Süheyl ü Nevbahār

9

Levh-i kudretdür yüzüñ şor nicesi
Ĥaıı u ĥālüñden okınur hicesi
Tutduĥuñı şakla düĥün gelicek
Tek mi çift mi oyna **fınduk** gicesi

10

Sünbül-i terdür şaıuñ ĥaddüñ semen⁵
La‘lüñe teşne ‘aķıķ ender-Yemen
Şol leb-i ĥandānuña beñzer şehā
Tutduĥuñ **fıstuk**dur iy piste-dehen

⁵ ĥaddüñ: ĥaııtuñ M.

11

Söyleseñ şu lafz-ı şekker-bâr ile
Tutınüñ bağı hasedden yarıla
Hoş çerezdür ortada **ķurı üzüm**
Bir araya irişecek yâr ile

12

Bir dem ol dilber bizümle rû-be-rû
Şu bigi her yaña aķma sû-be-sû
Tutduķuñ bize şülüş-i evvelîn
Dir ki **leblebi** gerekmez illâ bu

13

Düşdi dil sen dil-rübānuñ derdine
Dimedüñ bir gün anuñ kim derdi ne
Âh kim **zerdālū** gibi zerd olup
İremedüm işigüñüñ gerdine

14

Gözlerüñdür kim ħarāmī ķaysıdur
Ėamzeñ okın yine cān ķaysıdur
Añladum göñlüñ zamīrin remz ile
Kim dudaķuñ gibi şulu ķaysıdur

15

Çün cemāl ile cihānı tıtduñuz
Hüsni nerdin oynayuban utdu göz
Kullara in‘āmuñı ‘ām eylegil
Şol kirasdan kim göñülde dutdu köz

16

İy ki toydı toyuña ins ü tuyūr
Bizi hanum ḥān-ı⁶ vaşluña toyur
Şol göñülde tıtduğuş **şeftālūnuñ**
Kuluña bir ikisin ihsān buyur

17

Tiğ-ı gamzeñ bağrımı yahşı diler⁷
Dost oldur dostını yahşı diler
Gönlüñüzde çünki **limon** tıtduñuz
Mi‘deñüz beñzer begüm ekşi diler

18

Nice hicrūñ bıçağı bağrum dele
Vaşluñı eyler şefi‘ anı dile
Şararup turvanda **kavun** gibi dost
Düşmişem şehriñde bugün ben dile

⁶ ḥān-ı: ḥūn-ı M.

⁷ diler: deler M.

19

Çengi dü-tâ kıldı nâlem sūz ile
Sen dil-âhen hiç egilmez söz ile
Olduğınca ‘aşkumuñ bāzārı germ
Serd kılduñ sen anı **ķarpuz** ile

20

Dil ele getürmege dilber gerek
Terk-i ser kılmaklığa server gerek
Çünkü Şīrīn tutduñ iy H̱usrev-niṣān
Bilürem sen tūtiye **ṣekker** gerek

21

Göñlüm alan sen gözi ṣehlā durur
Kaşı fitne zülfi pür-sevdā durur
İdümüz telḥ itmegil iy tatlu yār
Çün göñülde duṭduğuş **ḥelvā** durur

22

Dil reh-i hicrūñde gerd-ālūdedür
Cān anuñçün ḥaste vü ālūdedür
Gün gibi la‘lūñi añup ditrerem
Bu vücūdum ṣanki ter **pālūdedür**

23

Sünbül̄in hindūlaruñ itdükçe ç̄in
Ay hüsnuñ hırmeninde hūşe-ç̄in
Ġāliye bu şaçuña her dem şaçın
Tutduğuñ şol **müşki** sen iy hūb-ı Ç̄in

24

Görelı bu gözlerüm sen dilberi
Cān u dil ayruqdan itdi dil berī
Ca‘d-ı müşkin üzre şaç kim hūb olur
‘Ūd ile şol tutduğuñuz ‘**anberi**

25

Yārlik resmi egerçi bu degül
Seni sevenüñ yüzine bāri gül
Būlbūl-i bī-dilden itmegil dirīġ
Şol gönülde tutduğuñ iy tāze **gül**

26

Ay hüsnuñ şevk ile hayrān durur
Gün yüzüñ şevkiyle sergerdān durur
Dutduğuñı bilürem haţtuñ gibi
Gerd-i⁸ gülşende biten **reyhān** durur

⁸ Gerd-i: Gird-i M.

27

Karadur aşuñ u ‘aynuñ aladur
l ile her dem g  n  ller ala dur
Saña h  r  n u firiřte l  ladur
Sebze-i hatuñda hadd  n l  led  r

28

řub  -dem f  l-i m  b  rekd  r y  z  n
Haste c  nlar r  hatı ř  r  n s  z  n
L  k beni derdi b  m  r eyledi
arřuma s  z  leli **nergis** g  z  n

29

  y ‘Al   sen virme g  n  l degmeye
‘  ıl olan ‘ıř ıřine degmeye
ok haa did  m g  r  p g  zelleri
Kim **benefře** gibi boyun egmeye

30

ř  h-ı z  lim g  zler  n  nden el-aman
Dil diler    c  n alur virmez aman
G  z  m  n an yařına ř  hid durur
V  d  -i řasretde biten **erg  v  n**

4. SONU, TARTIřMA VE   NER  LER

Geleceęi bilme, gayba dair bilgi edinme arzusu en eski toplumlardan beri vardır. Bu da en eski uygarlıklardan itibaren falı doęurmuřtur. Falın tarih iinde pek ok eřidi var olmuřtur. Mezopotamya uygarlıklarından doęduęu d  ř  n  len fal Mısır, Babil ve in coęrafyalarına yayılmıřtır. Eski T  rklerde de fal ve kehanetin řamanlar tarafından uygulandıęı bilinmektedir. En eski yazılı fal kitabı *Irak Bitig*’dir. Araplarda da var olan fal

uygulamaları İslamiyetle birlikte yasaklansa da bazı fal çeşitlerine cevaz verilmesi sonraki dönemlerde falın çeşitlenmesine olanak sağlamıştır. Fal çeşitleri ve falın uygulanışına dair yazılan eserlere genel olarak falnâme adı verilmiştir. Türklerin İslam medeniyeti dairesine girmelerinden sonra da falla ilgili eserler vermiştir. Bu eserlerin bir bölümü sanat ve eğlence amacıyla kaleme alınmıştır.

İnsan, peygamber, çiçek, kuş isimleriyle ilgili düzenlenmiş çoğu manzum falnâmenin yanında meyve ve bitki adlarıyla da eğlenceli falnâmelerin yazıldığı görülmektedir. Uygulanışı birbirine benzeyen bu falların genellikle olumlu yorumlar içerdiği, şairlerin hüner ve sanat göstermek gayesi güttükleri ve insanları eğlendirmek amacıyla yazıldığı ortadadır. Pek çok falnamenin şairinin bilinmeyişi bir yandan falla ilgili çekincenin sonucu olabileceği gibi bir yandan da bu metinlerin anonimleşmesiyle de ilgili olabilir.

İncelediğimiz falname meyve, bitki ve yemiş adlarıyla ilgili 30 bentlik manzum bir metindir. Üç nüshası bulunan bu metnin Ali adlı bir şaire ait olması ihtimal dahilindedir. Numaralandırılmış 6 daireden oluşan eserin her dairesinde meyve, yemiş ve bitki adları listelenmiştir. Nüshaları arasında kelime, ifade, mısra ve bent sayısı düzeyinde farklılıklar bulunan bu eser sanat ve eğlence amaçlarıyla düzenlenmiş diğer falnâmelerle birlikte değerlendirildiğinde anonimleşme eğiliminde eserler olduklarını söylemek yanlış olmayacaktır. Bu ve benzeri eserler falın Türk kültür hayatındaki yerine dair önemli fikirler vermektedir.

KAYNAKLAR

- Aça, Mustafa. (2011). Balıkesir’de Bulunan Bir Cönk ve İçinde Yer Alan Fal-i Nebât Örneği. *Türk Kültürü ve Hacı Bektaş Velî Dergisi*, 59: 313-324.
- Avcı, İsmail. (2020). Türk Edebiyatında Manzum Nebat (Meyve, Sebze, Çiçek) Falları ve Yeni bir Nebat Falnamesi. *Cemal Aksu Armağanı*, İstanbul: İstanbul Üniversitesi Türkiyat Araştırmaları Enstitüsü Yayınları, 597-638.
- Aydın, Mehmet. (1995). Fal. *DİA*, İstanbul: Türkiye Diyanet Vakfı Yayınları, XII: 134-138.
- Duvarcı, Ayşe. (1993). *Türkiye’de Falcılık Geleneği ile Bu Konuda İki Eser Risâle-i Falnâme lî Ca’fer-i Sâdık ve Tefe’ülnâme*, Ankara: Esra Matbaası.
- Eğri, Sadettin. (2008). Meyvelerin Dilinden Fal ve İşaretler. *Turkish Studies*, 3(5): 626-660.
- Ersoylu, Halil. (2010). Fal, Fal-nâme ve Bir Çiçek Falı: Der Aksâm-ı Ezhâr. *Türkiyat Mecmuası*, 20: 195-254.
- Gülhan, Abdülkerim. (2015). Türk Kültüründe Fal ve İsimlerle İlgili Bir Manzum Falname Örneği. *Divan Edebiyatı Araştırmaları Dergisi*, 15: 195-222.
- Gülhan, Abdülkerim. (2016). Fal Kültürü ve Bir Manzum Nebat Falnâmesi Örneği. *Divan Edebiyatı Araştırmaları Dergisi*, 16: 145-166.
- Uzun, Mustafa İsmet. (1995). Falnâme. *DİA*, İstanbul: Türkiye Diyanet Vakfı Yayınları, XII: 141-145.
- Üzümcü, Mehmet Ali. (2008). *Kitâb-ı Sergüzeşt-i Za’îfî (İnceleme, Metin, Nesre Çeviri, İndeks)*. Kocaeli Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

COMPARATIVE ANALYSIS OF LINGUISTIC FEATURES IN AZERBAIJANI AND UZBEK PHRASEOLOGICAL UNITS

Guler Suleymanova

Lecturer at the Department of Azerbaijani
Language and Technology of Its Teaching,
Azerbaijan State Pedagogical University

ABSTRACT

This article presents a comparative-typological analysis of the lexical-semantic and structural features of phraseological units in the Uzbek and Azerbaijani languages. Somatic and zoomorphic phraseologisms were selected as the primary research objects in these two sister Turkic languages. The results demonstrate that while phraseological units in both languages reflect national mentality and cultural codes, distinct differences exist in their figurative bases. In Azerbaijani, Arabic and Persian borrowings predominate, whereas in Uzbek, components related to the traditional Uzbek lifestyle are dominant. The article highlights key similarities and differences that carry significant importance for comparative linguistics.

Keywords: comparative linguistics, phraseology, Azerbaijani, Uzbek, linguistic features, Turkic languages

Within the scope of specialization 10.00.13 — Comparative and Contrastive Linguistics, the comparative study of Turkic languages remains a highly relevant topic today. Despite belonging to the same language family, the Uzbek and Azerbaijani languages have developed distinct linguistic characteristics over their long historical evolution.

Objective of the Research: To identify the national-cultural and linguistic features of phraseological units in both languages.

1. Somatic Phraseologisms

Uzbek: "*ko'zi ochiq*" (alert/vigilant), "*yuragi tosh*" (hard-hearted)

Azerbaijani: "*gözü açıq*", "*ürəyi daş*"

These forms are structurally similar and virtually identical in semantics, representing the common Turkic lexical layer.

2. Zoomorphic Phraseologisms

Uzbek: "*tulkidek ayyor*" (cunning as a fox), "*sherdek jasur*" (brave as a lion)

Azerbaijani: "*tülkü kimi hiyləgər*", "*şir kimi cəsur*"

While the component "*bo'ri*" (wolf) frequently carries a negative connotation in the Uzbek language, the component "*canavar*" (wolf/beast) predominates in Azerbaijani.

3. Linguistic Differences

Phonetic: Uzbek "*q*" $\rightarrow$ Azerbaijani "*ğ*" (e.g., *qardosh* / *qardaş*).

Lexical: Uzbek phraseology frequently incorporates agricultural vocabulary such as "*paxta*" (cotton) and "*ariq*" (irrigation canal), whereas Azerbaijani prominently features terms related to "*neft*" (oil) and "*dəniz*" (sea).

Grammatical: Comparative suffixes/markers differ, utilizing *-dek* in Uzbek versus *-kimi* in Azerbaijani.

CONCLUSION

Although Uzbek and Azerbaijani phraseology share a common Turkic origin, each language has preserved its unique national linguistic traits. These differences stem from the distinct lifestyles, history, and cultural ties of both nations. This comparative analysis holds practical value for translation theory and the compilation of bilingual dictionaries.

REFERENCES

1. Rahmatullayev, Sh. *Explanatory Phraseological Dictionary of the Uzbek Language*. Tashkent, 2021.
2. Bayramov, H. *Fundamentals of Azerbaijani Phraseology*. Baku, 2020.
3. Kunin, A. V. *English Phraseology*. Moscow, 2019.

BOOSTING STUDENTS' MOTIVATION IN ENGLISH LANGUAGE TEACHING

Jala Samadoava Gadir

ASPU, Head of the Department of Teaching Technologies

jala.seemdova@mail.ru

Abstract

Student motivation is one of the most important factors influencing success in English language learning. Even when students have access to effective textbooks, qualified teachers, and modern technology, they may not achieve good results if they lack motivation to learn. Motivation affects students' participation, persistence, confidence, and willingness to communicate in English. This thesis examines the importance of motivation in English language teaching and discusses practical strategies that teachers can use to increase students' interest and engagement. Particular attention is given to creating a supportive classroom environment, using communicative and interactive activities, setting achievable goals, providing positive feedback, incorporating technology, and considering students' individual interests and needs. The paper argues that motivation should not be viewed as a fixed characteristic of learners but as something that teachers can influence through appropriate teaching methods and classroom practices. By creating meaningful learning experiences and encouraging learner autonomy, English teachers can help students become more confident, active, and motivated language learners.

Keywords: motivation, English language teaching, students, language learning, learner autonomy, classroom activities

Introduction

Learning a foreign language is a complex process that requires time, effort, and continuous practice. In English language teaching (ELT), students' motivation plays a central role in determining how actively and successfully they participate in the learning process. Students who are motivated are generally more willing to attend classes, complete assignments, practice English outside the classroom, and communicate with other learners. In contrast, students who have little motivation may become passive, anxious, or unwilling to participate in classroom activities.

Motivation has been widely discussed in the field of second-language acquisition. Gardner (1985) emphasized the importance of motivation in learning a second language and demonstrated that learners' attitudes and motivation can influence their language-learning achievement. Later research has also shown that motivation is influenced by classroom experiences, teachers, learning materials, social relationships, and students' personal goals.

For this reason, English teachers should not focus only on grammar, vocabulary, and language skills. They should also consider how their teaching methods affect students' willingness to learn. A motivating English classroom should provide students with meaningful opportunities to use the language, make choices, interact with others, and experience success. This thesis discusses several approaches that can help teachers boost students' motivation in English language teaching.

The Importance of Motivation in English Language Learning

Motivation can be understood as the force that encourages a person to begin and continue an activity. In language learning, motivation determines the amount of effort students are prepared to invest in developing their linguistic abilities. According to Dörnyei (2001), motivation is a major factor in determining why learners choose to learn a language, how long they continue learning, and how much effort they invest in the process.

One important distinction in motivation research is between intrinsic and extrinsic motivation. Intrinsic motivation occurs when students learn because they find the activity interesting, enjoyable, or personally meaningful. For example, a student may study English because they enjoy communicating with international students or watching English-language films. Extrinsic motivation, on the other hand, is connected to external rewards or consequences, such as grades, examinations, university admission, or future employment.

Both types of motivation can influence language learning. However, teachers should aim to develop students' internal interest in English rather than relying exclusively on grades or rewards. Self-Determination Theory suggests that students are more likely to become intrinsically motivated when their needs for autonomy,

competence, and relatedness are supported (Deci & Ryan, 2000). Therefore, students should have opportunities to make choices, develop their skills, and feel connected to their classmates and teachers.

Creating a Supportive Classroom Environment

One of the most effective ways of increasing motivation is to create a positive and supportive classroom environment. Students are more likely to participate when they feel safe and respected. This is particularly important in English classes because students often make mistakes when speaking a foreign language. If students are afraid that their classmates will laugh at them or that the teacher will criticize every mistake, they may avoid speaking altogether.

Teachers should therefore treat mistakes as a natural part of language learning. Instead of focusing only on errors, teachers can recognize students' effort and progress. Positive feedback can help learners develop confidence and encourage them to participate more actively. Teachers can also establish classroom rules that promote respect, cooperation, and tolerance.

The relationship between teachers and students is another important factor. A teacher who shows genuine interest in students' ideas, difficulties, and goals can create a stronger sense of trust. According to Dörnyei and Csizér (1998), teacher behavior and classroom practices have an important influence on language-learning motivation. Consequently, teachers should attempt to make students feel that their contributions are valued.

Using Communicative and Interactive Activities

Traditional approaches that focus heavily on memorizing grammar rules and vocabulary may not always maintain students' interest. Although grammar and vocabulary are essential, students also need opportunities to use English for meaningful communication. Communicative activities such as pair work, group discussions, role-plays, debates, interviews, and problem-solving tasks can make English lessons more engaging. For example, instead of simply teaching vocabulary related to travel, a teacher could ask students to plan a holiday in an English-speaking country. Students could discuss transportation, accommodation, activities, and costs. In this way, language becomes a tool for completing a meaningful task.

Games can also be useful, especially with younger learners. Vocabulary competitions, information-gap activities, quizzes, and language games can create an enjoyable atmosphere while providing opportunities for practice. However, activities should have clear learning objectives. Entertainment alone does not guarantee effective learning; the activity should help students develop a specific language skill.

Setting Achievable Goals and Providing Feedback

Another important strategy for boosting motivation is helping students establish realistic learning goals. Large goals, such as “become fluent in English,” can sometimes seem difficult or distant. Teachers can help students divide these goals into smaller and achievable objectives. For example, a student might aim to learn ten new words per week, give a short presentation in English, or participate in an English conversation for five minutes. When students achieve smaller goals, they can see evidence of their progress. This sense of competence can increase their willingness to continue learning. Teachers should therefore provide regular and constructive feedback.

Effective feedback should not simply identify what students have done incorrectly. It should also explain how they can improve. For example, instead of saying “Your speaking is poor,” a teacher could say, “Your ideas are clear; now try to use past-tense verbs more accurately.” Such feedback is more specific and encourages students to focus on improvement.

Incorporating Technology and Students’ Interests

Modern technology provides many opportunities to make English learning more engaging. Students can use videos, podcasts, language-learning applications, online dictionaries, digital games, interactive quizzes, and educational websites. Technology can also expose learners to authentic English used by people from different countries and cultural backgrounds.

However, technology should be used purposefully. Simply showing a video or asking students to use a digital application does not necessarily increase motivation. Teachers should select technological resources that correspond to students’ language level, interests, and learning objectives.

Students’ personal interests should also be incorporated into English lessons whenever possible. Teenagers and university students may be interested in music, films, sports, social media, travel, technology, or career development. Teachers can use these topics as contexts for vocabulary, reading, listening, speaking, and writing activities. When students see a connection between classroom activities and their real lives, they are more likely to perceive English as useful and meaningful.

Encouraging Learner Autonomy

Learner autonomy is another important element of motivation. Students should gradually become responsible for their own learning rather than depending entirely on the teacher. Teachers can encourage autonomy by allowing students to choose topics for presentations, select reading materials, set personal learning goals, and evaluate their own progress.

Self-assessment can be particularly useful. At the end of a lesson or unit, students can reflect on questions such as: “What did I learn?”, “What can I do better now?”, and “What do I need to practice more?” Such activities encourage students to become aware of their strengths and weaknesses.

Autonomous learners are more likely to continue studying English outside the classroom. They may watch English-language videos, read online articles, communicate with international speakers, or use language-learning applications independently. Therefore, teachers should not only teach English but also teach students how to learn English effectively.

Conclusion

Student motivation is a fundamental component of successful English language teaching. Motivated learners are more likely to participate actively, invest effort, overcome difficulties, and continue learning outside the classroom. However, motivation should not be considered solely the responsibility of students. Teachers and classroom environments can significantly influence learners’ motivation.

Several strategies can be used to boost motivation in English language classrooms. These include creating a supportive environment, using communicative activities, setting achievable goals, providing constructive feedback, incorporating technology, connecting lessons to students’ interests, and promoting learner autonomy. Teachers should also recognize that students have different needs, personalities, goals, and learning preferences. Therefore, no single motivational strategy will work equally well for every learner.

Ultimately, effective English teaching involves more than transmitting linguistic knowledge. Teachers should create learning experiences in which students feel capable, respected, interested, and involved. When students understand the practical value of English and experience success in using it, their motivation is more likely to develop and continue. Thus, boosting motivation should be regarded as an essential part of effective English language teaching rather than an additional classroom activity.

References

- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The “what” and “why” of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227–268.
- Dörnyei, Z. (2001). *Motivational strategies in the language classroom*. Cambridge University Press.
- Dörnyei, Z., & Csizér, K. (1998). Ten commandments for motivating language learners: Results of an empirical study. *Language Teaching Research*, 2(3), 203–229.
- Gardner, R. C. (1985). *Social psychology and second language learning: The role of attitudes and motivation*. Edward Arnold.
- Harmer, J. (2007). *The practice of English language teaching* (4th ed.). Pearson Longman.
- Lightbown, P. M., & Spada, N. (2013). *How languages are learned* (4th ed.). Oxford University Press.
- Ushioda, E. (2011). *Language learning motivation, self and identity: Current theoretical perspectives*. Multilingual Matters.

MULTICULTURAL VALUES, CULTURAL MEMORY, AND INTERGENERATIONAL DIALOGUE IN AHMAD JAMIL'S "DEAR GRANDMA, TELL ME A TALE"

Günəl Hümətova (Pəniyeva) Saleh

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti,

Ədəbiyyatın tədrisi texnologiyası kafedrasının baş müəllimi, fil.ü.f.dok.

Mail: gunelpeniyeve@mail.ru

Orcid ID:0000-0002-8916-3484

Abstract

This article examines Ahmad Jamil's narrative poem "*Can nənə, bir nağıl de*" ("Dear Grandma, Tell Me a Tale") from the perspective of multiculturalism, cultural memory, intergenerational communication, cultural transmission, social solidarity, and humanistic values. Although the poem does not explicitly represent interaction between several ethnic or religious communities, its multicultural significance can be identified at a deeper cultural and anthropological level. The poem constructs a domestic communicative space in which the grandmother, the child, the absent father, the extended family, oral storytelling, traditional household practices, and collective memory intersect. The analysis demonstrates that multiculturalism in children's literature should not be reduced exclusively to the direct representation of ethnic or religious diversity. It can also be conceptualized through the preservation and transmission of cultural meanings, recognition of multiple identities, respect for intergenerational knowledge, coexistence of individual and collective memory, and the construction of shared human values. The poem is particularly significant because the grandmother becomes the mediator between the child and a cultural world that includes oral narrative traditions, family rituals, seasonal imagery, hospitality, music, food-related customs, kinship relations, and expectations surrounding return and reunion. The child's questions about his father transform the seemingly private family conversation into a broader reflection on war, separation, longing, hope, and social cohesion. Methodologically, the study applies qualitative close reading, textual-cultural analysis, thematic analysis, and an intercultural-literary framework. Particular attention is paid to dialogue, cultural symbols, family roles, folklore elements, spatial and seasonal imagery, and the representation of collective identity. The findings suggest that the poem functions as a literary mechanism of cultural continuity: the grandmother transmits not merely a story but a cultural worldview to the child. The imagined future reunion further reconstructs the disrupted family and symbolically restores social harmony through food, hospitality, music, storytelling, and communal gathering. Consequently, Ahmad Jamil's poem may be interpreted as a valuable example of how Azerbaijani children's literature represents cultural

continuity and human solidarity while simultaneously creating a space for understanding the relationship between individual experience and collective cultural memory.

Keywords: Ahmad Jamil; *Can nənə, bir nağıl de*; multiculturalism; cultural diversity; cultural memory; intercultural dialogue; children's literature; Azerbaijani literature; folklore; intergenerational transmission; social solidarity; cultural identity.

Introduction

Multiculturalism has become one of the important concepts in contemporary cultural studies, literary criticism, education, and social sciences because modern societies are characterized by complex interactions among cultural identities, traditions, languages, memories, beliefs, and forms of social experience. Within this context, literature occupies a particularly important position because literary texts do not merely reproduce social reality; they preserve cultural memory, transmit values, construct identities, and provide readers with opportunities to encounter perspectives that may differ from their own. UNESCO defines cultural diversity as the manifold ways in which cultures and societies express themselves and emphasizes that cultural expressions are transmitted within and among groups and across generations (UNESCO, 2005). From this perspective, cultural diversity is not limited to the simultaneous existence of different ethnic or religious communities. It also involves different forms of cultural expression, systems of values, traditions, practices, memories, artistic forms, and mechanisms through which cultural meanings are transferred from one generation to another. This broader understanding of cultural diversity is particularly relevant to children's literature. A literary text addressed to children can perform an important cultural function because children encounter social and cultural meanings through narratives, characters, dialogue, symbols, family relationships, and representations of everyday life. Through literature, children may acquire not only linguistic and aesthetic competence but also an understanding of cultural values, historical experiences, social relationships, and the plurality of human identities. Ahmad Jamil's poem "*Can nənə, bir nağıl de*" ("Dear Grandma, Tell Me a Tale") provides a particularly productive case for such an investigation. The poem is constructed as an intimate conversation between a grandmother and her grandson during a cold winter night. The child repeatedly asks his grandmother to tell him a tale, while the grandmother attempts to persuade him to sleep. As the dialogue develops, however, the child's attention shifts from the desire to hear a tale to his absent father, who is serving at the front. The grandmother responds to the child's anxiety by describing the expected return of the father in spring. The imagined future includes flowers, the return of the father, family reunion, hospitality, food, music, storytelling, and emotional restoration. The poem therefore moves from the intimate domestic sphere toward a symbolic representation of family and community. The primary source of the present study is the text published by the Azerbaijan State News Agency's Children's Knowledge Portal. The text contains a dialogue between the grandmother and child and ends with the child falling asleep while imagining the father's return. The literary structure is significant. Rather than presenting an abstract description of cultural values, Jamil embeds them within ordinary domestic interaction. The grandmother does not deliver a formal lesson about culture. Instead, cultural meaning emerges

naturally through speech, household objects, family relations, food, music, oral narrative, seasonal imagery, and expectations of communal celebration. An important feature of the poem is therefore the interaction between **private memory and collective cultural memory**. The child's longing for his father is personal, yet the ways in which the family imagines reunion are culturally encoded. The anticipated return is not represented merely as an individual meeting between father and son. It becomes a communal event involving the mother, grandparents, relatives, neighbors, food, household decoration, music, and storytelling. This dimension enables the poem to be examined through the concept of multiculturalism without claiming that the text explicitly depicts multiple ethnic or religious groups. Such a claim would be textually excessive. Instead, the article adopts a broader cultural definition of multiculturalism, according to which cultural coexistence also depends upon recognition of diverse forms of memory, cultural expression, identity, tradition, and communication. UNESCO similarly describes cultural identity as socially constructed and emphasizes that individuals possess multiple identities that may change across contexts. Cultural identity is consequently not a fixed or homogeneous category but a dynamic structure shaped by communication and social interaction. The poem can be interpreted within this conceptual framework because the child's identity is constructed through family relationships, language, memory, folklore, locality, and cultural practices. The poem is also relevant to the concept of intercultural dialogue. UNESCO describes intercultural dialogue as a process based on meaningful engagement, openness to different perspectives, mutual respect, and the possibility of transforming relationships between individuals and groups. Although the conversation in Jamil's poem is primarily intrafamilial rather than intercultural in the strict sense, it nevertheless models an essential precondition of intercultural communication: listening to another person's emotional and cognitive world. The grandmother listens to the child's questions and attempts to translate anxiety into reassurance. The child, in turn, uses questions to explore an adult world that he does not fully understand. Their communication creates a dialogic space in which knowledge is transmitted, emotions are negotiated, and cultural memory is preserved. The study therefore proposes that the multicultural dimension of the poem should be examined through six interconnected categories:

1. cultural memory;
2. intergenerational transmission;
3. oral tradition and folklore;
4. family and communal identity;
5. cultural symbols and everyday practices;

6. humanistic values of solidarity, empathy, hope, and peaceful coexistence.

The central research question is:

How does Ahmad Jamil’s “Can nənə, bir nağl de” represent multicultural values through cultural memory, intergenerational communication, folklore, family relationships, and communal cultural practices?

The study also addresses three subsidiary questions:

1. How does the grandmother function as a mediator of cultural memory?
2. How are Azerbaijani cultural practices encoded in the poem’s domestic and communal imagery?
3. How does the poem transform an individual experience of separation into a broader representation of solidarity and cultural continuity?

Literature Review and Theoretical Framework

Multiculturalism is frequently associated with the coexistence of different ethnic, linguistic, religious, and cultural groups within the same social space. However, a literary-cultural approach requires a broader conceptualization. Culture encompasses ways of living, value systems, traditions, beliefs, artistic expressions, and forms of social organization. UNESCO’s conceptual framework explicitly associates culture with spiritual, material, intellectual, and emotional features of social groups, including literature, lifestyles, systems of values, traditions, and beliefs. Therefore, a literary work can participate in multicultural representation even when it does not directly place different ethnic communities into interaction. In this sense, Jamil’s poem presents a culturally specific domestic world. The cultural specificity is visible in the grandmother’s speech, kinship terminology, household practices, food, music, oral storytelling, and patterns of hospitality. The poem consequently illustrates what may be termed **intra-cultural diversity**: culture is experienced through several generations and social roles, each of which possesses a different perspective on the same cultural reality. The child experiences culture through curiosity and imagination. The grandmother experiences it through memory and responsibility. The absent father represents duty and sacrifice. The extended family represents communal solidarity. The grandfather’s saz represents musical and oral heritage.

These perspectives are not identical, but they are connected through a shared cultural framework.

Cultural memory and literature

Cultural memory refers to the ways societies preserve and transmit meanings about the past. Assmann (2011) emphasizes the relationship between cultural memory, collective identity, symbolic forms, and transmission across generations. Cultural memory does not simply preserve historical information; it provides communities

with frameworks through which the past becomes meaningful in the present. Children's literature is particularly important in this process because stories and poems often introduce younger generations to cultural symbols and narratives. In Jamil's poem, the grandmother is the central carrier of such memory. Her function is not limited to childcare. She represents continuity between generations. The child's request for a "tale" activates the cultural mechanism of oral transmission. The grandmother is associated with a traditional storytelling role, while the grandfather appears later as the person who will tune the saz and tell stories after the father returns. The poem thus creates a chain:

grandmother → child → future generation

and simultaneously:

grandfather → saz → tale → collective memory.

This structure gives the poem a distinctly cultural dimension.

Intergenerational communication

Intergenerational communication is another major theoretical category relevant to the poem. UNESCO's definition of cultural diversity emphasizes transmission from generation to generation. The conversation between grandmother and child demonstrates that cultural transmission is not necessarily institutional. It may occur within the family through ordinary conversation. The grandmother does not formally explain traditions to the child. Instead, cultural knowledge is embedded in phrases, forms of address, emotional expressions, descriptions of food, family relations, and expectations of celebration. This is particularly important because the poem represents the family as a cultural institution.

The family provides:

1. emotional protection;
2. cultural memory;
3. linguistic continuity;
4. oral tradition;
5. ethical education;
6. social identity;
7. collective belonging.

The child's questions therefore become mechanisms through which culture is reproduced.

Methodology

The study employs a qualitative literary-cultural methodology based primarily on close textual reading. The primary corpus consists of Ahmad Jamil's poem "*Can nənə, bir nağıl de*" as published on the Azerbaijan State News Agency's Children's Knowledge Portal.

Four analytical methods were combined. The poem was examined at the level of dialogue, imagery, characterization, narrative structure, lexical choices, and symbolic motifs.

The text was coded thematically according to the following categories:

Analytical category	Major textual manifestation
Cultural memory	grandmother, grandfather, tale
Intergenerational transmission	grandmother–child dialogue
Family identity	father, mother, grandparents, relatives
Social solidarity	neighbors and communal gathering
Hospitality	table and preparation for guests
Folklore	tale, saz, oral storytelling
Seasonal culture	winter, spring, flowers, swallows
Emotional solidarity	longing, reassurance, hope
Cultural continuity	anticipated reunion
Humanistic values	love, compassion, family unity

Objects and practices appearing in the poem were interpreted as cultural signs. The saz, carpet, table, food, storytelling, family gathering, and seasonal imagery were examined as elements that connect individual experience to broader cultural meaning. The study applies UNESCO's understanding of cultural diversity and intercultural dialogue. Cultural diversity is understood as the plurality of cultural expressions transmitted across groups and generations, while dialogue is understood as communication involving openness, recognition, and engagement with perspectives. The analysis does not claim that the poem depicts direct interaction between ethnic or religious communities. Instead, it investigates how the text creates the cultural conditions underlying coexistence: respect for tradition, intergenerational communication, collective belonging, hospitality, empathy, and recognition of human vulnerability. The grandmother is the central cultural figure in the poem. At the beginning, she appears simply as a caregiver trying to make a child sleep. Yet the conversation gradually reveals a more complex function. She mediates between the child and the adult world. The child does not understand where his father is, what military service means, or how long separation may last. His questions emerge from fear and longing. The grandmother transforms these fears into a narrative of hope. This transformation is culturally significant. The grandmother does not respond with abstract explanations. Instead,

she uses familiar cultural language, affectionate forms of address, domestic imagery, and future-oriented storytelling.

Her speech therefore has three simultaneous functions:

1. **emotional protection;**
2. **cultural transmission;**
3. **construction of hope.**

The grandmother's role resembles that of the traditional storyteller. She possesses knowledge that the child does not possess and uses narrative to make an uncertain world emotionally comprehensible. This is one of the strongest multicultural dimensions of the poem because cultural continuity depends upon precisely such mechanisms of transmission. The child should not be interpreted merely as a passive receiver. He repeatedly asks questions. The dialogic structure of the poem is therefore crucial. The child's questions create the communicative space in which the grandmother can transmit cultural meanings. The child asks about the weather, his father, the possibility of returning, and the future. Through these questions, he gradually moves from the immediate physical environment to an imagined social future. The dialogue demonstrates that culture is not simply inherited; it is reconstructed through interaction. This corresponds with UNESCO's understanding of communication as a process of jointly constructing meaning. The poem therefore represents culture as something produced through conversation. The title itself is culturally significant. The child does not ask for an explanation or a lesson. He asks for a **tale**. The request activates the oral tradition. Storytelling has historically functioned as a mechanism through which communities transmit:

1. moral values;
2. collective memory;
3. social norms;
4. historical experience;
5. imagination;
6. linguistic forms;
7. cultural identity.

In the poem, storytelling is connected to both grandmother and grandfather.

The grandmother is initially asked to tell a tale. Later, the grandfather is imagined as tuning his saz and telling stories until morning. The poem therefore creates a cultural chain in which narrative, music, and family memory reinforce one another. This is important from the perspective of multiculturalism because cultural diversity

cannot survive without mechanisms of transmission. UNESCO specifically identifies the transmission of cultural expressions across generations as a fundamental component of cultural diversity. The saz appears near the end of the poem as part of the imagined reunion. Its significance extends beyond its literal musical function. The saz can be read as a symbol of Azerbaijani oral-musical heritage. Its presence alongside storytelling creates an association between: **music + narrative + family + memory + community**. The grandfather's saz therefore symbolizes the continuation of cultural knowledge. The child is not only waiting for his father. He is also waiting for a future in which familiar cultural practices become possible again. This is a subtle but important distinction. The desired future is not simply the return of an individual. It is the restoration of cultural normality. One of the most important findings of the analysis is that the poem creates a **micro-cultural space** within the family. The family contains several generations:

1. the child;
2. the grandmother;
3. the absent father;
4. the mother;
5. the grandfather;
6. relatives;
7. neighbors.

Each figure contributes to the cultural meaning of the anticipated reunion.

The child represents the future. The grandparents represent memory. The father represents the absent present. The mother represents domestic continuity. Relatives and neighbors represent the wider community. Consequently, the family is not represented as an isolated biological unit. It functions as a small social system. This is relevant to multiculturalism because social cohesion begins with the recognition that individual identity is relational. UNESCO emphasizes that individuals possess multiple identities and that cultural identity is constructed through communication and interaction. The poem demonstrates this principle poetically: the child's identity is inseparable from his relationship with his parents, grandparents, relatives, home, language, and cultural environment. The anticipated return of the father transforms the family home into a communal space. The poem describes the imagined preparation of the home and the arrival of relatives and neighbors. The family does not intend to celebrate privately. This is significant because hospitality is one of the principal mechanisms through which social cohesion is represented in Azerbaijani cultural discourse. The expected reunion involves:

1. preparing the home;
2. preparing the table;
3. welcoming relatives and neighbors;
4. embracing the returning father;
5. music;
6. storytelling.

The return therefore becomes a communal ritual.

The poem's multicultural dimension emerges here not through ethnic difference but through **social inclusion**. The home becomes a place where relationships are renewed. The reference to the lamb that is to be preserved until the father's return is one of the poem's most culturally meaningful details. The child proposes that the animal should not be slaughtered before his father returns. This apparently simple statement transforms food into a sign of anticipation.

Food here is connected with:

1. celebration;
2. family reunion;
3. hospitality;
4. abundance;
5. ritual;
6. memory.

The future meal symbolizes the restoration of normal family life. The significance of food in cultural identity has been widely recognized in cultural studies because food practices frequently operate as markers of belonging and mechanisms of cultural transmission. In the poem, the table is not merely a physical object. It represents social connection. The father's return is imagined through a shared meal rather than an isolated meeting. The grandmother's imagined preparation of the home includes the carpet. This detail contributes to the poem's cultural texture. The home is represented as a culturally meaningful environment in which material objects carry memory. The carpet is not merely decorative. Within Azerbaijani cultural history, carpets have strong associations with artistic expression, household culture, identity, and heritage. The poem does not explicitly theorize the carpet. Its power derives precisely from its ordinary presence. This is characteristic of cultural memory: important cultural meanings are often embedded in ordinary objects. Winter and spring form a

symbolic opposition. The poem begins in a cold, dark winter environment. The child is worried about his father being exposed to cold and wind. Later, the grandmother constructs an imagined spring. Spring is associated with:

1. flowers;
2. pomegranate;
3. apricot;
4. jasmine;
5. swallows;
6. return;
7. reunion;
8. happiness.

The movement from winter to spring therefore parallels the movement from:

separation → reunion

fear → hope

darkness → renewal

silence → music

individual loneliness → communal celebration.

This structure transforms seasonal imagery into a cultural metaphor. The swallow is associated with the father's anticipated return. This is culturally and psychologically important because migratory birds are often associated with cyclical return. The swallow becomes a natural analogue for human reunion. The father is expected to return with spring just as swallows return with the new season. Thus, natural cycles are used to stabilize human hope. The poem connects human life with seasonal continuity. This question requires conceptual precision. If multiculturalism is defined narrowly as the representation of multiple ethnic or religious communities, then "*Can nənə, bir nağıl de*" is not a conventional multicultural text. The poem contains no extended representation of ethnic plurality, religious diversity, or explicit intercultural conflict. However, such a narrow definition would overlook its broader cultural significance. UNESCO's approach to cultural diversity encompasses multiple cultural expressions and their transmission across generations. Under this broader framework, the poem can be interpreted as a text of **cultural continuity and internal cultural plurality**.

Its multicultural significance lies in its representation of:

1. different generations;
2. different social roles;

3. oral and musical heritage;
4. family and community;
5. individual and collective memory;
6. private and public identity;
7. traditional and future-oriented perspectives.

The poem therefore contributes to multicultural discourse indirectly. The poem can also be interpreted from the perspective of intercultural competence. Intercultural dialogue requires the ability to listen, recognize perspectives, and engage with difference. UNESCO emphasizes that dialogue can contribute to acceptance of others and peaceful coexistence among different cultures and identities. The grandmother–child conversation models several elements of dialogic communication.

The grandmother listens.

The child asks.

The grandmother responds.

The child reformulates his concerns.

The grandmother adapts her response.

This is not merely a narrative technique.

It represents communication as an ethical relationship. The grandmother does not dismiss the child's concerns. She responds to them emotionally. This is important because intercultural competence begins with a broader capacity to recognize another person's perspective. The language of the grandmother is characterized by affection. She uses intimate forms of address and repeatedly reassures the child. This linguistic pattern creates an ethics of care. Care becomes a cultural practice. The grandmother protects the child's emotional world without denying the reality of separation. The poem therefore suggests that cultural continuity is inseparable from emotional continuity. A culture is not transmitted only through historical facts. It is transmitted through ways of speaking to one another. The father's absence introduces the theme of war. The poem does not focus on military strategy or political ideology. Instead, it represents war through its effect on the family. The child's question is essentially: Where is my father? This shift from political history to domestic experience is one of the poem's strongest literary features. War becomes visible through:

1. absence;
2. waiting;
3. anxiety;

4. disrupted family life;
5. emotional longing.

The poem therefore humanizes historical experience. This is particularly significant in children's literature because it allows the young reader to approach a complex historical reality through familiar emotional experiences. The poem does not explicitly formulate a political theory of peace. Nevertheless, peace is represented indirectly as the restoration of ordinary life.

What does the child want?

He wants his father to return.

What happens after the return?

The family gathers.

The home is decorated.

Food is prepared.

Relatives and neighbors arrive.

The grandfather plays the saz.

Stories are told.

The child embraces his father.

Thus, peace is imagined not as an abstract geopolitical condition but as the possibility of ordinary cultural life. This interpretation corresponds with UNESCO's understanding of dialogue and cultural interaction as mechanisms that can contribute to peaceful coexistence and social cohesion. A significant theoretical implication of the poem is that cultural diversity need not imply fragmentation. Different generations possess different experiences, but these experiences are integrated through common symbols. The grandmother's memory, the child's imagination, the father's absence, and the grandfather's music belong to the same cultural continuum. This provides an alternative model of diversity: **difference within continuity**. The child is different from the grandmother because he belongs to another generation. The grandfather is different from the child because his relationship to tradition is different. Yet they share language, family, memory, and cultural symbols. This internal diversity is an important component of multicultural understanding.

The following table summarizes the major cultural signs identified in the text:

Symbol / motif	Immediate meaning	Cultural significance	Multicultural dimension
Grandmother	Caregiver	Cultural memory	Intergenerational transmission
Child	Young generation	Future cultural identity	Reception and reconstruction
Tale	Entertainment	Oral tradition	Cultural continuity
Grandfather	Elder	Traditional knowledge	Heritage transmission
Saz	Musical instrument	Azerbaijani musical heritage	Cultural expression
Carpet	Household decoration	Material culture	Heritage and identity
Table/food	Celebration	Hospitality	Communal belonging
Relatives	Family network	Kinship	Social cohesion
Neighbors	Community	Social inclusion	Collective identity
Winter	Separation	Hardship	Historical memory
Spring	Renewal	Hope and return	Cultural continuity
Swallows	Seasonal return	Cyclical renewal	Symbolic reunion
Father	Absence/return	Family responsibility	Human solidarity
Storytelling	Narrative	Folklore	Cultural transmission

Although the study is qualitative, several structural observations can strengthen the interpretation. The poem is dominated by direct dialogue between two central figures: the grandmother and the child. Three principal narrative figures can be identified: the grandmother, the child, and the absent father, while the mother, grandfather, relatives, and neighbors become important in the imagined future scene. A scholarly discussion of the poem likewise identifies the grandmother, grandson, and father as its central figures and emphasizes the importance of the grandmother–child dialogue. The text can therefore be understood through a three-level narrative structure:

Level 1: Present

Grandmother + child + winter + absence.

Level 2: Memory

Father + photograph + military service + longing.

Level 3: Imagined future

Father's return + mother + grandparents + relatives + neighbors + food + carpet + saz + storytelling + spring.

This progression demonstrates that the poem is not simply a static description of sadness. Its narrative trajectory moves from isolation toward social reintegration. The poem is particularly significant within Azerbaijani literary culture because it uses culturally recognizable elements without turning them into ethnographic explanations.

This is one of the strengths of literary representation.

The reader encounters culture through lived experience.

The grandmother's speech is culturally marked.

The family structure is culturally recognizable.

The food is culturally meaningful.

The saz invokes musical heritage.

Storytelling invokes folklore.

The carpet evokes domestic material culture.

The gathering of relatives and neighbors evokes communal hospitality.

Consequently, cultural identity is presented through a network of ordinary practices. This corresponds to UNESCO's understanding of culture as encompassing literature, lifestyles, ways of living together, values, traditions, and beliefs. The poem also has pedagogical potential. Children's literature can contribute to intercultural and multicultural education when it encourages readers to recognize different experiences and cultural practices. In the case of Jamil's poem, readers can identify:

1. the importance of family;
2. respect for elders;
3. oral heritage;
4. empathy;
5. hospitality;
6. social solidarity;
7. emotional resilience;
8. cultural continuity;
9. peaceful reunion.

The text may therefore be used pedagogically to introduce the concept of culture as something lived rather than merely studied. Students can be asked to compare the grandmother's storytelling role with storytelling traditions in other cultures. They can compare family reunion rituals. They can identify similarities in children's experiences of separation and longing. Such comparative reading transforms the poem from a national literary text into a possible platform for intercultural education. UNESCO emphasizes that intercultural dialogue involves recognizing differences while remaining open to learning from other perspectives. Thus, the poem can serve as a starting point for comparative cultural analysis. The poem's strongest contribution to multicultural

discourse may ultimately be its humanistic foundation. The child's longing is universally comprehensible. The grandmother's care is universally recognizable. The desire for family reunion transcends cultural boundaries. The anticipation of spring and return similarly possesses universal symbolic potential. This universality does not eliminate cultural specificity. Rather, the poem demonstrates how culturally specific symbols can communicate universal values. This relationship may be represented as: **Cultural specificity → shared human emotion → intercultural understanding**. The poem begins from a specifically Azerbaijani domestic context but communicates broader human experiences of:

1. love;
2. absence;
3. fear;
4. hope;
5. memory;
6. belonging;
7. family;
8. peace.

This is precisely why literature can contribute to intercultural dialogue. UNESCO's conceptualization of intercultural dialogue emphasizes mutual understanding, engagement with difference, and the creation of conditions for peaceful coexistence. The poem's genre is also relevant. It is a narrative poem constructed around dialogue. This form allows the poet to combine:

1. lyric emotion;
2. dramatic dialogue;
3. narrative development;
4. folklore;
5. domestic realism;
6. psychological characterization.

The dialogic form is particularly suitable for representing cultural transmission. Instead of telling the reader what culture means, the poet allows culture to speak through the characters. The grandmother's speech represents traditional knowledge. The child's speech represents curiosity. The father's absence represents historical disruption. The imagined communal gathering represents cultural restoration. The form therefore reinforces the content.

One of the poem's most important psychological mechanisms is imagination. The grandmother describes a future in which the father returns. The child subsequently imagines this future so vividly that the imagined world becomes emotionally real.

He sees spring.

He imagines flowers.

He imagines his father.

He imagines the family gathering.

He hears the saz.

He experiences emotional relief.

The poem therefore demonstrates the capacity of cultural imagination to overcome, at least temporarily, the psychological consequences of separation. From a multicultural perspective, imagination is important because it enables individuals to construct meaning beyond immediate circumstances. The poem may also be understood through the concept of cultural resilience. Cultural resilience refers broadly to the ability of communities to maintain meaningful cultural practices despite disruption. In the poem, war produces separation. However, cultural practices remain available:

1. storytelling;
2. family memory;
3. food;
4. music;
5. hospitality;
6. seasonal rituals;
7. kinship.

These practices create continuity despite disruption. The father is physically absent, but he remains present in the family's imagination. The family is separated physically, but cultural memory keeps the family connected symbolically. Thus, culture functions as a form of continuity. From a theoretical perspective, the poem can be situated at the intersection of several approaches.

1. **Cultural memory theory.** The poem preserves cultural meanings through narrative and intergenerational transmission.
2. **Folklore studies.** The tale, saz, oral storytelling, family gathering, and traditional expressions connect the poem to oral heritage.

3. **Children's literature studies.** The child is positioned as an active participant whose questions generate the narrative.
4. **Multicultural literary studies.** The text represents cultural identity through diverse generations and social roles.
5. **Intercultural communication.** The grandmother–child dialogue demonstrates listening, empathy, and negotiation of meaning.
6. **Peace studies.** The poem presents peace through family reunion and restoration of ordinary social life.

The combination of these approaches provides a more comprehensive interpretation than a purely thematic reading. The poem has significant potential for teaching multiculturalism in secondary and higher education. A lesson based on the poem can be organized around five stages.

Stage 1: Cultural identification

Students identify cultural objects and practices.

Stage 2: Interpretation

They explain the symbolic meaning of these elements.

Stage 3: Comparison

They compare them with traditions from another culture.

Stage 4: Dialogue

Students discuss similarities and differences.

Stage 5: Reflection

Students consider how literature can preserve cultural memory. Such an approach would move literary education from simple content reproduction toward cultural and intercultural competence. Several limitations should be acknowledged. First, the article examines a single literary text. Therefore, the conclusions cannot be generalized to all Azerbaijani children's literature. Second, the poem does not explicitly represent multiple ethnic or religious communities. Consequently, describing it as a “multicultural text” requires a broad conceptual definition of multiculturalism. Third, the analysis is primarily qualitative. Fourth, the article focuses on the published version of the poem available through the AZERTAC portal rather than comparing different editions or manuscripts. These limitations do not invalidate the analysis but indicate that further studies should compare Jamil's poem with other Azerbaijani children's literary works addressing cultural diversity, war memory, family, folklore, and intercultural relations.

Conclusion

Ahmad Jamil's "*Can nənə, bir nağıl de*" is a particularly productive literary text for examining the relationship between children's literature, cultural memory, intergenerational communication, and multicultural values. The poem does not represent multiculturalism through a direct encounter among different ethnic or religious groups. Its multicultural significance operates at a deeper cultural level. The poem represents culture as a living system transmitted through family communication. The grandmother functions as the principal mediator of cultural memory. The child functions as the recipient and future carrier of cultural identity. The absent father embodies historical disruption. The grandfather, saz, tale, food, carpet, family gathering, relatives, and neighbors create a network of cultural signs. The movement from winter to spring symbolically transforms separation into reunion. The poem consequently establishes a meaningful relationship between individual emotion and collective cultural memory. Its central cultural mechanism can be summarized as:

memory → dialogue → transmission → imagination → continuity → solidarity. The text demonstrates that multicultural values may be embedded in ordinary cultural practices rather than expressed through explicit statements about diversity. The grandmother's speech is itself a cultural archive. The child's questions are a mechanism of cultural learning. The imagined family gathering is a representation of social cohesion. The saz and storytelling represent cultural heritage. Food and hospitality represent communal belonging. The seasonal transition from winter to spring represents renewal. The father's return represents the restoration of disrupted social relations. From the perspective of multicultural literary studies, therefore, the poem can be regarded as a text that contributes to the preservation of cultural identity while simultaneously communicating universal human values. Its most significant achievement lies in the way it connects the particular and the universal. The poem is culturally specific because it is deeply rooted in Azerbaijani domestic, folkloric, musical, and family traditions. At the same time, it is universally accessible because its central emotions—love, longing, fear, hope, and the desire for reunion—transcend cultural boundaries. This duality makes the poem valuable for multicultural and intercultural education. It can introduce young readers to Azerbaijani cultural heritage while simultaneously encouraging them to recognize similar emotional and cultural structures in other societies. In this respect, the poem illustrates an important principle of intercultural dialogue: meaningful engagement with cultural difference does not require abandoning one's own cultural identity. Rather, knowledge of one's own cultural heritage can become the basis for understanding the cultural experiences of others. UNESCO's conceptualization of cultural diversity similarly emphasizes the transmission of cultural expressions across generations, while its framework for intercultural dialogue highlights mutual understanding, respect, and

engagement with different perspectives. Jamil's poem embodies these principles at the level of literary representation.

The grandmother tells.

The child listens and asks.

The family remembers.

The community gathers.

The culture continues.

Consequently, "*Can nənə, bir nağıl de*" should not be interpreted merely as a sentimental poem about a child missing his father. It is also a literary representation of how cultural memory survives historical disruption through language, family, folklore, music, hospitality, and intergenerational communication. The poem's multicultural value therefore lies not primarily in the number of cultures explicitly represented but in its representation of the cultural mechanisms through which human communities preserve identity, maintain solidarity, transmit memory, and construct hope.

References

1. Assmann, J. (2011). *Cultural memory and early civilization: Writing, remembrance, and political imagination*. Cambridge University Press.
2. Banks, J. A. (2008). *An introduction to multicultural education* (4th ed.). Pearson.
3. Bhabha, H. K. (1994). *The location of culture*. Routledge.
4. Hall, S. (1990). Cultural identity and diaspora. In J. Rutherford (Ed.), *Identity: Community, culture, difference* (pp. 222–237). Lawrence & Wishart.
5. Jamil, A. (2018). *Can nənə, bir nağıl de*. Azerbaijan State News Agency, Children's Knowledge Portal. The poem text is available on the AZERTAC portal.
6. Langer, S. K. (1953). *Feeling and form: A theory of art*. Charles Scribner's Sons.
7. Nəbiyev, B. (2004). *Azərbaycan ədəbiyyatı*. Azərbaycan Milli Ensiklopediyası.
8. Nieto, S. (2010). *The light in their eyes: Creating multicultural learning communities*. Teachers College Press.
9. Parekh, B. (2006). *Rethinking multiculturalism: Cultural diversity and political theory* (2nd ed.). Palgrave Macmillan.
10. UNESCO. (2001). *Universal declaration on cultural diversity*. UNESCO.
11. UNESCO. (2005). *Convention on the protection and promotion of the diversity of cultural expressions*. UNESCO.
- UNESCO. (2020). *Measuring intercultural dialogue: A conceptual and technical framework*. UNESCO & Institute for Economics and Peace.
- UNESCO. (2023). *Concepts glossary: Intercultural dialogue*. UNESCO.
- UNESCO. (2023). *What is intercultural dialogue?* UNESCO.

PEDAQOJİ SİSTEMDƏ İNNOVASIYA FƏALİYYƏTİ VƏ ONUN NÖVLƏRİ

Zülfüqarova Şəfiqə Veys

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universitetinin

Ümumi pedaqogika kafedrasının dosenti

ORCID:0000-0001-4210-3455

Xülasə

Elm məqalədə pedaqoj idarəetmə elminin məzmunu açıqlanmış, pedaqoji sistemin elementləri müəyyən olunmuşdur. İnnovasiyaların tətbiq sferaları və pedaqoji innovasiyalar, onun mahiyyəti, həyata keçirilməsi istiqamətləri müəyyən olunmuşdur. Pedaqoji innovasiyalarla təhsil innovasiyaları arasında fərqli cəhətlər müəyyən olunaraq üzə çıxarılmışdır. Pedaqoji yeniliyinin qanunları və təkmilləşdirilməsi yolları göstərilmişdir. Təhsildə baş verən dəyişikliklərin effektivliyini yoxlamaq üçün ən çox yayılmış üsullar, yeniliklərin əsas istiqamətləri üzə çıxarılmışdır. Pedaqoji innovasiyaların bir çox növləri müəyyən olunmuşdur. Həyata keçirilmə miqyasına görə endogen və ekzogen innovasiyaların tiplərinin məzmun və mahiyyətinə aydınlıq gətirilmişdir. Öz istifadə məkanına görə iki qrup məktəbdaxili və məktəbxarici innovasiyaların olduğu vurğulanmışdır.

Pedaqoji fəaliyyətdə mövcud olan və gözlənilən innovasiyalar və onların tətbiqi sahələri müəyyən olunmuşdur.

Açar sözlər: *pedaqoj idarəetmə, innovasiyalar, endogen, ekzogen, subyekt, obyekt*

GİRİŞ

Pedaqoji sistemin yeniləşməsi çox vacib və aktual ideyadır. Çünki təhsil cəmiyyətin simasıdır. Cəmiyyətin inkişafı təhsildə də öz əksini tapmışdır. Ölkədə siyasi sistemin dəyişməsindən sonra cəmiyyətdə olduğu kimi təhsildə də yeniliklər baş vermişdir. İndi yeni tip məktəblər yaranmışdır. Alternativ təhsil planları, dərslikləri, dərs vəsaitləri yaranmışdır.

Məktəb və təhsil pedaqoji idarəetmənin obyektidir. Pedaqoji idarəetmənin subyektləri isə idarəedən və idarəolunan sistemlər başa düşülür. Ş. H. Qəribov, İ. M. Əsədovaya görə “ Pedaqoji idarəetmə, hər hansı bir obyekt olmadan icra edilə bilməz. Yəni obyekt vasa, idarəetmə də vardır. Pedaqoji idarəetmə məktəbin məqsədini müəyyənləşdirərək, bu məqsədə çatmaq üçün tənzimləmə, proqnozlaşdırma, planlaşdırma, təşkilətmə, motivləşdirmə və nəzarət proseslərini həyata keçirir” (Qəribov, Əsədova, 2018, s.25).

Pedaqoji idarəetmə elminin məzmunu onun predmetindən daha genişdir. Pedaqoji idarəetmə elminin məzmununa: idarəetmə nəzəriyyəsi, idarəetmə metodları, idarəetmənin təşkili və idarəetmənin texnikası daxildir. Pedaqoji sistem zəncirvari şəkildə bir-birinə bağlıdır. Sistemdəki komponentlərdən biri pozulduqda sistem dağılır və onun əvəzinə yeni xassələri olan başqa bir sistem yaranır. Pedaqoji sistemin elementlərinə: şagirdlər, müəllimlər, təlim və tərbiyənin ümumi və xüsusi məqsədləri, təlim və tərbiyənin məzmunu, təlimin texniki vasitələri, təlim-tərbiyə və təhsil işinin təşkili formaları, təlim-tərbiyə və təhsil prosesinin idarə olunması, təlim-tərbiyə və təhsil prosesinin texnologiyası, təlim-tərbiyə və təhsil prosesinin nəticələri daxildir.

Təhsil sisteminin bütün komponentlərinin əlaqələndirilməsi məktəblə sosial mühitin əlaqələrinin formalaşmasında innovasiya fəaliyyətin inkişafının idarə olunmasını tələb edir. Bu, bir tərəfdən müxtəlif təhsil proqramlarını, yeni texnologiyaları və metodikaları tətbiq edən təhsil müəssisələrinin fəaliyyətini tənzimləyir, digər tərəfdən ölkədə innovasiya layihələrinin tətbiq olunmasına, onların yoxlamadan keçirilməsinə və tətbiq edilməsinə şərait yaradır.

İnnovativ fəaliyyəti- müəyyən bir təhsil səviyyəsində yenilik prosesinin təmin edilməsi üçün bir sıra tədbirlər və texnologiyalar, innovasiyaların əsas funksiyalarına pedaqoji prosesin tərkib hissələrinin dəyişdirilməsi daxildir: məqsədlər, təhsilin məzmunu, formaları, metodları, texnologiyaları, tədris vasitələri, idarəetmə sistemi və s.

İnnovasiyalar tətbiq sferalarına uyğun olaraq müxtəlifdir. Bunlardan biri də pedaqoji innovasiyalar hesab edilir. S.Axundova yazır:” «Pedaqoji innovasiyalar, pedaqoji nəzəriyyə, metodik yanaşma, tədris texnikası, təlim aləti, öyrənmə prosesi və ya institusional quruluş tətbiq olunduqda tədrisdə, təlim və tərbiyədə əhəmiyyətli və səmərəli dəyişiklik meydana gətirən və tələbələrin daha yaxşı öyrənməsinə səbəb olan proses hesab edilir».

Burada təhsil sahəsində yeniliklərin artırılması, təlim keyfiyyətinin yüksəldilməsi və öyrənmənin bir proses kimi keyfiyyətə yaxşılaşdırılması nəzərdə tutulur. Digər tərəfdən, bu innovativ idarəetmə kifayət qədər pozitiv əsaslara söykəndikdə, təlim keyfiyyətinə birbaşa təsir etməklə, həm də tərbiyə işləri kompleksinin təkmilləşdirilməsinə şərait yaradır; başqa sözlə desək, bu birbaşa və bilavasitə təsir metodlarının dialektikasını yaradır” (Axundova, 2019, s.57-67)

ƏDƏBİYYAT İCMALI

Pedaqoji innovasiyalarla təhsil innovasiyaları arasında xeyli fərq vardır; belə ki, təhsil innovasiyaları buraya daxil olan bütün infrastruktura aid olduğu halda, pedaqoji innovasiyalar daha çox onların təlim metodları və texniki vasitələrlə bilavasitə tədris prosesinə tətbiqini ehtiva edir. Yəni təhsil müəssisəsinə aid olan texnoparkda hazırlanmış hər hansı bir innovasiyanı dərhal pedaqoji innovasiya adlandırmaq düzgün olmazdı. M.İlyasov yazır: “Pedaqoji prosesdə innovasiya bu prosesin müxtəlif sahələrində, onun metodologiyasında, məqsəd və mahiyyətində, forma və metodlarında, təhsilverənlərlə təhsilənlər arasında, onların birgə fəaliyyətində müəyyən yenilik etmək, ona yeniliyin gətirilməsidir” (İlyasov, 2019, s.11-26).

Innovasiyalar yoluna qədəm qoymuş məktəbin müəllimləri yaxşı başa düşürlər ki, onlar da oxuyur, öyrənirlər. Onlar üçün həmkarları ilə əməkdaşlıq təcrübəsi yenidir, çünki adi şəraitdə, köhnəlmiş qaydalarla işləyən məktəblərdə faktiki olaraq izolə olunmuş siniflə işləyirlər. Bugünkü günlə yaşadıklarından gələcək nəticələr onları narahat etmir. İnnovasiyalara qoşulmuş məktəb kollektivi bütün məsələləri birlikdə müzakirə etməli, həmkarlarının nəticələri ilə marqlanmalı, problemlərin həllində bir-birinə kömək etməlidirlər. Pedaqoji innovativ yeniliklər ya innovativ məhsul, yəni yeni səmərə gətirən bir cihaz və avadanlıq, elektron dərslik, yeni informativ vasitə və buna bənzər digər formalarda, ya da innovativ proses, yəni daha səmərəli və yeni texnoloji yol, metodika və ya təhsil xidmətləri kimi təqdim oluna bilər. Bununla belə, təşkilatlararası sistemdə, yəni bir neçə təhsil müəssisəsinin təqdim etdiyi innovativ yeniliklər və ya sifarişli innovasiyalarda istifadəçilərin və innovativ yeniliyi yaradan şəxsin funksiyaları fərqlənə bilər. Maraqlı cəhət ondan ibarətdir ki, yaradılmış innovasiya təhsilin səviyyəsinə nə qədər çox sirayət edərsə, onun dəyəri və əhəmiyyəti də bir o qədər yüksək olar. Bu baxımdan, innovasiyalar ya tələbata uyğun şəkildə, ya da strateji formada meydana gələ bilər. Mövcud tələbatın «çağırışlarına» cavab olaraq pedaqoji innovasiyanın xüsusi çəkisi çox yüksəkdir.

Təhsil prosesində yeniliklərin tətbiqinə mane olan amillər arasında aparıcı yerləri tutur: təhsil müəssisələrinin kompüter avadanlıqları və elektron vasitələri ilə kifayət qədər təchiz edilməməsi (bəzi universitetlərdə sabit İnternet yoxdur, elektron dərsliklər, praktik və laboratoriya işləri üçün təlimatlar

yoxdur); müəllim heyəti üçün İKT sahəsində yetərli ixtisas yoxdur; təhsil müəssisəsi rəhbərliyinin təhsil prosesində innovativ texnologiyalardan istifadəsinə diqqətsizliyi.

Pedaqoji sistemin təkmilləşdirilməsinin iki yolu var: “1) İntensiv (fransızca – gücləndirmək, məhsuldarlığı artırma); 2) Ekstensiv (latınca – genişləndirmək, uzatmaq)” (Nəzərov, 2012, s.46).

İntensiv yol – pedaqoji sistemin inkişafını daxili ehtiyatlar hesabına həyata keçirməyi nəzərdə tutur. Ekstensiv yol isə pedaqoji sistemin inkişafı üçün əlavə qüvvələrin (investisiyaların), yeni vasitələrin, avadanlıqların, texnologiyaların, kapital qoyuluşunun cəlb edilməsidir.

Məktəblərdə təhsil sistemlərinin inkişafı bir-biri ilə əlaqəli üç əsas mərhələdən keçməyi nəzərdə tutur.

1) Yeni pedaqoji fenomenin meydana çıxması-məktəbin təhsil sistemi və yeni pedaqoji bilklərdə nəzəri anlayışı, hansı ki, nəzəriyyələr, anlayışlar şəklində bu pedaqoji yeniliyi spesifikliyi ilə xarakterizə edir;

2) Müəllim icması tərəfindən yeniliyin mənimsənilməsi;

3) Məktəblərin praktikasında tətbiqi.

Üç mərhələdən hər biri öz spesifik ziddiyyətləri və həllinin xüsusiyyətləri ilə fərqlənir. Birinci mərhələ üçün ziddiyyət budur ki, tərbiyənin məqsədi-ahəngdar inkişaf etmiş bir şəxsiyyətin formalaşması-müasir cəmiyyətdə tərbiyə sistemi ilə ardıcıl olaraq həyata keçirilə bilməz. İkinci mərhələ üçün systemsiz elmi və pedaqoji düşüncə ilə elmi və praktik problemlərin sistemli sinfi arasındakı ziddiyyət çox vacibdir ki, bu da məktəbin təhsil sistemi problemini inkişaf etdirərkən ortaya qoyulur və həll olunur. Üçüncü mərhələ üçün təhsil sisteminin hazır, mövcud “ modeli” ilə müəyyən bir məktəbin iş şəraitində istifadəsi və inkişafının son dərəcə vacibliyi arasındakı ziddiyyət əhəmiyyətlidir.

NƏTİCƏLƏR VƏ MÜZAKİRƏ

Pedaqoji yeniliyinin qanunlarını aşağıdakı şəkildə göstərə bilərik:

1. Təhsil yenilikçi geri qaytarılmaz sabitliyin pozulması qanunu. Hər hansı bir pedaqoji proses və ya fenomen haqqında bütöv fikirlər çökməyə başlayır və sonradan bu fikirləri bərpa etmək qeyri-mümkün olur. Bu baxımdan, müəllim cəmiyyətin kadr və mənəvi imkanları ilə bağlı xərclər var.

2. İnnovasiya prosesinin həyata keçirilmə qanunu. Hər hansı bir yenilik prosesi gec-tez , kortəbii və qəsdən həyata keçirilməlidir.

3. Pedaqoji yeniliklərin stereotipləşmə qanunu. İnnovasiya prosesində tətbiq olunan istənilən pedaqoji yenilik düşüncə və praktik fəaliyyət stereotipinə çevrilməyə meyillidir.

4. Dövri təkrar qanunu, pedaqoji yeniliklərin qaytarılması.

Təhsildə baş verən dəyişikliklərin effektivliyini yoxlamaq üçün ən çox yayılmış üsullar bunlardır:

-Xüsusi sənədlərin metodu. Təhsil sistemindəki yenilikləri qiymətləndirmək üçün yeniliklərin tədris prosesinə həcmli tətbiqi ehtimalı sıxışdırılır. Ayrı bir məktəb, universitet və uzaqdan idarəetmə seçilir və onların əsasında təcrübə aparılır.

-Sərbəst həyata keçirilmə üsulu. Ayrı-ayrı yeni bir yenilikçi elementin tətbiqini nəzərdə tutur.

-"Əbədi bir təcrübə", uzun müddət ərzində əldə edilən nəticələrin qiymətləndirilməsi deməkdir.

Təhsildə yeniliklərin aktiv mahiyyəti və onların tədris şəklində nümayiş etdirilməsi zərurəti, pedaqoji yenilik metodologiyasını iki komponentin üzvi birliyi kimi dərk etmək üçün bir tələb irəli sürdü: tədris və fəaliyyət.

R.Hüseynzadə, Z.Əzizova, S.Əliyev düzgün olaraq qeyd edirlər ki, "İnnovasion rejimdə təlim-tərbiyə prosesinin bütün iştirakçıların - müəllim və şagirdlərin fəal şəxsi özünüdərin prosesidir. Bu, insanların qarşılıqlı münasibətlərinin xarakterində öz əksini tapır.

İnnovasiyaların həyat mərhələləri yeniliyi qəbul edən kollektivin inkişaf mərhələləri ilə sıx bağlıdır" (Hüseynzadə, Əzizova & Əliyev, 2021, s.134).

Pedaqoji sistemdə yeniliklərin əsas istiqamətləri aşağıdakılardan ibarətdir: məktəbin demokratikləşdirilməsi, pedaqoji prosesin humanistləşdirilməsi, əməkdaşlıq pedaqogikasının tətbiqi, təhsil və tərbiyə işinin məzmununun genişlənməsi, təlim-tərbiyə prosesinin optimallaşdırılması, yeni pedaqoji texnologiyaların tətbiqi, məktəbin idarə edilməsi sisteminin təkmilləşdirilməsi, təhsilin dünya standartlarına uyğun qurulması və s.

S. Axundova pedaqoji innovasiyaların bir çox növləri olduğunu göstərir. O, bu növlərə aşağıdakıları aid edir:

1. Birinci növ pedaqoji innovasiyalarda daha məhsuldar və səmərəli pedaqoji metodların tətbiqi ilə daha yaxşı təlim nəticələrinə nail olmaq nəzərdə tutulur. Əslində, bu pedaqoji innovasiya bu tipdə olan digər bütün innovasiyalar üçün, haradasa, ümumi kriteriya rolunda çıxış edir, çünki onların bünövrəsində də bilik və təlim sistemləri dayanır.

2. İkinci növ pedaqoji innovasiyalara tələbələrin öyrənmə prosesi zamanı koqnitiv proseslərinə təsir imkanlarını genişləndirən və stimullaşdırıcı üsullar, onlara bacarıq, qabiliyyət və səriştəni inkişaf etdirməyi ehtiva edən pedaqoji psixoloji metodlar aid edilir.

3. Üçüncü növ pedaqoji innovasiyalarda müəllimlərin təlimə münasibəti, motivasiyası, özünüqiymətləndirməsi, müstəqil bacarıqları və məsuliyyətinin innovativ və qeyri-inzibati yollarla gücləndirilməsi nəzərdə tutulur.

4. Dördüncü növ pedaqoji innovasiyalar tədris planları və proqramlarının tərtibində tətbiq olunan qabaqcıl təcrübədən istifadə edilməsini ehtiva edir (Axundova, 2019, s.57-67).

Bu pedaqoji innovasiyalar özünü üç istiqamətdə biruzə verir: 1) Tələbələrə yönəlmiş tədris, təlim və tərbiyə işlərinin yeni metod və ya üsullarını tətbiq etməklə onun təkmilləşməsinə xidmət edən innovativ yeniliklər; 2) İnnovativ texnoloji qurğu və avadanlıqlarla tədrisin keyfiyyətinin artırılmasına xidmət edən yeniliklər; 3) Qabaqcıl innovativ təcrübəni təhsil proqramları və dərslərdə təcəssüm etdirən yeniliklər.

Hər bir innovasiya, yenilik, yeniliyin tətbiqi öz inkişafı prosesində müəyyən mərhələlər keçir: ideyanın yaranması, məqsədin formalaşması, yeni ideyanın konkretləşməsi (formalaşması), yeniliyin reallaşdırılması, yayılması, yeniliyin "adiləşməsi", "köhnəlməsi" və s.

Təhsildə tətbiq olunan innovasiyaların aşağıdakı növləri vardır:

1. Təhsilin təşkili və idarə edilməsi sahəsində mövcud olan innovasiyalar;
2. Sinif – dərslər sistemində tətbiq olunan yeni texnologiyalar;
3. Müəllimlərin işə qəbulu, hazırlanması və yenidən hazırlanması sahəsində mövcud olan innovasiyalar.

Bu tip innovasiyalar həyata keçirilmə miqyasına görə endogen və ekzogen tiplərə bölünür. Endogen təhsil innovasiyaları – təhsil sisteminin bir və ya bir neçə sahəsi və onların müxtəlif aspektləri ilə: nəzəriyyə və praktika, kurikulum, öyrənmə və öyrətmə, təhsil siyasəti, təhsil texnologiyası, təhsil institutları və onların inzibətçiliyi, institutsional mədəniyyət, müəllimlərin təhsili və digər bu kimi sahələrlə əlaqədar ola bilər. Ekzogen təhsil innovasiyaları maraqlı tərəfləri, öyrənənləri, valideynləri, müəllimləri, təhsil inzibətçilərini, tədqiqatçıları, təhsil siyasəti işçilərini əhatə edir və onların bu innovasiyalara fəal dəstəyini tələb edir. Öyrənənlər dedikdə, tələbələrin öyrənmə prosesində üzləşdiyi koqnitiv və psixoloji xüsusiyyətləri, didaktik bacarıq və düşüncələri, öyrənməyə münasibəti və buna müvafiq olan səriştələri nəzərdə tutulur; əks təqdirdə, tələbələr bir substrat kimi endogen məfhumlara aid edilməlidirlər. Əqli proseslər həm də ekzogen sıraya aid edilir. Bunlara, eyni zamanda münasibətləri, öyrənmə üsullarını, davranışları, motivasiyaları, özünüqiyimətləndirməni, müstəqilliyi, kommunikasiyanı, əməkdaşlıq pedaqogikasını və səmərəli öyrənmə kimi cəhətləri daxil etmək olar. Göründüyü kimi, pedaqoji innovasiyalar heç də sadə yolla yaranan və təsir mexanizminə malik olan bir fenomen hesab edilmir. Öz istifadə məkanına görə pedaqoji innovasiyalar iki qrupa bölünür: 1) məktəbdaxili; 2) məktəbxarici.

NƏTİCƏ

Pedaqoji innovasiyaların növlərindən danışarkən, hər şeydən əvvəl, onun pedaqoji sahənin hansı fəaliyyət növünə aid olması nəzərə alınmalıdır. Pedaqoji fəaliyyətdə mövcud olan və gözlənilən innovasiyalar onların əsasən aşağıdakı sahələrdə tətbiqi ilə bağlıdır:

1. Təlim materiallarının, təhsil proqramlarının, dərslərlərin və digər biliklər sisteminin məzmun və forma (hər ikisi birlikdə və ya ayrıca) kəsb edən resurslarının, yeni məhsul və ya xidmətin meydana gəlməsi;

2. Xidmət sahəsində yeni, daha da təkmilləşdirilmiş və səmərəlilik baxımından daha üstün proseslərin, elektron fəaliyyət növünün təqdimatı;

3. Məktəbdaxili, məktəbdənkənar və sinifdən xaric işlərin yeni, daha səmərəli və asan yollarla, yeni texnologiyaların tətbiqi ilə qurulması metodları (məsələn, məktəb – valideyn, müəllim – valideyn məlumatlandırma sisteminin tətbiqi, yeni texnologiyalarla məktəbdaxili nəzarətin bütöv və qismən bir hissəsinin həyata keçirilməsi, İKT vasitəsi ilə qarşılıqlı dərslənmələr və təhlillər, valideyn-məktəb arasında keçirilən virtual iclas və sessiyalar, konfrans rejimində mobil kommunikasiya vasitələrindən istifadə etməklə vacib məsələlərin həlli və s.);

4. İxtisaslara tətbiq olunan pullu xidmətləri məqsədyönlü şəkildə diferensiallaşdırmaqla və ya eyniləşdirməklə hədəflərə çatmağı daha da təkmilləşdirmək. Bu pedaqoji innovativ metodların bir hissəsi birbaşa idarəetmə, digər hissəsi isə birbaşa təlim və tərbiyə məsələləri ilə bağlıdır.

Ədəbiyyat siyahısı

1. Axundova, S. (2019). Pedaqoji innovasiyaların növləri və onların tətbiqi xüsusiyyətləri. *Azərbaycan məktəbi*, (1), 57–67.
2. Hüseynzadə, R. L., Əzizova, Z. M., & Əliyev, S. H. (2021). *Pedaqogika* [Dərslək]. Mütərcim.
3. İlyasov, M. (2019). Təhsildə keyfiyyət problemi: ənənədən innovasiyaya. *Azərbaycan məktəbi*, (4), 11–26.
4. Nəzərov, A. M. (2012). *Müasir təlim texnologiyaları* [Dərs vəsaiti]. ADPU nəşriyyatı.
5. Qəribov, Ş. H., & Əsədova, İ. M. (2018). *Təhsilin sistemli idarə olunması (Ümumtəhsil məktəbləri əsasında)*. Azərbaycan Respublikası Təhsil İnstitutu.

INNOVATION ACTIVITY IN THE PEDAGOGICAL SYSTEM AND ITS TYPES

Zulfugarova Shafiga Weiss

Docent of the Department of General

Pedagogy of the Azerbaijan State Pedagogical University

Abstract

This article elucidates the content of the science of pedagogical management and identifies the elements of the pedagogical system. It defines the spheres of innovation application, as well as the nature and implementation directions of pedagogical innovations. The distinctions between pedagogical innovations and educational innovations are identified and highlighted. The article outlines the principles of pedagogical innovation and the ways to enhance them. It identifies the most common methods for assessing the effectiveness of changes in education and highlights the key directions of innovation. Various types of pedagogical innovations are identified. The content and nature of endogenous and exogenous innovation types are clarified based on their implementation scale. Innovations are categorized into two groups—intra-school and extra-school—based on their scope of application. Finally, the article identifies existing and anticipated innovations in pedagogical practice and their respective fields of application.

Keywords: *pedagogical management, innovations, endogenous, exogenous, subject, object*

BUL CƏBRİNİN MƏNTİQİ ƏSASLARI VƏ ŞENNONUN PARÇALANMA TEOREMİNİN RƏQƏMSAL TEXNOLOGİYALARDA TƏTBİQİ

Ulviyya Ahmad Jafarova

**Lecturer, Azerbaijan State Pedagogical College
under Azerbaijan State Pedagogical University**

ulviyyecefeli13@gmail.com

ABSTRAKT

Bu məqalədə rəqəmsal sistemlərin, diskret riyaziyyatın və kompyuter arxitekturasının fundamentini təşkil edən Bul cəbri və Şennonun parçalanma teoremi (Shannon's expansion theorem) nəzəri və praktiki aspektdən təhlil olunur. Məqalədə Corc Bulun klassik mühakimələr cəbrindən Klod Şennonun rəqəmsal kommutasiya dövrləri nəzəriyyəsinə keçid mərhələləri işıqlandırılır. Məntiqi funksiyaların minterm və makstermlərlə təsviri, Boole funksiyalarının Şennon teoreminə əsasən dəyişənlərə görə parçalanması (boole parçalanması) və bu parçalanmanın rəqəmsal sxemotexnikada мультиплексор (MUX) strukturuna transformasiyası atım-atım izah edilir. Həmçinin, binar qərar diaqramlarının (BDD - Binary Decision Diagrams) qurulmasında və müasir VLSI (çox böyük integral sxemlər) sintezində bu teoremin oynadığı həlledici rol riyazi düsturlar və strukturlarla əsaslandırılır.

AÇAR SÖZLƏR: Bul cəbri, Klod Şennon, Şennon parçalanma teoremi, Boole funksiyası, binar qərar diaqramı (BDD), multiplexer (MUX), rəqəmsal sxemotexnika.

1. Giriş: Riyazi Məntiqdən Mikroprosessorla Doğru

Rəqəmsal informasiya əsrinin başlaması XIX əsrin ortalarında ingilis riyaziyyatçısı Corc Bul (George Boole) tərəfindən irəli sürülmüş **Bul cəbri** və XX əsrin birinci yarısında Klod Şennon (Claude Shannon) tərəfindən bu cəbrin elektrik dövrlərinə tətbiqi ilə mümkün olmuşdur.

Bul cəbri daxilində yalnız iki qiymət — Həqiqi (\$1\$) və Yalan (\$0\$) dəyişənləri ilə işləyən xüsusi bir alqoritmik sistemdir. XIX əsrdə bu nəzəriyyə pure (xalis) fəlsəfi riyaziyyatın bir hissəsi kimi görünə də, 1937-ci ildə Klod Şennon özünün məşhur magistr dissertasiyasında ("A Symbolic Analysis of Relay and Switching Circuits") sübut etdi ki, Bul cəbrinin postulatları elektrik releləri və kommutasiya dövrlərinə tam uyğundur.

Bu kəşf rəqəmsal mantıq sxemlərinin, proqramlaşdırılan məntiqi matrislərin (FPGA) və müasir mikroprosessorların layihələndirilməsinin fundamentini qoydu. Rəqəmsal mühəndislikdə mürəkkəb məntiqi funksiyaların sadələşdirilməsi, təhlili və aparat səviyyəsində reallaşdırılması üçün ən güclü alətlərdən biri **Şennonun Parçalanma Teoremi**dir (bəzən *Boole-Shannon expansion theorem* adlanır).

2. Bul Cəbrinin Fundamental Postulatları və Əməliyyatları

Şennon parçalanmasını anlamazdan öncə Bul cəbrinin əsas əməliyyatlarını və cəbri xassələrini nəzərdən keçirmək lazımdır. Bul cəbri $B = \{0, 1\}$ çoxluğu üzərində təyin olunmuş üç əsas unar və binar əməliyyata dayanır:

1. Məntiqi inkar (NOT / İnversiya): $\bar{x}$ və ya x'

$$\bar{0} = 1, \quad \bar{1} = 0$$

2. Məntiqi vurma (AND / Konyunksiya): $x \cdot y$ və ya xy

$$0 \cdot 0 = 0, \quad 0 \cdot 1 = 0, \quad 1 \cdot 0 = 0, \quad 1 \cdot 1 = 1$$

3. Məntiqi toplama (OR / Disyunksiya): $x + y$

$$0 + 0 = 0, \quad 0 + 1 = 1, \quad 1 + 0 = 1, \quad 1 + 1 = 1$$

Əsas Cəbri Eyniliklər:

- **İdempotentlik:** $x + x = x, \quad x \cdot x = x$

- **İkiqat inkar:** $\overline{\overline{x}} = x$

- **Kommutativlik:** $x + y = y + x, \quad x \cdot y = y \cdot x$
- **Distributivlik:** $x \cdot (y + z) = (x \cdot y) + (x \cdot z), \quad x + (y \cdot z) = (x + y) \cdot (x + z)$
- **De Morqan qanunları:**

$$\overline{x + y} = \bar{x} \cdot \bar{y}$$

$$\overline{x \cdot y} = \bar{x} + \bar{y}$$

3. Şennonun Parçalanma Teoremi (Shannon's Expansion Theorem)

Mürəkkəb bir $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ Boole funksiyasını daha sadə alt funksiyalara bölmək və ya müəyyən bir dəyişəni funksiyadan "təcrid etmək" üçün Klod Şennon universal bir metodologiya təklif etmişdir.

Teoremin Riyazi İfadəsi:

Cəbrlə təyin olunmuş ixtiyari $f(x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n)$ Boole funksiyası hər hansı bir x_i dəyişəninə görə aşağıdakı kimi iki ekvivalent formada parçalana bilər:

1. Disyunktiv Şennon Parçalanması (OR-AND forması):

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n) = \overline{x_i} \cdot f(x_1, \dots, x_i=0, \dots, x_n) + x_i \cdot f(x_1, \dots, x_i=1, \dots, x_n)$$

Burada:

- $f_{\bar{x}_i} = f(x_1, \dots, 0, \dots, x_n)$ funksiyanın $x_i = 0$ zamanı olan **kofaktor**dur (Cofactor).
- $f_{x_i} = f(x_1, \dots, 1, \dots, x_n)$ funksiyanın $x_i = 1$ zamanı olan **kofaktor**dur.

Qısaldılmış şəkildə ifadə etsək:

$$f = \bar{x}_i \cdot f_{\bar{x}_i} + x_i \cdot f_{x_i}$$

2. Konyunktiv Şennon Parçalanması (AND-OR forması):

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n) = \left(x_i + f_{\bar{x}_i} \right) \cdot \left(\bar{x}_i + f_{x_i} \right)$$

4. Praktiki Nümunə Üzərində Parçalanmanın Tətbiqi

Məsələnə aydınlaşdırmaq üçün 3 dəyişənli bir $f(A, B, C)$ Boole funksiyasına baxaq:

$$f(A, B, C) = A \cdot B + \bar{A} \cdot C$$

Bu funksiyanı A dəyişəninə görə Şennon teoremi ilə parçalayaq:

1. $A = 0$ olduqda kofaktoru tapırıq ($f_{\bar{A}}$):

$$f_{\bar{A}} = f(0, B, C) = 0 \cdot B + \bar{0} \cdot C = 0 + 1 \cdot C = C$$

2. $A = 1$ olduqda kofaktoru tapırıq (f_A):

$$f_A = f(1, B, C) = 1 \cdot B + \bar{1} \cdot C = B + 0 \cdot C = B$$

3. Şennon düsturunda yerinə yazırıq:

$$f(A, B, C) = \bar{A} \cdot f_{\bar{A}} + A \cdot f_A = \bar{A} \cdot C + A \cdot B$$

Gördüyümüz kimi, Şennon parçalanması funksiyanın ilkin forması ilə tam üst-üstə düşdü. Əgər funksiya daha mürəkkəb olarsa (məsələn, 5-6 dəyişənli), bu metod funksiyanı pilləli şəkildə kiçik kofaktorlara bölməyə imkan verir.

5. Şennon Parçalanmasının Rəqəmsal Sxemotexnikada Tətbiqi: Мультимплексор (MUX)

Şennon parçalanma teoreminin ən böyük praktiki töhfəsi onun rəqəmsal sxemlərdə **Multiplexor (MUX)** mühəndisliyinə birbaşa çevrilməsidir.

2:1 Multiplexorun mantıq funksiyası aşağıdakı kimidir:

$$Y = \bar{S} \cdot I_0 + S \cdot I_1$$

Burada:

- S — idarəedici (seçici) girişdir (Select line).
- I_0 və I_1 — verilənlər girişləridir (Data inputs).

- Y — çıxışdır.

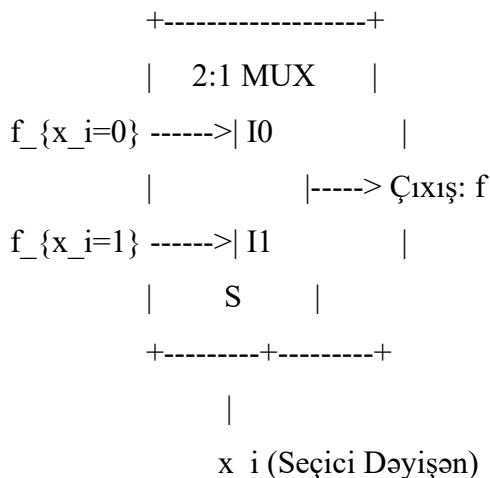
Şennonun disyunktiv parçalanma düsturunu 2:1 MUX-un düsturu ilə müqayisə etsək:

$$f = \bar{x}_i \cdot f_{\bar{x}_i} + x_i \cdot f_{x_i}$$

Aydın görünür ki:

- Seçici giriş $S = x_i$
- $I_0 = f_{\bar{x}_i}$ (yani $x_i = 0$ olduqda funksiyanın aldığı qiymət)
- $I_1 = f_{x_i}$ (yani $x_i = 1$ olduqda funksiyanın aldığı qiymət)

Yəni ixtiyari mürəkkəb Boole funksiyası 2:1 Multiplexorlar şəbəkəsi vasitəsilə aparat səviyyəsində reallaşdırıla bilər!



6. Binar Qərar Diaqramları (BDD) və VLSI Sintezi

Müasir mikroprosessorlar milyardlarla tranzistordan ibarətdir. Belə mürəkkəb sistemlərdə Boole funksiyalarını yaddaşda saxlamaq və optimallaşdırmaq üçün **Binar Qərar Diaqramları (BDD - Binary Decision Diagrams)** istifadə olunur. BDD-lərin qurulma prinsipi kökündən Şennon parçalanma teoreminə dayanır.

BDD Qrafının Düynləri (Nodes):

1. **Qərar Düynü (Decision Node):** x_i dəyişənini təmsil edir.
2. **0-Qolu (Dashed line / Low edge):** $x_i = 0$ olduqda keçilən yol ($f_{\bar{x}_i}$ kofaktoruna gedir).
3. **1-Qolu (Solid line / High edge):** $x_i = 1$ olduqda keçilən yol (f_{x_i} kofaktoruna gedir).
4. **Terminal Düynləri:** Yekun 0 və ya 1 qiymətləri.

Şennon parçalanmasını ardıcıl olaraq bütün dəyişənlərə tətbiq etməklə təkrar olunan alt qrafları ixtisar etmək və **İxtisar olunmuş Tərtibli Binar Qərar Diaqramı (ROBDD)** əldə etmək mümkündür. ROBDD-lər CAD (Computer-Aided Design) sistemlərində avtomatlaşdırılmış integral sxemlərin (ASIC və FPGA) layihələndirilməsində əvəzsizdir.

7. Nəticə

Corc Bulun XIX əsrdə irəli sürdüyü cəbri aparat Klod Şennonun mühəndislik zəkası ilə birləşərək rəqəmsal elektronikanın dili olmuşdur. **Şennonun parçalanma teoremi** mürəkkəb məntiqi sistemlərin addım-addım sadələşdirilməsi, мультиплексор strukturlarına çevrilməsi və proqram təminatı səviyyəsində optimallaşdırılması üçün universal alətdir.

Müasir kiber-fiziki sistemlərin, rəqəmsal hesablama texnikasının və süni intellekt aparatlarının (hardware accelerators) inkişafında Bul cəbrinin və Şennon parçalanmasının tətbiq sahələri bu gün də öz aktuallığını qoruyub saxlayır.

MÜASİR GEYİM DİZAYNINDA YARADICILIQ, TEXNOLOGİYA VƏ DAVAMLILIQ: KONSEPSİYADAN KOLLEKSİYAYA QƏDƏR BÜTÜN MƏRHƏLƏLƏR

Cəfərli Nəzrin Elçin q

ADPU nəzdində ADPK İxtisas Geyim Dizaynı

nazrincf@gmail.com

ABSTRAKT

Bu məqalədə müasir geyim dizaynının nəzəri və praktiki əsasları, yaradıcı prosesin addımları, rəqəmsal texnologiyaların tətbiqi və davamlı moda (sustainable fashion) konsepsiyaları hərtərəfli təhlil olunur. Geyim dizaynerinin iş prosesi — ideya axtarışından (moodboard), eskizlərin çəkilməsindən, parça seçimindən başlayaraq, 3D modelləşdirmə, lekaların (biçim şablonlarının) hazırlanması və podium təqdimatına qədər olan bütün mərhələlər ətrafı izah edilir. Məqalə vizual olaraq illüstrasiya olunmuş diaqramlar, sxemlər və müqayisə cədvəlləri ilə zənginləşdirilərək geyim dizaynının həm bədii, həm də texniki aspektlərini aydın şəkildə nümayiş etdirir.

AÇAR SÖZLƏR: Geyim dizaynı, moodboard, 3D geyim simulyasiyası, CLO 3D, davamlı moda, tekstil elmi, lekal hazırlığı, kapsul kolleksiya.

1. Giriş: Geyim Dizaynı Nədir?

Geyim dizaynı — insan bədəninin anatomiyasını, funksional tələbatları, estetik dəyərləri və dövrün sosial-mədəni tendensiyalarını özündə birləşdirən kompleks tətbiqi sənət və mühəndislik sahəsidir. Müasir dünyada geyim dizayneri yalnız gözəl görünüşlü geyimlər çəkən rəssam deyil; o, eyni zamanda materialşünas, konstruktor, trend analitiki və texnoloqdur.

Dizayn prosesi təsadüfi cızma-qaralardan ibarət olmur. Hər bir uğurlu kolleksiyanın arxasında dərin araşdırma, məntiqi addımlar zənciri və ciddi texniki hesablama dayanır. Məqalə boyunca geyim dizaynının bədii ideyadan real məhsula çevrilməsi prosesini vizual sxemlər və cədvəllər vasitəsilə addım-addım nəzərdən keçirəcəyik.

2. Geyim Dizaynının Yaradıcılıq Mərhələləri və Vizual Sxemi

Kolleksiyanın yaradılması müəyyən edilmiş ardıcılıqla həyata keçirilir. Aşağıdakı mətn əsaslı vizual sxem geyim dizaynerinin iş prosesinin ana xəttini nümayiş etdirir:

+-----+	
1. KONSEP SİYA VƏ ARAŞDIRMA	
- İlham mənbəyinin seçilməsi (İncəsənət, Arxitektura, Təbiət)	
- Vizual Moodboard hazırlanması	
- Trendlərin və Rəng Palitrasının (Pantone) müəyyənləşdirilməsi	
v	
+-----+	
2. ESKİZ VƏ FİQURATİV DİZAYN	
- Siluetlərin təyin edilməsi (A-line, Hourglass, Oversize)	
- Bədii eskizlərin (Fashion Illustration) çəkilməsi	
- Texniki flat-çertyojların (Technical Flats) işlənməsi	
+-----+	
v	
+-----+	
3. MADDİ-TEXNİKİ BAZA VƏ 3D DİZAYN	
- Tekstil və lif seçimi (Təbiət, Sintetik, Bio-materiallar)	
- Rəqəmsal 3D Simulyasiya (CLO 3D / Browzwear)	
- Ləkal və Konstruksiya (Pattern Making / Draping)	
+-----+	
v	
+-----+	
4. İSTEHSAL VƏ TƏQDİMAT	
- Prototipin (Muslin / Maket) tikilməsi Və Fit-test	
- Yekun tikiş və Bəzək vurma (Embroidery, Finishing)	
- Podium Show (Lookbook) və Commercial Merchandising	
+-----+	

A. Moodboard (Təəssürat Lövhəsi) və İdeya Axtarışı

Dizayn prosesinin bünövrəsi **Moodboard** tərtib etməklə qoyulur. Dizayner öz ilham mənbəyini (məsələn, 1920-ci illərin arxitekturası, dəniz dibindəki mərcan rifləri və ya kiberpank estetikası) vizual kollaj şəklində toplayır. Moodboard üzərində fakturalar, tarixi fotoşəkillər, rəng nümunələri və hissiyat oyadan təsvirlər yer alır. Bu lövhə bütün kolleksiya boyunca dizaynerin ideya bələdçisi rolunu oynayır.

B. Eskiz və Fiqur Proporsiyaları

Geyim illüstrasiyasında insan bədənini adətən stilizə edilir. Akademik şəkildə insan bədənini 7.5–8 baş ölçüsünə bərabər tutulduğu halda, fashion-illüstrasiyada nəfisliyi və geyimin axıcılığını göstərmək üçün 9, hətta 10 baş nisbətindən istifadə olunur (elongated figure).

[Ənənəvi Proporsiya: 8 Baş]

[Fashion İllüstrasiya: 10 Baş]

(1) O - Baş

(1) O - Baş

(2) | - Sinə

(2) | - Çiyin

(3) | - Bel

(3) | - Sinə

(4) | - Çanaq

(4) | - Bel

(5) | - Bud

(5) | - Çanaq

(6) | - Diz

(6) | - Bud

(7) | - Baldır

(7) | - Diz

(8) V - Ayaq

(8) | - Baldır

(9) | - Aşırıq

(10) V - Ayaq

3. Siluetlər və Tekstil Seçimi

Geyimin vizual qavranılmasında ilk diqqət çəkən məqam onun **siluetidir**. Siluet geyimin xarici konturunu və formasını müəyyən edir.

Əsas Geyim Siluətlərinin Müqayisəsi

Siluət Növü	Forma Özəlliyi	Vizual Təsiri	Ən Çox Tətbiq Olunduğu Sahə
A-Siluət (A-Line)	Çiyin/bel hissədən dar başlayıb aşağıya doğru genişlənir	Bədəni daha ucaboy və zərif göstərir	Gündəlik donlar, paltonuz, yubkalar
Qum Saati (Hourglass)	Vurğulanmış bel, geniş çiyin və çanaq xətti	Qadın bədən xətlərini ön plana çıxarır	Klassik kostyumlar, ziyafət libasları
Düz / Düzbucaqlı (Straight)	Bel xətti vurğulanmır, çiyindən aşağı düz enir	Minimalist, müasir və rahat görünüş	Şortlar, köynəklər, modern kəsimlər
Oversize / Oval (O-Line)	Çiyinləri düşmüş, həcmli və yumru formalar	Rahatlıq, küçə dəbi (streetwear) hissiyatı	Sviterlər, gödəkcələr, bomber pərqu kuçkalar

Tekstil Materiallarının Xüsusiyyətləri

Dizayner seçdiyi siluətə uyğun parça seçməlidir. Sərt materiallar (məsələn, ağır tvin və ya strukturlu jakard) kəskin formaları saxlamaq üçün yararlıdırsa, axıcı materiallar (şifon, ipak, viskoz) draperiya və yumşaq xətlər yaratmaq üçün istifadə olunur.

+-----+	
	TEKSTİL MATERIALLARI
+-----+	
	TƏBİİ LİFLƏR
	SİNTETİK VƏ BİO LİFLƏR
+-----+	
	• Pambıq (Nəfəs alan, yumşaq)
	• Poliestər (Davamlı, gec qırışan)
	• İpək (Zərif, parıltılı, axıcı)
	• Neylon (Elastik, sukeçirməz)
	• Yün (İsti saxlayan, strukturlu)
	• Lyocell/Tencel (Ekoloji təmiz)
	• Kətan (Yüngül, sərin tutan)
	• Mycelium (Göbələk dərisi)
+-----+	

4. Rəqəmsal İnqilab: 3D Geyim Simulyasiyası və CLO 3D

Ənənəvi geyim dizaynında hər bir prototip üçün dəfələrlə parça kəsilir, tikilir və uyğunlaşdırma (fitting) sınaqları keçirilirdi. Bu da böyük miqdarda material və vaxt itkisinə səbəb olurdu. Müasir dövrdə isə rəqəmsal

moda (digital fashion) və 3D simulyasiya proqramları (CLO 3D, Browzwear, Optitex) sənayeni köklü şəkildə dəyişib.

3D geyim simulyasiyasının üstünlükləri:

1. **Sıfır Material İsrafı:** Parça kəsilmədən öncə virtual avatar üzərində geyimin oturuşu, qırışları və drapesinin davranışı dəqiqliklə görünür.
2. **Fiziki Xassələrin Təqlidi:** Proqram təminatı parçanın çəkisini, elastikliyi, sürtünmə əmsalını və qalınlığını simulyasiya edir.
3. **Sürətli Düzəlişlər:** Rəng palitrasını, print ölçüsünü və ya tikiş xəttini tək bir kliklə saniyələr ərzində dəyişmək mümkündür.

5. Davamlı Moda (Sustainable Fashion) və Dairəvi Dizayn

Müasir geyim dizaynerinin ən mühüm öhdəliklərindən biri ətraf mühitə vurulan ziyanı minimuma endirməkdir. Moda sənayesi dünyada ən çox çirklənmə yaradan sahələrdən biridir. Bu səbəbdən "Dairəvi Moda" (Circular Fashion) konsepti yeni dövrün tələbinə çevrilib.

Davamlı Dizayn Texnikaları:

- **Zero-Waste Pattern Making (Sıfır atıqlı biçim):** Lekallar elə hesablanır ki, parça topundan kəsildikdən sonra geridə heç bir tikə qalıq qalmasın (bütün parça sahəsi geyimə inteqrasiya olunur).
- **Upcycling (Təkrar dəyərləndirmə):** Köhnə, geyinilməyən geyimlərin və ya sənaye parça atıqlarının sökülərək yeni, daha dəyərli dizayn nümunəsinə çevrilməsi.
- **Monomateriallıq:** Garmentin yalnız tək nəsil lifdən (məsələn, 100% pambıq) hazırlanması. Bu, geyimin ömrü bitdikdə təkrar emal olunmasını kəskin asanlaşdırır.

6. Konstruksiya və Lekal Hazırlığı: Mücərrəddən Konkretə

Dizayn eskizi hazır olduqdan sonra onun istehsalata ötürülməsi üçün **Texniki Çertyoj (Technical Flat)** və **Lekallar (Patterns)** hazırlanır. Texniki çertyoj geyimin bütün tikiş xətlərini, düymə yerlərini, cib ölçülərini və paylı tikiş məsafələrini (seam allowance) millimetrik dəqiqliklə göstərən mühəndislik planıdır.

Lekal hazırlanması iki əsas üsulla aparılır:

1. **Flats Patternmaking (Müstəvi üzərində konstruksiya):** Riyazi düsturlar və bədən ölçüləri əsasında kağız üzərində çertyojun çəkilməsi.
2. **Draping (Molyaj metodu):** Maneken üzərində birbaşa pamuklu parça (muslin) vasitəsilə formanın əllə formalaşdırılması və sancaqlarla bərkidilməsi.

7. Nəticə

Müasir geyim dizaynı incəsənətlə dəqiq elmlərin, fəlsəfə ilə müasir texnologiyanın kəsişmə nöqtəsidir. Uğurlu bir dizayner olmaq yalnız gözəl rəsmlər çəkməklə bitmir; bu proses estetik duyğunun, tekstil elminin, rəqəmsal 3D modelləşdirmənin və ekoloji məsuliyyətin vahid bir sistemdə birləşdirilməsini tələb edir.

Texnologiyanın inkişafı (3D simulyasiyalar, süni intellektlə trend analizi) və davamlılıq prinsipləri modanın gələcəyini formalaşdırır. Bu inqilabi dəyişikliklərə baxmayaraq, geyim dizaynının nüvəsində həmişə eyni fundamental məqsəd qalır: insan bədənini və şəxsiyyətini geyim vasitəsilə ən gözəl, funksional və mənalı şəkildə ifadə etmək.

AZƏRBAYCAN-ANADOLU XALQ MAHNILARINDA SƏSİN BƏDİİ-POETİK VƏ ÜSLUBİ MƏNA RƏNGLƏRİ

Google Akademik, Prof. Dr. ƏBÜLFƏZ TAHİR ƏZİMLİ

ORCID: 0009-0001-1327-3425

ezimliebulfez@yahoo.com.tr Google Akademik, Dünya Sülh Səfiri; Nobel Prize & India- Birliyinin Yönetici üzvü; Qlobal Yazarlar Akademiyası üzvü-Hindistan; Türk Dünyası Vətəndaşlığı və Eytimçilər Birliyi üzvü-Bişkek; TÜRKSOY üzvü; Mery's Ange'ls Internacional Qroup üvü; Poetas Intergalácticos- üzvü; World Peace Literature Academy-nin yönetici üzvü; Saib Təbrizi Elm Mərkəzinin üvü; Azərbaycan Yazıçılar Birliyinin üzvü; Naxçıvan Dövlət Universiteti; BÜTÖV AZERBAYCAN

ÖZƏT

Biz - sesiz. Hem gapalı ses, hem de açıg sesiz. Şöyle de deyek ki, biz gabıgız- içimiz sestir. Ses bizden ucadır: bu halde, demeli, biz sesden aşağıyık. Mehemed Füzuli tesadüfen dememiştir, “Şeir kamildir, biz-naqis”. Allah-teala sesi verib ki, insanı kamal mertebesine kaldırsın. Sesleyersen, və sesin ardına düşüb gidersin.

Biz ses olmagla, demeli, hem de sözü. Ses-le seslenerler: sözle sözlenerler. Türküler ses-le sesleyir, söz-le sözleyir. Sesle sözün ahengi **sihire salma** ve **sihirden açma renkidir**.

Türkün koştığı türkülerin hamısında—hepsinde gizli-gizli renkler var: ve bu, adi boya rengi demek deyil, bu, Nur rengidir, ışık rengidir: aşığın dahili dünyasının sesidir, ‘**Ses Renki**’ dir; **Ses-in renkinin renkidir**. Türküler içimizde boğulan sesin sesidir: daima var olan ses-tır. Türklerin ve Türkülərin sesine kulağını tıkayanlar kar-sağır olarlar.

Xalq türkülerində hərəkətdə olan üslub- xalq ruhudur. Fonoloji və söz ifadələri halk ruhunun poetik ruhdur, sesli ruhdur: Ses bizim içimizde yaşayır, biz de sesimizin içinde. Habele: biz ruhumuzun içinde yaşayırık, ruhumuz da bizim içimizde.

Bu halda deye bilerik ki, biz sesimize benzeyirik, sesimiz de bize benzeyir; tanışlarımızın üzünü görmeden sesi ile onu tanıya bilirik. İnsan sesini ahenge, avaza salıb türkü-şergi (şarkı)- mahnı yaradıb. Türk milleti Türkülerini ses sihri ile yaradıb ve bu ses sehri ile özünün kimliyini ifade edib; kederini, sevincini, sevgisini, hesretini, nisgilini, vügarını ve hünerini, edeb-erkanını, bir sözle, dahilinde ne gizlinler varsa, hepsini türkülerle söyleyib.

Türkülerde Ses həmişə canlıdır. Hem de Ses mürğü döyer öz içinde. Sesin canlı olması onun varlık elemetidir; varlıkda varlığı da var sesin. Bu onun görünümüne has olan elamettir. İnsanın ehvali-ruhiyyesi, renki sesine bağlı renkler alır. Her renk öz varlığında yatar. **Sesin birinci elameti** onun **özünexas olması renkidir**: bütün sesler öz içinde **mürğü döyer**. Sesin mürğüsü derdin, keder ve gemin oyanışıdır.

Biz sesimizin renki içerisindeyiz. Sesimiz bizim iç (dahili) ve dış (harici) renklerimizin ifade mezmunlarıdır. Ses renkleri özü özünü yaradır, özü özünü cilalayır...

Asta ses, yüzyrek ses; sesli ses, sessiz ses; artan ses, azalan ses; tek ses-teklenmiş ses; koşa ses, koşkulu ses gibi ses növləri ve sihirleri var türkülerin akarında

AÇAR SÖZLƏR:Türküldə səs ruhu; Türküldə Söz ruhu; Türkülerde üslubi-məna rəngləri

COLORS OF ARTISTIC-POETIC AND STYLE MEANING OF SOUND IN AZERBAIJAN-ANATOLIA FOLK SONGS

Google Akademik, Prof. Dr. EBÜLFƏZ TAHİR EZİMLİ

ABSTRACT

We are silent. Both closed voice and open voice. Let's say that we are the shell - our inner voice. The voice is louder than us: in this case, we are inferior to the voice.

Mehemmed Fuzuli did not accidentally say, "Poetry is perfect, we are imperfect." God has given the voice to raise man to the level of perfection. You call, and you follow the voice.

We are not only a voice, but also a word. They speak with voice: they speak with words. Turkul songs sound with sound, speak with words. The harmony of voice and words is the color of enchantment and disenchantment.

In all of Turk's songs, all of them have hidden colors: and this does not mean the color of ordinary paint, it is the color of light, the color of light: it is the sound of the lover's inner world, "Ses Riki"; It is the color of the color of the sound. Songs are the voice of the voice drowned in us: the voice that is always there.

Those who close their ears to the voice of the Turks and the Turks will be deaf-deaf.

The style in motion in folk songs is the spirit of the people. Phonological and word expressions are the poetic soul of the folk soul, the vocal soul:

The voice lives in us, and we in our voice. Habele: we live in our soul, and our soul is in us. In this case, we can say that we are like our voice, and our voice is like us; we can recognize him by his voice without seeing his face.

The human voice has been tuned and created a song. The Turkish nation created Türküleri with the magic of sound and expressed its identity with this sound magic; He told his sadness, joy, love, longing, relationship, courage and skill, manners, in a word, whatever secrets he had inside, all in songs.

Voice is always alive in Turkul. And Ses is slumbering inside himself. The liveliness of the voice is its element of existence; sound has existence in being. This is a characteristic of his appearance. A person's mood and spirit get colors depending on their voice. Each color lies in its own existence.

The first characteristic of a sound is its own color: all sounds sleep in themselves. The slumber of the voice is the awakening of sorrow, grief and sadness.

We are in the color of our voice. Our voice is the expression of our internal and external colors. Voice colors create themselves, polish themselves...

Low voice, hearty voice; voiced voice, silent voice; rising volume, falling volume; single voiced voice; There are types of sounds and magic such as kosha ses, koshkulu ses in the roots of folk songs

KEY WORDS: Voice spirit in Turks; The spirit of the word in the Turks; Style-meaning colors in Turkish songs

AZƏRBAYCAN-ANADOLU XALQ MAHNILARINDA SƏSİN BƏDİİ-POETİK VƏ ÜSLUBİ MƏNA RƏNGLƏRİ

GİRİŞ

SES... SES. Ses ve Biz.

Biz - sesiz. Hem gapalı ses, hem de açıq sesiz. Şöyle de deyək ki, biz gabiğız- içimiz sestir. Ses bizden ucadır: bu halde, demeli, biz sesden aşağıyık. Mehmed Füzuli təsadüfən deməmişdir, “Şeir kamildir, biz-naqis”. Allah-teala sesi verib ki, insanı kamal mertebesinə kaldırsın. Sesleyersən,—sesin ardına düşüb gidersin.

Biz ses olmaqla, demeli, hem de sözlük. Ses-le seslənərlər: sözle sözlənərlər. Türkülər ses-le sesleyir, söz-le sözləyir. Sesle sözün ahengi **sihire salma** və **sihirdən açma renkidir**. Türkün koştığı türkülərin hamısında—hepsində gizli-gizli rənglər var: və bu, adi boya rəngi demək deyil, bu, Nur rəngidir, işıq rəngidir: aşığın dahili dünyasının sesidir, ‘**Ses Renki**’ dir; **Ses-in renkinin renkidir**. Türkülər içimizdə boğulan sesin sesidir: daima var olan ses-tır. Türkülərin və Türkülərin sesinə kulağını tıkayanlar kar-sağır olurlar.

Yerlərdə Ses-lər, Göklərdə Ses-lər; Ses-lərdə Yer-lər, Ses-lərdə Göy-lər.

Ses çoxrəngli və çoxtiplidir: “Ses var- özünə aparar (seni), Ses var-özündən aparar (seni)” (10, 3). Türkülərdəki-düzgünlərdəki seslər hem seni özünə aparar, hem de özündən aparar seni—her iki halda, türkülərdəki Ses sesli səsdir, sözlü səsdir: akıp gider və yenidən gəyidər kendi menziline. Türkülərin sesi akar gider, seni özü ilə koşar - gider. Sesini sesinə köşər, istisi hələtlidir, soğukluğu olmaz.

Türkün söylədiyi türkülərdə gizli-gizli ses sihirləri yaşayıp və şimdi də yaşayır və bu sihirlərdə gizli-gizli Ses Rəngləri saklanıb, nizamlanıb. Demeli, Sesin özünəhas gizli-gizli rəngli, rəngli-rəngli gizliləri vardır. Və biz bu andaca Türkülərin Ses rənglərindən bahs edirik.

XALQ BƏDİİ DİLİNİN AŞIQANƏ İFADƏ MƏNBƏYİ: XALQIN DİLİ- ONUN RUHU, XALQIN RUHU-ONUN DİLİDİR.

Xalq bədii dilində bədii linqvistikanın–bədiiliyin ilkin mənbəyi folklordur; bu mənada, «hər bir folklor janrına daxil olan nümunələrin məxsusi cizgiləri vardır» (Abdulla Bəhlul.Xalq tarixi. Ön söz. Azərbaycan folkloru Bakı.2005, səh. 5).

Biz sesimizin renki içerisindeyiz. Sesimiz bizim iç (dahili) ve dış (harici) renklerimizin ifade mezzunlarıdır. Ses renkleri özü özünü yaradır, özü özünü cilalayır... Asta ses, yürek ses; sesli ses, sessiz ses; artan ses, azalan ses; tek ses-teklenmiş ses; koşa ses, koşkulu ses gibi ses növləri ve sihirleri var türkülerin akarında.

SESİN BİRİNCİ RENGİ: türk halk ruhu poetik ruhdur, sesli ruhdur: Ses bizim içimizde yaşayır, biz de sesimizin içinde. Habele: biz ruhumuzun içinde yaşayırık, ruhumuz da bizim içimizde. Bu halda deye bilerik ki, biz sesimize benzeyirik, sesimiz de bize benzeyir; tanışlarımızın özünü görmeden sesi ile onu tanıya bilirik. İnsan sesini ahenge, avaza salıb türk-şergi (şarkı)- mahnı yaradıb. Türk milleti Türkülerini ses sihri ile yaradıb ve bu ses sehri ile özünün kimliyini ifade edib; kederini, sevincini, sevgisini, hesretini, nisgilini, vügarını ve hünelerini, edeb-erkanını, bir sözle, dahilinde ne gizlinler varsa, hepsini türkülerle söyleyib.

TÜRKÜLERDE- DÜZGÜLERDE SES SİHRİ VE ŞERHİNİN RENKLERİ

Ruhumuzun sesi derinlerden gelir: yükseler-dağlardan, bulutlardan da ucalara ucalar. Yeniden bize gayıdar ve bu defe **Uca dağlar başından gelir bu ses: özünü aktarar ve ruhun sakit, sessiz hevesine govuşar:** Bir Azerbaycan türküsünde deyildiği gibi:

**Uca dağlar başında seslerem seni
seslerem seni, balam, seslerem seni.**

**İki gözlerim üste beslerem seni,
beslerem seni, balam, beslerem seni.**

Yar güle-güle,

Yar bile-bile.

Men aşig oldum, balam,

Bir şirin dile.

Men aşig oldum balam,

Bir şirin dile!

Şu türküde ses seslendikce seslenir: uca dağ başından her hansı bir şahsi sesleyerken (çağırarken) ses nasıl yükseler ve etraflara sepelenerse, ele de sepelenir, yayılır. Bu anlamda, ses sepelenen, yayılan çağırış, bildirişdir. Bu cür seslenme bir ses değil— dalğalanan, sepelenen seslerdir. Bütün türkülerde ses hareketde olan demektir: hareketde olmak ses ordusunun nizamlı yürüşü demektir. Hareketden hareket doğar. Bu zaman seslerden sel yaranır. Ses selleri türkülerin coşkusudur, hevesidir, mehebbet, sevgi akarıdır.

Seslenmek kendini aktarmaktır: dağ başından Seslenmek-yüksekliye malik olmaktır: aşigin ruhu yüksekte
olar; yüksekte olan yarına kovuşmuş olar. Sesler akar, akdıkca güçlener.

Uca dağlar başında bir sürü ceyran,

bir sürü ceyran, balam, bir sürü ceyran.

Yarın ala gözüne olmuşam heyran,

Olmuşam heyran, balam, olmuşam heyran.

Yar güle-güle.

Yar bile bile.

Men aşig oldum,balam,

Bir şirin dile.(2)

(“Uca dağlar başında”: Azerbaycan türküsü”)

Ucalardan gelen suların sesi ağappağ olar, güneşin zerreleri gibi zerreleri olar o sesin.

Türkünün ses ahengi lap ilk seslenişden ceyran-ceylan yerışindedir: ceyran yerışı süretli, seksekeli, kaçkın yerışidir, süretnide dalgalar olmur, düz geçıştır. Her tullanışında bir nişan goyub geder ceyran. Sesi o kadar zeif ve sessiz olar ki, en zeif sesi bele eşide bilir-ceyran.

“Yaşar türküsü”ünde (Afyonkarahisar, Emirdağı) hesretin ritmik ifadesi yağışın yağmasını andırır:

Şo tepe, nasıl tepe,

Gar yağar serpe serpe,

Ben yarimi oyattım

Gözünden öpe-öpe.

--Seslemek, çağırmak için tepe bir yere çıkarlar; Bu türkü sesli türküdür: seslendikce aşigin sesi de kövrelir. Sen deme, yar uyguda imiş. Uygu da ne uygu! Sesinden hezin-hezin mürgü gelir. Ne güzel bir menzere! Ne güzel ses rengi

Arpa ekdim, galacah(x),

Derdin beni alacah(x),

İkimizin sevgisi

Giyamata qalacah(x).

-- Burada sesin dahiliniideki gizlini göre bilersin. Bu, ebedi galan, hiç zaman sönmeyen-silinmeyen sesin renkidir. En gabarik renk Giyamet renkidir. Derd alıp aparır aşigin sesini- giyamete kadar akıp gidecek bu ses.

Çay efeler, efeler,

**Çepele su sepeller ,
İrax yoldan geleni
Terli-merli öpeller.**

--Bu ses uzak-uzak seferlerden sevinc-telaş içerisinde kovuşmağa, öz ilkinde yetmege can atan aşigin dahilinde sessizce uyuyan renktir.

**Ezziyanın gapısı,
Mermerdendir yapısı,
Garagula töküldümü
Pörneklinin hepisi.**

-- Ezziyanın gapısında ne hay-küy düşüb ki bele, hamı tökülüb gelib?

**Ezziya der ne olu,
Sineme pörney oldu,
Ezziyanın deli yaşar
Ellere örneğ oldu.**

-- Daha ne kaldı? Hesretin odu gelbin yangısını artırdı. Sesden deli olan aşigin harayına haray veren olmadı. Ha sesle, Sesin ki rengi olmadı, onu tapa bilmezsen Aşigin sesi eşidilmedi, harayına yeten olmaz.

**Garşıdan el eyledi,
Yar beni delieyledi,
Kor olası cahillik
Dağları yol eyledi.**

-- Sesler get-gede aydınlaşır: yara vurğunlukdan aşigin sesi de tutuldu, nefesi de.

**Çıbığı uzat, baxeyim,
Garanfiller taxeyim,
Sen çayırda namaz gıl,
Ben boyuna baxeyim.**

**Gayanın burcumuyum,
Dil bilmez gürcümüyüm?
Yardan bir selam gelmiş,**

Ben onun xarcımıym?

(Caferoğlu, ADÜM, 4, s.58).

Buradaki sesler telaş sesleridir: heyecanı artırır; hem de teeccüb sesleridir: hem de deli- mecnun olan sesdir.

Sesin ruhu- sese qoşulan ses; özüne-kendine ses koşan ses. Ses ruhtur: *Bahça bar verende gel, Heyva nar verende gel, Bir geldin hasta gördün, Bir de men ölen de gel!*- sesler ruhun sığalına çevrilir. Burada sesde ses var: iç sesdir-bu ses, hem de hıçkırıktır. İnsan son nefesinde nece ses çıkarır? Bezi sesler kırıltılı olur, bu, sesin ağrı çekmesidir. Beledde ses can verir. Bezi sesler var, – derinden köks ötürmeye benzeyir. Aşıklerin sesi “Ah”- la yaşayan sestir. Ölümde ölüm var: ölümde dirim var. Yani, ölüm dediyin ölüm deyil: yaşamdır: Ruhlar ölmür: ruhlar yaşayır.

SESİN İKİNCİ RENGİ: -- Ses canlıdır. Hem de mürgü döyer öz içinde. Sesin canlı olması onun varlık elemetidir; varlıkta varlığı da var sesin. Bu onun görünümüne has olan elametdir. İnsanın ehvali-ruhiyyesi, renki sesine bağlı renkler alır. Her renk öz varlığında yatar. **Sesin birinci elameti onun özünexas olması renkidir:** bütün sesler öz içinde **mürgü döyer**. Sesin mürgüsü derdin, keder ve gemin oyanışdır. Bütün sesler öz yüklerini daşıyır:

yükün ağır ve ya yüngülü olmaz bu seslerde.

İçimizin sesi gaynar olar.

İkinci ses tipi –sesimizin sesi-dir. Sesimiz hara gibi gedib çatırsa, içimiz de oradadır.

Türkülerle sevgisinin, aşkının nurunu paylayıp insan: nurun renkleri bütün renklerin kaynağıdır. Reng rengin içinde saklanır, aşğın dahilinde ne kadar ses renkleri vardır!

Her ses öz sesi üstünde köklenip:

Garagile

(Azerbaycan, Tebriz türküsü)

Gelmişem otağına, oyadam seni,

Garagile, oyadam seni.

Ne gözel xelg eleyib yaradan seni,

Garagile, yaradan seni!

Götürüb men kaçaram, aradan seni,

Garagile, aradan seni!

Gızılgül esdi,

Sebrimi kesdi,
Sil gözün yaşın, Garagile,
Ağlama, besdi.
Garagile, ağlama, besdi.

Tebrizin küçeleri dolanbadolam,
Garagile, dolanbadolam.
Sen ki meni sevmirsen, get ayrı dolan,
Garagile, get ayrı dilen.
Ne mene gız gehetdir, ne sene oğlan,
Garagile, ne sene oğlan!
Ağac olaydım, yolda duraydım,
Sen gelen yola, Garagile,
Kölge salaydım.

Gızılgül esdi,
Sebrimi kesdi,
Sil gözün yaşın, Garagile,
Ağlama, besdi.
Garagile, ağlama, besdi...

Aşig gelib ki, sesi oyatsın. Meger Ses yatıpdır ki, oyatsın? Oyagdır o ses-kendi hemcinsini gözleyir. Hiç fikir vermisinizmi, ya eşitmisinizmi ki, gök sesleri tek olsun?

Bu, Tebriz türkisinin sesidir. Türkün merkez sesidir. Eslinde, Tebrizde başka dilli türkü yoktur ki! Bütün sesler Türk sesleridir: min illerdir, nece gelirse, indi de elece akır, kendi nehrinin akarıdır, kendi deryasının nehridir. Tebriz öz sesine benzeyer—alovludur, coşğundur. Erzurum sesinin renkleri ile Tebriz seslerinin renkleri bir-birini mirvari düzüümü kimi düzgüleyen seslerdir, Kerkük sesi ile birdir:

O yana dönder meni,
Bu yana dönder meni!

**Üreyim yaralıdır-
Tebibe gönder meni!**

**Vay, o yana dönder meni,
Vay, bu yana dönder meni!
Sol yanım yaralıdır,
Sağ yana dönder meni!
Üreyim yaralıdır,
Tebibe gönder meni!..**

Ses sese bend olar: seslener: ses özünü çağırar ve sese ses veren olsa, koşular o sesin rengine; akar-akar, ulduz akar gibi. Ulduzların akmasının bir elameti de yanmağı, yanıp puç olmağı, kül olmağı ifade edir. Bir menası da şeri, garanlığı, şeytanı, iblisi kovmasındadır. Bütün karanlıklar aşkın sesinden kar –sağır olar. Garanlıklar yalnız zahiri görüntüler üçündür. Aşiglerin garanlığı olmaz, aşigler hemişe aydınlıklar, ışıkların renkleri içerisinde olarlar. En güzel sesler renklerin sesidir. Aşiglerde renkler seslerle ifade ediler.

Ses...ses. Sesli ses, sessiz sez. Seslere sesler koşan sesler var, seslerden sesi koparıp aparan sesler var. Dalğalar suların renklerini nece boyayarsa, sesler de aşiglerin ehvalının renklerini elece aşkara çıkarar. Reng rengi aparar, özünde besleyer. Sesler türkülerin sevgi, muhebbet renkleridir.

İzmir türkülerinde adlı Sesler daha fazladır: bu, yigitliyin, kahramanlığın adı-sanıdır.
Budur, türkülerden süzülüp gelen şahsli Sesler:

**Aşgın sevdasın çeken bilir ben bir daş, of
Ne anam var,ne babam ver, ne gardeş, of
Gümüş buçag uygun gına, argadaş, of,
Asıyolla, kesiyolla, kömür gözlüm, ağla gel, of...**

(“Samaylı Zeybak” türküsünden, söyleyen: İbrahim Kahi, Ödemiş).

Yahut:

**Şu derenin suları gannan agıyo,
Oturmuş gızannarı ayneynen bagıyo,**

Çıkmış Gökçen galenin düzüne ateş edip bagıyo.

Aman, Gökçen efem nettin, neynedim seni,

Kötü yunana garşı mehv ettin beni...

(“Gökçen ağa türküsü”nden. Söyleyen: Hasan İbrahim. Ödemiş, Aysolluk köyü): Caferoğlu, 4, ADÜM, C. I, II Baskı, 1994. seh.87-88).

Yahut:

Yığılası İzmir damlarında

Adet-aman böyleymiş,

Yogarıdan geliyor Dinner postası,

Abalıya sorarırsan esker hastası,

Zeybekler içinde Gökçendir ustası.

Ağlama da, abalım, ağlama,

Gader-aman böyleymiş... (“Poslu Mustafa ağa türküsü”nden)

Yahut:

Gerenfilin oyası,

Martinimin boyası,

Gökçen emime –amcama sorarsan,

Zeybeklerin budası

Haydı, olamaz gayri

Gökçen emim gelmez geyri... (“Demirçi ağa türküsü”nden).

Sesler sanki uçur, ganad açmış halda dalğalanır: dalğa- dalğa ucmag semanın pak rengine govuşmagdır: govuşdugca daha da dalğalanır ve bu dalğaların her lepesinden bir yeni bir govuşug yaranır ve dalğalı hareketler sahile çatanadek insanın rhunu sıgallayan bir sakitlik, aram yaradır.

Yahut:

...İskileyi de, vapır da geldi, dayandı

Muradımın penbi zar gömlekleri al gannara boyandı.

Ne deyem de ağılayım Allahımın işine,
Çifte nurlar düşmüş gül Muradımın ileşine,
Gara da guzgunnar enmiş Gül Muradımın ileşine.

Çal davulçu da davuluna gimlesin,
Gümlesin de, gümlesin.

Varın da söyleyin Muradın anasına,
Murad olduğunu bilmesin.
Ah, varın da, söyleyin de anasına,
Murad olduğuna ağlasın.

(“Çovdarlı Murad” türküsü. Söyleyen: Şükrü Hacamat oğlu;Tire, Garacam köyü): 4, seh.91).

Sesi bir ses kimi yeni-yeni renkler yaradır, güller açıldıkca öz renglerini daha aydın belirlediği gibi,
sesler de kendilerini belirleyir

Döyüş sesi ile şevkat sesi bir nurun iki zerresi gibidir.

Ve yahut: “Genc Osman” türküsünden:

Bağdadın gapısını gene Genc Osman aştı,
Yunan kafirlerin tepğili saştı (sancdı).
Kellesi goltuğunda yedi gün dövüştü,
Şehitler bayrağını aştı Genc Osman.
Genc osmanın fermanı gelirdi Şamdan,
Gılcın gabzesi görünmez oldu gandan,
Genc Osman dediklerini gelsin, göreyim,
Nede gahreman olduğunu ben de bileyim.

Sen bir Sultan Mutat’sın,otur tahtında,
Türlü de meyveler erer vahtında,
Bir Cuma günü, sela vahtında

Allah, Allah—dedi, yürüdü Gazi Osman.

(Söyleyen: Şükrü Garaçam, Tire; Caferoğlu, 4, ADÜM, seh. 94).

Hakkında en çok türkü goşulan şahs Genc Osman deye vesf edilen bir seçkindir. Afyonkarahisar'da “Osman türküsü”, “Osman ağa türküsü” (söyleyen: Kazim Şano oğullarından Ahmet, Salarköy-den); “Genc Osman” (söyleyen: Hatica, Sandıklı köyü) gibi türkü-goşkular da onun şenine söylenmiştir.

SESİN ÜÇÜNCÜ RENGİ: Sesin görüntü rengi; halk koşkularında Sesi de görmek olur: bu, Sesin işare ve ifade renglerine mahsus sirlerindendir. **Ses** hem de **menadır**, mezmundur. İnsan sesi ile söz koşup, avaz tutup; avaza avaz gatıp, Ritm yaradıp, ritmi harekete getirip. Herekete getirme sesi canlandırmak ahengidir. Türkün ses ritmi özüne benzeyip. Türkün sesi nasıl sesdir ki, onun özünü de bele açık-aşkar ifade edir.? Her şeyden evvel, Türkün sesi aydın sesdir; bakir-saf sesdir; sesinde sesler saklanan sihirli sesdir. Sihrin dahiline varmak isteyirsense, türkölere üz tut; türköleri seslendir. Hansı ses bir türkünün ifade etdiyi ses kadar tesirli ola biler? Elbette ki, hiç bir ses.

SES içimizin gizlinleridir, aşkara çıkmak için dalğalanır, ritmik hala düşür, nasıl desek, sesini çıkardır. Ses sesini çıkardır. Seslerin rengi varmı? Akı ses eşidilendir. Şimdiyedek seslerin yalnız eşidildiğini söylemişler. Bu türküye kulak verin, görün rengini göre bilirsinizmi?

EVLERİ VAR XANA-XANA

(Azerbaycan türküsü)

Evleri var, ay aman, xana-xana, (2)

Men kül oldum, ay aman, ay aman, yana-yana. (2)

Yaylığının yanı buta,(2)

Saldı meni, ay aman, ay aman, yanar oda.(2)

Obaları, ay aman, oymag-oymag,(2)

Yalan sözdür, ay aman, ay aman, yardan doymag (2).

Üzü gül, lebleri gaymag,

Yalan sözdür, ay aman, ay aman, yardan doymag.

Heç olmazmış, ay aman, ay aman, yardan doymag!

Yalan sözdür, ay aman, ay aman, yardan doymag!

Burada tekce rengi görmüyorsunuz, hem de rengi eşidirsiniz. Sesler A ahengi üstündedir: A ahengi “Ah!” nidasidir: “Yar” sözündeki “A” da nidalıdır. Nida sesin yüksek kederinin rengidir.

Bu, hesretin sesinin sesidir: bu sesin rengi kül rengidir. Yanan nedir? Elbette, sesin rengidir; yandıkça cana gelir. Ve bu reng Aşig olan bir şahsin ağır-ağır, körün-körün yanmasından qopan sesin rengidir. Evlerin rengi ie yanan aşigin rengi bir-birine benzeyer. Üstegel bir reng de var: bu reng yaylık rengidir. Buta—sesin nişan rengidir. Butalanma yanmağa kovuşmak nicatıdır. Aşigin yanması gözle görünen yanma deyil, bu yanma hesretten uzag bir govuşma rengidir. Ses sesi çağırır, onu özüne uygunlaştırır. Bu sesin dahilde öz hemcinsine kovuşması demektir. “Yardan doymak” olmaz, eger doymuşsansa, daha o yar deyil.

İzmirin “Zeynep Türküsü”nde seslenmek yarı vasf etmek goşkusudur:

Zeynep sen güzelsin, alı neylersin,

Ağ göbek üstüne şalı neylersin,

Menden başka yarı neylersin?

Zeynebim, Zeynebim, ballı Zeynebim,

Gel, otur yanıma, güllü Zeynebim!

Zeynebe yaptıram gümüşden gaşig,

Gaşına deyilem, gözüne aşig,

Yanına varmağa yolum dolaşig.

Zeynebim, Zeynebim, ballı Zeynebim,

Gel, otur yanıma, güllü Zeynebim!

İsteğin renkleri dahildeki heyecanları üze çıkarır: Zeynepde görünen sesler ona aşig olanın kalbinde kaynayan seslerdir. Bu sesde ne kadar gizli sesler var- vurğunlukdan, kendini unudan aşig onları dile getirir: dile getirdikce Zeynep’in vasfı artır:

Zeynebe yapırdım elmasdan tarak,

Tara zülfünü gerdana burak,

Yanına varmağa yollarım irak,

Zeynebim, Zeynebim, ballı Zeynebim,

Gel, otur yanıma,güllü Zeynebim!

Zeynebe yapıdım gümüşden maşa,

Salına-salına geder ataşa,

Zeynebin babası zatından paşa,

Zeynebim, Zeynebim, ballı Zeynebim,

Gel, otur yanıma, güllü Zeynebim(İzmir, Ödemiş)

(Caferoğlu,Şc.s.98-99)

Burada git-gide Zeynep de Ses olur: bu ses çağırış sesi deyil, kalbe teskinlik veren sesdir: teskinlik vermekle aşig özüne toktaklık- dözümlü vermiş olur. Bu sesle hesretin coğunluğu artır, hesrete yeni bir hesret sesi gelir: hesretle hesret kovuşur ve belece, Zeynepleşir hesret. Zeynep'in hesret sesleri ile türkünü goşa aşigin hesret sesleri bir akara düşüp akar-akar derelere-tepelere ses salar.

Türküler sesin sesidir. İnsanın içindeki sesleri göre bilersiniz. Hergah seslerin renginin izine düşüb getsek, özümüzü tapa bilmerik.

SESİN DÖRDÜNCÜ RENGİ: Sesin hareket renkleri: Ses dalgadır. Sesin dalga-dalga hareketi var: dalga-dalga hareket Ses Denizidir. Deniz dalgalı olar. Ses dalgası nizamlayandır-nizamlayır, kendini aşkar edir:

Tarlalrı yaşıl gıvık,

Alim gelir uvak uvak,

Elim gına, yüzüm duvak-

Uyan Alim, qonca gülüm, gara günnere galdım.

Tarlaları arı peteği,

Parlayı ipeğ eteği,

Aha güveyi yatağı

Uyan Alim, qonca gülüm, gara günnere galdım.

Yük dibine yerüş ettüm,

Yeşül perde yüzün örttüm,

Uyarmaya hecab ettim.

Uyan Alim, qonca gülüm, gara günnere galdım.

Sabah oldum kalkmazmısın,

Gül yüzüne bakmazmısın,

Sen Allahdan korkmazmısın?

Uyan Alim, qonca gülüm, gara günnere galdım.

(Gazientep,Gelin türküsü);

Burada sesin halsız hareketini izleyirik; seslenmeden kopan-ayrılan imdad dileyini, imdadın halını-hareketini gözle görürük..

Afyonkarahisar yaranan “**Emirdağı Türküsü**”nde hezinlik artdıkca sesler de nisgilleşir: nasıl deyerler, yetimleşir, çaresizleşir. İlk önce tesvir sesleri harekete gelir, sonra seslerin nizamı başlayır: eslinde aşig öz nizamını itirmiş hala düşüp: seslenmekle kendi nizamına yetmek isteyir. Emirdağı sessiz iken sesli oldu, sakit iken haray salmağa başladı:

Evleri de var yolun sağında,

Arzımanım galdı göysün ağında,

Bir çift gözel gördüm Emirdağında

Neyaman gözelin var, Emirdağı,

Ateşler düşsün,yan,Emirdağı.

Duman galqar, tozlu yola sürünür,

Gözel olan al balasın bürünür,

Çıgınca yüseyine ağyar görünür.

Niçin getmez oldu bu dağların dumanı?

Ateşler düşsün, yan, Emirdağı.

Emirdağı derler ufag meşeli,

**Biri birinden seçilmez beyli, paşalı,
Niyaman yigitlerin var, Emirdağı,
Ateşler düşsün, yan, Emirdağı.**

**Emirdağı başında yanar bir ışık,
İşığın başında seirlinir aşığ,
Ağ buğday benizli, zülfü dolaşığ
Nece güzellerin var, Emirdağı,
Ateşler düşsün, yan, Emirdağı!**

**Emirdağı, başında evliya yatır,
Zalimdir beylerin heç bilmez hatır,
Nece güzellerin var, Emirdağı,
Ateşler düşsün, yan, Emirdağı!**

Caferoğlu Ahmet. Anadolu Dialektolojisi üzerine Malzeme. C.I. ankara, 1994, seh.40.

Haray sesi var, halay Sesi var.

Harayına hay verenin sesi Aşığı mest eden Sestir: akar akar. Kendi ile aparar deryanın derinliklerine...

Halay tutmaq-sese ses vermek neğmesidir.

Harayını haraylayan aşiqin Sesi sehre sehir katan sestir.

“Yalelem” adlı Azerbaycan halay türküsü bitmeyen türküdür, devam edir- çayın axarı gibidir: dayanmır, kuşların uçuşu gibidir,-havada havalanır, semanın derinliyinde gıtdıkce gidir, durnalar ganad çalmadan uöüşlarını devam etdirerler—kendilerini unutmuşlar gibi mürgüleyerler ve özlerini çok bahtıyar sanarlar. Gederler ki, gayıtsınlar. Halay da bitmeyen bir seferin seferi gibidir, dövre vurur- dövrelener: bu bütövliyin simgesidir: bütöv olmadan kendine sahip olamazsan:

**Yalelem, halay çekin düzülsün,
Yalelem, xumar gözler süzülsün,
Yalelem, her kes halay demese,
Yalelem, eli elden üzülsün.**

- Yalelem, halayı dönder bele!

Yalelem, gızıl üzük laxladı,

Yalelem, verdim anam saxladı,

Yalelem, anama gurban olum,

Yalelem, meni tez adaxladı.

- Yalelem, halayı dönder bele!

Yalelem, gızıl iynenin sapı,

Yalelem, görünür bizim gapı,

Yalelem, yarı yardan eleyen

Yalelem, dolansın gapı-gapı

- Yalelem,halayı dönder bele!

Yalelem, bu gelen boz atlıdı,

Yalelem, dördü de boz atlıdı,

Yalelem, men yarımı tanıram,

Yalelem, daldakı boz atlıdı.

- Yalelem, halayı dönder bele!

(Azerbaycan folkloru antologiyasi. İki cildde. Birinci kitab. Bakı- 1968, seh.32-33)

SESİN BEŞİNCİ RENGİ: seslerde bir guyu rengi de var: guyu derinliyin aydın rengini saklayır kendinde. Her guyunun öz suyu, her suyun susyun de kendi sesi. Seslen, guyum, seslen: gizlinleri gizleme, aşkarlara yeni bir aşkarlık ver. Ses batarmı? Batmaz. “Sesin batsın” garğışını eşitmisinizmi? Bu mecazi menada bir söylemdir: yani, ölesen, yok olasan. Ama ses batmaz, sahibi ile bir geder, ondan ayrılmaz. Guyu derinliyi kendinden olan bir mekandır. Oradan Su çıkarılar: insanlar o sudan heyat taparlar. Bereketler sulardan boy atıp kalkar.

Helisa

İstanbulda bir guyu var Helisa,

İçinde datlı suyu var, Helisa,

Her gözelin bir huyu var, Helisa,

Helal olsa, yassa, goynuma girse, deyelim, Helisa!

**Beraber aynana bahayım, Helisa,
Üsdüne pare dökeyim, Helisa,
Usdam duymadan öpeyim, Helisa.**

Helal olsa yassa, goynuma girse, deyelim, Helisa, Helisa!

(Çankırı türküsüÜ söyleyen: Rıza Nergis. Caferoğlu. Anadolu ağzlarının toplamalar. 1994, seh. 91).

Her gözelin bir huyu var: her gözeli ses sirri olar; her ses kendi yatağının laylasını çağırar. Gözelin sesi ile kendisi bir bulağın suyundan kalkan ışık olar. Gözeller baktıkları güzgüleri de güzgüleyer, güzgüye kendi rengini verir. Nasıl deyerler, reng verib, reng alar: rengi haldan hala düşer: kendine heyretdden mat galar. Bu Allahın ona behş etdiyi gözellik sirlerinin sesli ve sessiz rengleridir. Her gözel öz aynasının renginde güzgülener.

Bir Azerbaycan—İrevan türküsündeki gizlinlere gulak verün:

**--İrevanda bir guyu var,
Şekerden şirin suyu var,
Her gözelin bir huyu var.
Ay naz o xal ne xaldı,
Sen ora düzdürmüşen?
De, görüm, ne xaldı,
Sen üze düzdürmüşen?
--Xal benim, ihtiyar benim...
Xalxa ne borcu, bele düzdürmüşem,
Yarım deyibdir, üze düzdürmüşem!**

**İrevanda çarşı bazar,
İçinde bir gelin gezer,
Derdlerime derman yazar.
Ay gız, o xal ne xaldı,
Sen ora düzdürmüşen?**

De, görüm, ne xaldı,

Sen üze düzdürmüşen?

--Xal benim, ihtiyar benim...

Xalxa ne borcu, bele düzdürmüşem,

Yarım deyibdir, üze düzdürmüşem!

İrevanda Zengi çayı,

Hüsnün mat eyleyir ayı,

Men yazığ yetimin payı.

Ay gız, o xal ne xaldı,

Sen ora düzdürmüşen?

De, görüm, ne xaldı,

Sen üze düzdürmüşen

--Xal benim, ihtiyar benim...

Xalxa ne borcu, bele düzdürmüşem,

Yarım deyibdir, üze düzdürmüşem!

“O xal ne xaldı?” adlı bu türkünün ses dalğalarının iki menzili var: bir guyu derinliyinin derin menzili, bir de guyudan galkan ışığın yükseldikçe yükselen sema aydınlığının rengi . irevan öten yüzyılın iyirminci yılında ermenilere verilip, yalançı bir ermeni mahalı yaratılar ve guyuya saldıılar Türk yurdunun adını-sanını!.

SESİN ALTINCI RENGİ: Sesin makam rengi: Sesin makamı: Ses renglerinin makamı: makamda makam—yerleşme ve dereceleri belirleyir; hem de ucalığı bildirir. Ses ses üstünde ucalar- nece ki, “nurun ala nur”—Nur üstünde nur (Nur, 35). Bu hem de nur içinde nur demektir.

Ses de bir nurdur: onun da yanan gendilleri var. Ses, üstünde ses: birbirine perçimdir—bağlanmış haldadır: Bu, vehdet halıdır. İnsanların nicatı, hilası da vehdettedir: vehdetten uzak oldukca insanları belalar yakalayar: son onyıllarda artan- gelen belalar gibi—üç gün bundan önce (23 Ekimde) merkezi Van olmak üzere bizleri de silkeleyen 7,2 bal gücündeki bela- deprem-zelzele gibi: içimiz yandı o uçkunlara ve uçkun-inkaz altında

canlarını tapşıranlara, vahimleri yaşayanlara: Allah-teala hepsinin ve hepimizin yardımcısı olsun, bizlerden rahmetini kesmesin! Aaamin!!! “Amin!”- ışıktır:

nurları bahş eder insanlara; nurdur, gitdikce hayirlara vasile eder insanları. “Amin!” sesdir- nurlu sesdir: bize yetse, nicat bularık!

Dinleyin şu Kastomonu türküsünü, şu şarkıdaki seslerin titreşen tellerine bakın::

Şarkı

Şu dağları delmeli,

Gumunu elemeli,

İçerim ah çekiyo,

Yarimi görmeyeli.

Uyu demeye geldim,

Yarı görmeye geldim,

Yavrum, yaran nerende?

Melhem olmaya geldim.

Şu dağların ardından,

Öldüm yar sevdasından,

Öleceymi bileydüm,

Gederdim arkasından

Uyu demeye geldim,

Yarı görmeye geldim,

Yavrum, yaran nerende?

Melhem olmaya geldim

Dağlar dağladı beni,

Gören ağladı beni,

Ayırdı,ah, dostum felek

Aşga bağladı beni.

Uyu demeye geldim,

**Yarı görmeye geldim,
Yavrum, yaran nerende?
Melhem olmaya geldim.**

(Kastamonu türküsü. Söyleyen: Ahmet Açıkgöz (Kurusaray köyü)- Cafer.AAT. 1994, seh.41*42).

Ses titreyir. Şu türküde titreyen hesret telleridir; hesret tellerinin Ses rengi nasıl olur? Bizim rengimiz gibi, sizin renginiz gibi; Türkün hesret renginden ağır reng kimin rengi olur? Yüz-yüz yıllardır Türkü kendinin Sesine- Ses rengine kovuşmağa goymayıplar. Şimdi kovuşmağa doğru gelip çatdığımız şu zamanlarda sesimizi boğmağa çalışırlar: halbuki Bizler Büyük Türk vatanlarımızda yaşayan bütün insanlara nicat geldiği zamanın Sesi içerisinde yaşayırık. Evet, geldik Kastomonu türküsünün sesine! Şu ses hesretin ağıt (ağı) sesidir: melhem olmak için haray salan sesdir

Ses yükseler-ağırlığı kendine çeker: *Sıra sıra demir bannar, İçi dolu bezirgannar, Sevip sarıp ayrılannar Yanar yanar da kül olmazmı, ay gelin!* (Afyonkarahisar,Salarköy: “Osman türküsü”). Ses dalgalı olur: dalgalı olduğuna göre kulaga gelib çatar.

Ses taş gibi değil ki, göye tullayasan, yer çeke kendine. Sesi “tullayarsan”, seste kalar-havada kalar, yani yere düşmez, yükseler göye: .

NAZLI YAR AĞLAR

**Yad eller aldı beni,
Daşlara çarpdı beni,
Yardan ayırdı felek-
Gurbete saldı beni.**

**Yol verin, keçelim, dumannı dağlar,
Dağların ardında nazlı yar ağlar.**

**Düştüm bu uğursuz derde,
Nerdesin, yarım, nerde?
Yolda gumrularla galdım,-
Dağlar var ara yerde.**

Yol verin, keçelim, dumannı dağlar,

Dağların ardında nazlı yar ağlar.

(Kastamonu türküsü, söyleyen: Ahmet Açıkgoz, Kurusaray): Caferoğlu A. Anadolu ağızlarından toplamalar. II Baskı. Ankara Üniversitesi Basım Evi: 1994, seh. 34-35).

SESİN YEDDİNCİ RENGİ: Ses- kendinde ses: sesin kendini töretmesi:

“Lele yar türküsü”: sesler sevine-sevine gelir: bu, yarın güzelliyyinden vecde gelme sevincidir. “Lele yar türküsü” hem de kaşık oyun havasıdır:

Gara erük çağala (çaggala), lele yar,
Ye ki, sinen sağala, lele yar,
Hangi kitab söyemiş, lele yar,
Ben sevem, eller ala, lele yar?!

İreyhan ekermisin, lele yar?
Balınan şekermisin, lele yar?
Dünyada ettiğini, lele yar,
Ahirette çekermisin, lele yar?!

İreyhanın tohumu, lele yar,
Ben yütürdüm uygumu, lele yar,
Yatam sinen üstüne, lele yar,
Alam seher uygumu, lele yar!

İreyhan ekdim düze, lele yar,
Bitmedi, gaaldı güze, lele yar!
Bilmedim, meyil verdim, lele yar,
Bir samur saşlı gıza, lele yar!
(Söyleyen: Nuri Üstünses. Sivas: Divrik)

Sivasın Divriği galasına aid “Divrik galasının şarkısı” türküsünde de sesler hayran-hayran akar, akdığca tezeler: hey yol geden bir ışığın sesine benzer ve biz kendimizi o galanın içerisinde hiss ederik, galanın bir-birine benzemeğen nakışlarının seslerine uyarı, o seslerin sihri altında kendimizi ruhen vesf halında görerik:

Çıhar yücelerden yumah yuvalar,

Ener düz ovada şahin govalar,

O yar gitti, ıssız galdı buralar.

Yar bade doldurur, elleri bir hoş,

Yar uygudan galhmış, gözleri serhoş-

Ley ley ley leylam!

Gırmızı gül ile bezendi bağlar,

Hastenin halinden ne bilür sağlar!

Döşsek melul-mahzun, yastıh gan ağlar.

Yar bade doldurur, elleri bir hoş,

Yar uygudan galhmış, gözleri serhoş-

Ley ley ley leylam!

(Söyleyen: Nuri Üstünses,Sivas, Divrik: bak. Caferoğlu, Sivas ve Tokat. S.33)

Türkülerdeki musiki sesin sesi töretmesi, sesin sesi titretmesidir: Sesin ses töretmesi onun var olacağı, davamlı oluşu demektir. Bununla ses sestten kopub ikileşir: vahdete-vüsala kovuşmanın yolu bir vahitte iki ruhun tecallasıdır. Bütün türkülerde kendini tapma-bulma seherine aparan bir ses, avaz, ritm akarı var.

Akarın akar töretmesi dalğalar rengidir. Dalğalar rengini görürsünüz mü? Görürsünüzse, demeli sesin dalğasını da göreceksiniz:

Bazardan çiçek allam, sataram,

Bir yüzü göyçek haradan taparam? (2)

Haray ay ellerinden, o gara tellerinden.

Hergah izin versen, balam, öperem tellerinden (2).

Çiçekler yar bir-birine benzeyir: bir benzeme de var: hayret o benzemeyin şanına: çiçek yara benzeyir, yar-
çiçeye. Yar çiçikden alıp zeriflik rengini, çiçek de yardan alıp çiçek rengini. Çiçeğin sesini yar eşide biler, yarın
da sesini çiçek.

**Bazardan hurma allam, sataram,
Uzagda durma, gellem, taparam (2).
Haray ay ellerinden, o gara tellerinden.
Hergah izin versen, balam, çperem tellerinden (2).**

**Bağçadan hulu derrem, sataram,
Bir ucaboylu haradan taparam (2).
Haray ay ellerinden, o gara tellerinden.
Hergah izin versen, balam, öperem tellerinden (2).**

Ses sesi artırır: bu, davametmenin, varolmanın ruhani nizamıdır. Demeli, Sesler ruhun nizamıdır.
Nizamsızlık kendini itirme demektir. Türkülerdeki Sesler insanı kendini itirmeden hifz edir+ insanın inamı,
ilqarı, menevi cavabdehliyi yaşayır o seslerde, o sözlerde, o akarda, o hareketde, o vazn tektinde.

Niğde Türküsü:

**Ay doğar, aşmağ ister,
Al yanağ yaşmağ ister,
Benim divane göynüm
Yare gavuşmağ ister.**

**Galeden endim eniş,
Çevresi dolu yemiş,
Yare saldım, yimemiş,
Yar gendi gelsin demiş.**

Ben atımı nalladırım

Okkada nalına,
Ben o gızı oyandırım
Çifte de ziline (barmak süsü).

Denizlerden, garadan-
Yar gelir Angaradan,
Kötü gözden sahlasın
Yeri, Göyü yaradan.

(Niğde türküsü; söyleyen: Memet Özdoğan; Kıçağaç)-Caferoğlu. AnAğDer.s.181).

SESİN EVVELİ, SESİN AXIRI... HANGİ HALDA OLUR-OLSUN BÜTÖVLÜYÜ İFADE EDİR.

Seslerde, onların üslupunda nizamlı bir uyğuluk vardır. Bu türkülerde biz sesin şeklini göre biliriz. Ses sesle şekillener: şekillemek sözünü hem forma biçimi gibi, hem mezmuna mezmun katan, mezmunu mezmunlardan (dolgunlaştıran), mezmuna forma veren seslenme vezni, ahengi, habele mezmuna şeffaflık, menaya aydınlık aşıl原因 bir poetika düzeni gibi vesf ederik.

SESİN SEKKİZİNCİ RENGİ: Ses saralır: “Ah”dan saralır, derdden saralır. Sesin sese yetmemesi sarılığın rengidir: haraya yetmeyen sesin rengi ölü rengdir. Düşmen karşısında saralmak- korku sesidir, efellik-bacarıksızlık rengidir. Bizim dünyamız yavaş-yavaş Ölü rengine bürünür. Ölümlere sarımtıl reng gibi bakırlar: halbuki Türkün şehidliyinin rengi Gırmızı rengdir—Gıpgırmızı. İndi o rengin sesi içerisinde rengimiz neden saralır? Çünkü lakeydeşirik şehid renginin sesine, ışığma!

Çünkü indi araya, dada yetmeyin rengi öleziyib+ çünkü indi sesi çıkmır sesimizin: korkaklar hakda bele deyerler: ” Gorkudan hiç cıngırını da çıkarmır”. Babalarımız-dedelerimiz sessiz olmayıp, sözsüz olmayıp. Sessiz olsaydı, Çanakkalamı olurdu, İstanbulmu olurdu? Bir Tokat türküsünde haraya sesleyen sesin inamını ve döyüşünü dinleye bilersiniz:

Bir çif celeb aldım- eş döğül,
Çıhdı geliyor bir atlı-ardı boş döğül,
Dereköylü Süleyman bir atlu- ardı boş döğül,
Yakın oylum-oylum Sivrin dağını!
Yıkın bölük-bölük gavur köyünü!

Bahçanıza üş gül dikdim-gülüm dutarsa,
Üş gül de sen dik gabirim üsdüne,
Kıpçe bağla sevdüğüm, şorabımın bağına.
Sen erittin yüreğmin yağını,
Yakın oylum-oylum Sivrin dağını!
Yıkın bölük-bölük gavur köyünü!

Gırat seni dağdan da aşurdum,
Siirin dağında eyerin düşürdüm,
Çeteleri görüncek tepdülü şaşurdum.
Yakın oylum-oylum Sivrin dağını!
Yıkın bölük-bölük gavur köğünü!

Gırat, swni dağdan dağı gezdürdüm,
Siirin dağında eyerini düşürdüm,
Gırat seni de ordubaşı yazdurdum,--
Yakın oylum-oylum Sivrin dağını!
Yıkın bölük-bölük gavur köğünü!

Günnerin birinde Suvasa vardım,
Üç okka incir armağan aldım,
Goca Sivrinde,deller, eylendim, galdım,--
Yakın oylum-oylum Sivrin dağını!
Yıkın bölük-bölük gavur köğünü!

(Tokat türküsü; söyleyen: Bekir Çiydem; Mamu köyü): bak: Caferoğlu. Sivas ve Tokat illeri
ağızlarından derlemeler.II Baskı, ankara, 1994).

“Bülbül” adlı Muş türküsünde renkler bülbülün şarkı rengidir. Bülbüller hevese gelir yar şövgünden.
Bülbül her zaman okuyur: onu buna şövk eden nedir? Elbette ki, Gül eşgi. Gül rengidir bülbülün ses rengi

Tezada bakın: gül rengi al-gırmızı, bülbülün köksünün altı sarı. Sesindeki reng kendininmi rengidir, ya Gülün rengidir? Bunu bülbülün sesinin rengi belirleyir. Bülbülün türküsünün ses rengi Aşk rengidir. Aşk rengi hesretten çok, heyrete gelmek rengidir. Onun hesretinde inam ver, hayranlık var.

Bülbül tekce yazdamı bülbüldür? Bülbül yalnız ilk bahardamı şevge gelir, okuyur? Elbette ki, yok! Bülbül, her zaman bülbüldür. Öten illerde yerde kar, havada şahta olduğu zaman pencereimin önünde bülbülün nasıl hevesle okuduğunu gördüm. Siz görseydiniz, hayretten sesiniz tutulardı. Ey insan, sen neden bele bedgüman olub, ümitsiz hala düşürsen?

Bu gözellüyü görmürsenmi? Görürsen, ancak onun sesini eşitmirsən. Dondurucu bir havada, her yanın bembeyaz olduğu bir vahtda gızılgülün yarpaksız budağında bülbülün o heves ve sevgi ile okuduğunu görseydin heç vaht bele kedere düşmezdin.

Bir Muş türküsünün bülbül şarkısı o heves ve vefanı ifade edir:

**Bülbülün ganadı sarı,
İtirmişem nazlı yarı.
Men ağlaram zarı-zarı,
Men ağlaram, barı sen gül.**

**Bülbül havada uçanda,
Nazlı yar bade içende,
Ganadın pervaz açanda,
Men olaydım sagi, bülbül!**

**Bülbülmüsen, uslimisen?
Nazlı yar bade içende
Gefeslerde beslermisen?
Men olaydım sagi, bülbül.**

**Bülbülmisen, uslimisen,
Menim kimi yaslimisen?
Gefeslerde beslermisen?**

Gerib-gerib ötme, bülbül! (söyleyen:Ömer Özen, Muş. Bak: Caferoğlu. An.İl.Ağ-rı,ŞŞ bask Ank.1995,s.81)

Bülbül gefestedir: aşigin haras sesinden görünür ki, “nazlı yar” da gefestedir. “Nazlı yardan ayrı düşmegi özüne derd, yaz bilen aşigin dözümü ve inamı bülbülün ehvalında çok-çok iraktır-uzagdır. Gerib-gerib ötmesinde ne geder gemgin sesler var. Bülbülün sesi yarın gemgin sesine benzeyer. Yarın ses rengini ifade edir bülbülün sesi.

SESİN DOKKUZUNCU RENGİ: Sesin Felek rengidir. Felek Durna rengidir: durna rengi nedir?- bilirmisiniz?

Her kesin köksünde bir durna rengi var: durnalara zamanın vefası yoktur. Durnalar vefa aramak için semalara baş vurmur. Durnalar nizama düzülüp yol alar-yollanarlar. Biz körpe iken deyerdiler ki, durnalar Bağdattan gelir. Aranda buğda için gelipler. Amma buğdanın da biçin vakti çoktan ötüp geçib. Durnalar buğda tapa bilmez zemilerden. Biçilmiş zemilerden ne tapmak olar? Sarı-sarı samanlar qalıp.

Bizlerde o yere “xozanlık” deyerler- yani her şeyi sovrulub aparılmış yer, sapsarı rengi kalmış yer. Durnalar neye kavuşdu? Bağdatta hurmaya kovuşa bilmediyi gibi, aranda da buğdaya kovuşa bilmedi. Ona göre bele deyerler: ‘Bağdatta hurmadan, Aranda buğdadan oldu durnalar”

Telli durnalar, avazlı, sesli durnalar. Sesinize sihir katıbsınız. Sesinizin istisini, soyuğunu biz eşidir ve görürük. Siz de eşidir, görürsünüzümü? Eger eşidir, görürsünüzse onda dinleyin:

**Gıtme, durnam, vuracaklar,
Ganadımı gıracaklar,
Seni yarsız koyacaklarllar!
Heeey!..**

Bir Muş türküsünde sesler nece de yanıklı-yanıklı renglenir:

Durnam

**Bir cüt durnam yolda yoruldu,
Şahin vurdu, gol-ganadı gırıldı,
O da benim kimi yardan ayrıldı.**

**Durnalar, durnalar, telli durnalar,
Menden yare salam edin, durnalar!**

**Durnanın ganadı gariş teldan,
Bülbülün gelir üç aylıh yoldan,
Çekelim ayrılıh, ne gelir elden,
Durnalar, durnalar, telli durnalar,
Menden yare salam edin, durnalar!**

**Geribin vatani gahveler, bannar,
Bülbülün vatani bahçeler, bağlar,
Yarından ayrılan ah çeker, ağlar,
Durnalar, durnalar, telli durnalar,
Menden yare salam edin, durnalar!**

(Muş türküsü. Söyleyen: Fikri İbiş. Caferoğ. Seh.80-81)

“Yaralı durnam” Azerbaycan türküsünde ses yaralıdır: yara rengi nasıl olar?

**Evlerinin dalı tepe,
Yağış gelir sepe-sepe,
Oyadıram öpe-öpe.
Üçtelli, dördtelli, beštelli durnam!
Sen haralısan, haralı, durnam?
Ovçu elinden yaralı durnam!
Yaralı, yaralı, yaralı durnam!**

**Evlerinin dalı gaya,
Gayadan baharlar aya,
Menin yarım ağca maya.
Üçtelli, dördtelli, beštelli durnam!
Sen haralısan, haralı, durnam?
Ovçu elinden yaralı durnam!
Yaralı, yaralı, yaralı durnam!**

(Azerbaycan türküsü)

SESİN ONUNCU RENGİ: Bagi, yani ebedi galan rengdir: ruhun sesi gibi ebedidir: daima bizi kendimize doğru aparar: dahilde olan bütün gizlinleri aşkara çıkarar ve görülmesine ve duyulmasına lüzum olmayan aşkarları da gizleder. İten sesler gayıdarmı? Gayıdar. İten ümidler de gayıdar, amma gerek gulağın eşide o sesi. Kar olmamag üçün eşitmeye mehkumug.

Kor olmamak üçün de görmeye mecburuk.

Sene dönmeye mecburuk, Sesim benim! Seni görmeye mecburuk, Sesim benim! Sesi göre bilmirik-demeyin. Eşidirsense, göre bilirsın.

Sarı gelin.

(Azerbaycan-Erzurum türküsü)

Saçın ucun hörmezler,

Gülü sulu dermezler, Saarı gelin!

Bu sevda ne sevdadır,

Seni mene vermezler;

Neynim, aman-aman,

Neynim, aman-aman? Saarı gelin!

Bu derenin uzununu,

Çoban, gytar quzununu, guzununu!

Ne ola, bir gün görem

nazlı yarın üzünü. Üzüünü!

Neynim, aman-aman,

Neynim, aman-aman? Saarı gelin!

Aşg eller ayrısı,

Şana teller ayrısı, ayrısı.

Bir gününe dözmedim,-

Oldum iller ayrısı!

Neynim, aman-aman,

Neynim, aman-aman? Saarı gelin!

Sarı Güneğin en zerrin renglerinden biridir: istisi var; heraeti kendindeki zerrelere dendir: Mavi Gökler rengi ile kovuşup. Türkün heraretili sesinin bir rengidir: Türkün sesinde aydınlık rengidir; aydınlığın yüz-yüz renkleri vardır. Yer yüzerinde bütün aydınlık renkleri Türkün ezemet renkleridir: türkün himayesinde olan renklerdir. Yerler ve Gökler Türk renklerine boyandığı miülliklerin içini ve çölünü, Yerini ve Gökünü: Batnı ve Doğunu, Güneti ve Guzeyi bir Gübbe altında hifz eden reng olup. Biz o renklerin seslienen sesi, cüşan deryası, akdıkca etrafları aydınladan nurun renkleri-yık.

Biz Yerlerin sema türküsü, semanın sesle aydınlaşan türküsüyük; semaları aydınladan ışıklar bizim varlık ışıklarımızdır.

Daha Bir türküden seslenmeye kulag verin. “Dağbaşı türküsü” adlanır bu türkü:

Amman, amman, çiçek dağı delle,

Varmı sana zararım?

Bu günemiydi sennen gavlı gararım?

Dünyayı gezsem yohtur senin gibi ayarım.

Yohtur yalan dünyanın mefası,

İnsan olan insanın vardır başında

gönüller sevdası.

Ben de bildim, bu aşkın belası,

Halimden bilen insan olmalı.

Kara elifler üstünde mimler,

Şu garşiki dağlarda zulumlar inler.

Benim kalbimdeki sensin, emme

Senin kalbinde kimler var?

(Kastomonu türküsü. Söyleyen: Mustafa Çınar, Daday). Caferoğlu A. Anadolu ağızlarından toplamalar. II Baskı. Ankara Üniversitesi Basım Evi: 1994, seh. 32-33).

Sesin Sesinin arkasınca akıp güdürük bu “Dağbaşı türkü”sünün ve daşlanırık- ucalara çekip aparan seslerin bir dağ nuru var renginde.

Sesimiz dağlardan akıp gelen şelale gibidir: yere yaklaştıkca zerreleri artar, artıkca sepelener. Sepelendikce parlayar, parladıkca inci-inci nurlar gibi nur seper, nur sepdikce nurlanar: heyat nurlanar: ışıkların nurunu,

nurun nurunu kimsenin söndürməyə gücü yetmez! Gücünüz güttükce daha da güclənsin, Sesiniz gittikce daha da sələnsin! Amin! Ya rabbel-alemin!

NƏTİCƏ OLARAQ:

Xalq türkələrində hərəkətdə olan üslub- xalq ruhudur. Fonoloji və söz ifadələri halk ruhunun poetik ruhdur, səsli ruhdur: Ses bizim içimizdə yaşayır, biz de sesimizin içində. Habele: biz ruhumuzun içində yaşayırıq, ruhumuz da bizim içimizdə.

Bu halda deyə bilərik ki, biz sesimize benzeyirik, sesimiz de bize benzeyir; tanışlarımızın üzünü görmeden sesi ilə onu tanıya bilərik. İnsan sesini ahenge, avaza salıb türkə-şergi (şarkı)- mahnı yaradıb. Türk milleti Türkələrini ses sihri ilə yaradıb və bu ses sehri ilə özünün kimliyini ifadə edib; kederini, sevincini, sevgisini, həsrətini, nəsəlini, vügarını və hünərini, edeb-erkanını, bir sözle, dahilində ne gizlinlər varsa, həpsini türkələrlə söyləyib.

Türkələrdə Ses həmişə canlıdır. Hem de Ses mürğü döyər öz içində. Səsin canlı olması onun varlıq ələmetidir; varlıqda varlığı da var səsin. Bu onun görünümünə has olan ələmetdir. İnsanın ehvali-ruhiyyəsi, rəngi səsinə bağlı rənglər alır. Her rəng öz varlığında yatar. **Səsin birinci ələmeti** onun **özünəxas olması rəngidir**: bütün səslər öz içində **mürğü döyər**. Səsin mürğüsü dərdin, kəder və gəmin oyanışıdır.

Biz sesimizin rəngi içərisindəyik. Sesimiz bizim iç (dahili) və dış (harici) rənglərimizin ifadə məzmunlarıdır. Səsin rəngləri özü özünü yaradır, özü özünü cilalayır...

Asta səsin, yüyrek səsin; səsli səsin, sessiz səsin; artan səsin, azalan səsin; tək səsin-teklenmiş səsin; köşə səsin, köşkülu səsin kimi səs növləri və sihirləri var türkələrin akarında . Akar sular Dəryaya qovuşar.

KAYNAKLAR

1. Kur”ani-Kerim
2. Azərbaycan Folkloru Antologiyası. İki cildde. Birinci kitab. Bakı- 1968, seh.32-33.
3. Azərbaycan Halk Mahnıları. Bakı, 2005.
4. Caferoğlu, Ahmet. Anadolu Dialektolojisi Üzerine Malzeme. C.I. ankara, 1994, seh.40.
5. Caferoğlu, Ahmet. Sivas ve Tokat İlleri Ağızlarından Derlemeler. II Baskı, Ankara, 1994.
6. Caferoğlu A. Anadolu ağızlarından toplamalar. II Baskı. Ankara Üniversitesi Basım Evi: 1994, seh. 32-33.
7. Caferoğlu Ahmet. Anadolu İl Ağızları, II bask Ank.1995, s.81.
8. Caferoğlu Ahmet. Anadolu Ağızlarından Derlemeler. Van, Bitlis, Muş, Karaköşe, Eskişehir, Bolu ve Zonguldak Ağızları. Ankara, 1995.
9. Caferoğlu, Ahmet. Güneydoğu İllerimiz Ağızlarından Toplamalar. Ankara, 1995.
10. Ezimli, Ebülfazl Tahiroğlu. Folklor Cilası: Poetik hereket. Nahçıvan, “Mekteb”. 2008.
11. Əzimli Əbülfəz. Linqivistik nəzəriyyə və poetika. II Kitab. Səsin təbiəti və məna poetikası. Əsərləri 100 cildə, II cild. Naxçıvan, 2021

LİŖQİVİSTİK POETİKA:TƏLƏFFÜZ VƏ İFADƏ TƏRZİNƏ GÖRƏ SƏS YAYIMLARI VƏ SÖZ GİZLİNLƏRİ

Google Akademik, Prof. Dr. ƏBÜLFƏZ TAHİR ƏZİMLİ

ORCID: 0009-0001-1327-3425

ezimliebulfez@yahoo.com.tr Google Akademik, Dünya Sülh Səfiri; Nobel Prize & India- Birliyinin Yönetici üzü; Qlobal Yazarlar Akademiyası üzü-Hindistan; Türk Dünyası Vətəndaşlığı və Eytimçilər Birliyi üzü-Bişkek; TÜRKSOY üzü; Mery`s Ange`ls Internacional Qroup üzü; Poetas Intergalácticos- üzü; World Peace Literature Academy-nin yönetici üzü; Saib Təbrizi Elm Mərkəzinin üzü; Azərbaycan Yazıçılar Birliyinin üzü; Naxçıvan Dövlət Universiteti; BÜTÖV AZERBAYCAN

ÖZƏT

Tədqiqin elmi xarakteri: linqivistik strukturlarda səsdə səs, sözdə söz, mənada mənə aşkarları üzrə anlatma. Dilin qrammatik və sintaktik strukturu səs, söz və səs birləşmələrindən, söz birləşmələrindən və onlar arasındakı rabitə kontekstindən ibarətdir. Bu strukturun linqivistik mənşəyində üç başlıca fiqur vardır: 1)səs; 2)söz; 3) cümlə.

Əslində iki yaradıcı amil var: 1- səs amili və 2- söz amili. Bu ikisi daxilində isə bir vacib, əsaslı amil var. Hamısının yaranışı səs vahidinə bağlıdır. Mövcud olma üçün səsin varlığı əsas rol oynayır. Dildə Səsdən Cümləyə doğru kompozisiyalı, silsiləvi bir dialektika mövcuddur. Bu baxımdan, Xalq danışığında səslərin və sözlərin, cümlələrin məxsusi linqivistik hərəkəti vardır. Bu hərəkət xüsusi -fonetik, qrammatik, leksik-semantik vahidlər bağlılığından, zəncirvari reaksiyalardan ibarətdir.

Səsin və sözün rabitə yaratmaq funksiyası söz birləşməsi və söz rabitələşməsinə xidmət edir. Bu səs-li törəmədə söz birləşmələrinin də xüsusi çəkisi vardır. Çünki, hər şeydən əvvəl, söz və söz birləşmələri mənaları idrak mənzilinə doğru çəkib aparır, cümlə strukturunda qovuşuq yaradır,—fikir ifadə edir sözün fonetik mənşəyi: söz səslərdən əmələ gəlib; lakin hər səs tək, yaxud səs yığını söz demək deyil, mənalı səslər, mənaların nizamını yaradan səslər, ailə səsləri, birlik səsləri, yatıma gələn gələn səslər söz yaradır.

Səslər bütün millətlər üçün eyni mənşə və mənbədir: insanın danışma üzlərinin potensialına əsasən yaranmış və sabitləşmiş tərkib cinsidir;

o səslərdən istənilən qədər, istənilən formada sözlər yaratmaq mümkündür: dünya dillərinin mənşəyində o dəyişməzdir: yəni dünya dilləri səs mənşəyinə görə bir ailəyə mənsubdur: səslər tək-tək cildlənib.

Eyni səslərlə müxtəlif mənaları ifadə edən insanlar sözlərin mənə anamlarına görə fərqli dillərdə danışılar; bu mənada, sözün səs cildi, səs tərkibi insanın millii-psixoloji, fərdi-psixoloji xarakterinə görə həm xüsusi, həm də ümumi; lakin sözün mənası öz atributuna bağlıdır:

söz atributları səs atributları deməkdir:

səs atributları dəyişməz olduğu halda, səslərin mənə yaratmaq funksiyasına görə fərqləndirmək xisləti vardır:

bu, milli-genetik mənsubluğa görə təzahür edir. Beləliklə, bu təzahüretmə sözlərin mənə tiplərin əsasında baş verir.

AÇAR SÖZLƏR: Linqivistik poetika; Dilin səs və söz vahidləri; Dilin mənə və ifadə vahidləri.

POETICS: SOUND UTTERANCES AND WORD HIDDENNESS BASED ON PRONUNCIATION AND MODES OF EXPRESSION

Google Akademik, Prof. Dr. EBÜLFƏZ TAHİR EZİMLİ

ABSTRACT

Scientific nature of the study: an exposition regarding the manifestations of sound-within-sound, word-within-word, and meaning-within-meaning within linguistic structures.

The grammatical and syntactic structure of language consists of sounds, words, sound combinations, phrases, and the context of the connections between them. There are three primary elements in the linguistic origin of this structure: 1) sound; 2) word; 3) sentence.

In essence, there are two creative factors:

1) the sound factor and 2) the word factor. Yet, within these two lies one crucial, fundamental factor: the genesis of all of them is tied to the sound unit. The existence of sound plays a pivotal role in their very being.

A compositional, sequential dialectic exists in language, progressing from sound to sentence. In this regard, there is a distinct linguistic movement of sounds, words, and sentences within colloquial speech. This movement consists of the interconnection of specific units—phonetic, grammatical, and lexico-semantic—and of chain reactions.

The communicative function of sound and word serves the formation of phrases and the linking of words. Phrases also play a significant role in this vocal formation. For, above all, words and phrases draw meanings toward the realm of comprehension and create cohesion within the sentence structure—expressing a thought.

Consider the phonetic origin of the word: a word is formed from sounds; yet not every individual sound or cluster of sounds constitutes a word. Rather, it is meaningful sounds—sounds that establish an order of meaning, sounds that unite and harmonize—that give rise to a word.

Sounds share a common origin and source across all nations; they constitute a category of elements that emerged and stabilized based on the capabilities of human speech organs. From these sounds, it is possible to create words of any form and quantity.

In terms of the origins of the world's languages, this element remains constant—meaning that all languages belong to a single family regarding their phonetic roots; the sounds themselves are universally established building blocks.

While utilizing the same sounds, people have spoken different languages based on the specific meanings attributed to words; in this sense, the phonetic form—the sound composition—of a word is simultaneously unique and universal, shaped by both national-psychological and individual-psychological characteristics.

However, the meaning of a word is linked to its attributes—specifically, its phonetic attributes; while these phonetic attributes remain constant, the sounds possess a distinctive quality regarding their function of generating meaning, a quality that manifests based on national-genetic affiliation. Thus, this manifestation occurs at the level of semantic types of words.

KEYWORDS: Linguistic poetics; Phonetic and lexical units of language; Semantic and expressive units of language.

GİRİŞ

Tədqiq-Təhlilimizin məna və ideya, Poetika içərikləri: Linqvistik poetika; Dilin səs və söz vahidləri; Dilin məna və ifadə vahidləri.

Dilin qrammatik və sintaktik strukturu səs, söz və səs birləşmələrindən, söz birləşmələrindən və onlar arasındakı rabitə kontekstindən ibarətdir. Bu strukturun linqvistik mənşəyində üç başlıca fiqur vardır: **1)səs; 2)söz; 3) cümlə.**

Əslində iki yaradıcı amil var: 1- səs amili və 2- söz amili. Bu ikisi daxilində isə bir vacib, əsaslı amil var. Hamısının yaranışı səs vahidinə bağlıdır. Mövcud olma üçün səsin varlığı əsas rol oynayır

Dildə Səsdən Cümləyə doğru kompozisiyalı, silsiləvi bir dialektika mövcuddur. Bu baxımdan, Xalq danışığında səslərin və sözlərin, cümlələrin məxsusi linqvistik hərəkəti vardır. Bu hərəkət xüsusi -fonetik, qrammatik, leksik-semantik vahidlər bağlılığından, zəncirvari reaksiyalardan ibarətdir.

Səsin və sözün rabitə yaratmaq funksiyası söz birləşməsi və söz rabitələşməsinə xidmət edir. Bu səs-li törəmədə söz birləşmələrinin də xüsusi çəkisi vardır. Çünki, hər şeydən əvvəl, söz və söz birləşmələri mənaları idrak mənzilinə doğru çəkib aparır, cümlə strukturunda qovuşuq yaradır,—fikir ifadə edir sözün fonetik mənşəyi: söz səslərdən əmələ gəlib; lakin hər səs təki, yaxud səs yığını söz demək deyil, mənalı səslər, mənaların nizamını yaradan səslər, ailə səsləri, birlik səsləri, yatıma gələn gələn səslər söz yaradır.

Səslər bütün millətlər üçün eyni mənşə və mənbədir: insanın danışma üzlərinin potensialına əsasən yaranmış və sabitləşmiş tərkib cinsidir; o səslərdən istənilən qədər, istənilən formada sözlər yaratmaq mümkündür: dünya dillərinin mənşəyində o dəyişməzdir: yəni dünya dilləri səs mənşəyinə görə bir ailəyə mənsubdur: səslər tək-tək cildlənib.

Eyni səslərlə müxtəlif mənaları ifadə edən insanlar sözlərin məna anlamlarına görə fərqli dillərdə danışılar; bu mənada, sözün səs cildi, səs tərkibi insanın millii-psixoloji, fərdi-psixoloji xarakterinə görə həm xüsusi, həm də ümumi;

lakin sözün mənası öz atributuna bağlıdır: söz atributları səs atributları deməkdir: səs atributları dəyişməz olduğu halda, səslərin məna yaratmaq funksiyasına görə fərqləndirmək xisləti vardır: bu, milli-genetik mənsubluğa görə təzahür edir. Beləliklə, bu təzahüretmə sözlərin məna tiplərin əsasında baş verir.

1. TƏLƏFFÜZ VƏ İFADƏ TƏRZİNƏ GÖRƏ DİLDƏ-NİTQDƏ SƏS YAYIMLARI VƏ SÖZ GİZLİNLƏRİ

Tədqiqimizin elmi xarakteri: linqivistik strukturlarda səsdə səs, sözdə söz, mənada məna aşkarları üzrə anlatma. Dildə Səsdən Cümləyə doğru kompozisiyalı, silsiləvi bir dialektika mövcuddur. Bu baxımdan, Xalq danışığında səslərin və sözlərin, cümlələrin məxsusi linqivistik hərəkəti vardır. Bu hərəkət xüsusi -fonetik, qrammatik, leksik-semantik vahidlər bağlılığından, zəncirvari reaksiyalardan ibarətdir. Bu zəncirvari hərəkət bağlılığını aşağıdakı biçimlərdə ifadə etmək olar:

Səs (bərabərdir)=səs vahidinə: yəni “o” səsi = “o” səs vahidinə: burada “o” özü bir tərkibdir.

Səs+səs = səs birləşməsinə və sözə:

Yəni, 0 + t = ot

Səs+səs+səs=bərabərdir səs kompleksinə = bərabərdir söz tərkibinə= bərabərdir mənaya:

Yəni, y+ a+ y= yay kompleksi=söz=leksik məna:

+ omonim məna:

yay: - Ox yaydan çıxdı;

yay: - Yay gəldi;

yay(maq): - Otu yay;

Süfrəni yay—“Ogul atadan görməyincə süfrə yaymaz” (Dədə Qorqud).

Səs+səs+səs= bərabərdir səs birləşmələrinə= bərabərdir sözə+səs+səs= bərabərdir yeni sözə:

Yəni, y +a + y = bərabərdir yay + l + a = bərabərdir yayla + səs(q) = bərabərdir yaylaq: bu, səs və söz yaradıcılığıdır.

Səs+səs+səs = bərabərdir söz+söz = bərabərdir söz birləşməsi+şəkilçi (predikatlılığı yaradan şəkilçi) = bərabərdir məna= bərabərdir cümlə = bərabərdir fikir.

Beləcə, Silsilənin tərkibi müxtəlif olur və nə qədər müxtəlif olur-olsun səsle-sözlə başlayır fikirlə tamamlanır; deməli, birinci səs-sözdür, sonuncusu fikir.

Dilin qrammatik və sintaktik strukturu səs, söz və səs birləşmələrindən, söz birləşmələrindən və onlar arasındakı rabitə kontekstindən ibarətdir. Bu strukturun linqivistik mənşəyində üç başlıca fiqur vardır: 1)səs; 2)söz; 3) cümlə.

Əslində iki yaradıcı amil var:

1- səs amili və 2- söz amili.

Bu ikisi daxilində isə bir vacib, əsaslı amil var. Hamısının yaranışı səs vahidinə bağlıdır. Mövcud olma üçün səsin varlığı əsas rol oynayır: “söz səslər əsasında, söz birləşməsi isə sözlər əsasında yaranır, söz cümlə üçün olduğu kimi, söz birləşməsi üçün də tikinti materialıdır”. (Seyidov Yusif. Azərbaycan dilində söz və söz birləşməsi. Əsərləri, on beş cildə, 1 cild. Bakı: 2006, səh. 52).

Səsin və sözlərin həm ayrı-ayrılıqda, həm də birlik, vəhdət halında tərkib və tərkiblər yaratması cümlənin əmələ gəlməsi üçün ilkin şərtidir.

2. TƏLƏFFÜZ VƏ İFADƏ TƏRZİNƏ GÖRƏ SƏS YAYIMLARI VƏ SÖZ GİZLİNLƏRİ ÜZRƏ AŞKAR VƏ GİZLİ İŞARƏLƏR

Səsin və sözün rabitə yaratmaq funksiyası söz birləşməsi və söz rabitələşməsinə xidmət edir. Bu səs-li törəmədə söz birləşmələrinin də xüsusi çəkisi vardır. Çünki, hər şeydən əvvəl, söz və söz birləşmələri mənaları idrak mənzilinə doğru çəkib aparır, cümlə strukturunda qovuşuq yaradır,—fikir ifadə edir. Digər bir tərəfdən, Yusif Seyidovun sözlərilə desək:

“söz birləşməsində dilin qrammatik quruluşunun mənzərəsi əks olunur. Dildə olan bir sıra kateqoriyalar (nitq hissələri və onların xüsusiyyətləri, hal, kəmiyyət, mənsubiyyət, təsirlilik və təsirsizlik, müəyyənlik və qeyri-müəyyənlik, sözlərin sırası və s. söz birləşmələrində öz əksini tapır” (Seyidov Y.səh 12).

Sözlərlə söz birləşmələrinin qarşılıqlı əlaqəsi cümlənin hasilə gəlməsi üçün əlamət rolunu oynayır; ona görə ki, “sözlər söz birləşmələrində konkret məna alır, öz növbəsində söz birləşmələrinin forma və mənası onu əmələ gətirən sözlərin leksik mənalarını izah edir” (Seyidov Y. səh.13).

Semantik, leksik-qrammatik baxımından Söz, ümumilikdə, özünəxas mənşə tipizminə malikdir. Bu qrammatik-poetik mənşə, əsasən, dörd funksional xassədən və vəzifə əlamətlərindən, ifadə növündən ibarətdir:

- 1) sözün fonetik mənşəyi: söz səslərdən əmələ gəlib;
- 2) lakin hər səs tək, yaxud səs yığını söz demək deyil, mənalı səslər, mənaların nizamını yaradan səslər, ailə səsləri, birlik səsləri, yatıma gələn gələn səslər söz yaradır.

- 3) Səslər bütün millətlər üçün eyni mənşə və mənbədir: insanın danışq üzvlərinin potensialına əsasən yaranmış və sabitləşmiş tərkib cinsidir; o səslərdən istənilən qədər, istənilən formada sözlər yaratmaq mümkündür:
- 4) dünya dillərinin mənşəyində o dəyişməzdir: yəni dünya dilləri səs mənşəyinə görə bir ailəyə mənsubdur: səslər tək-tək cildlənib.
- 5) Eyni səslərlə müxtəlif mənaları ifadə edən insanlar sözlərin məna anamlarına görə fərqli dillərdə danışblar; bu mənada, sözün səs cildi, səs tərkibi insanın millii-psixoloji, fərdi-psixoloji xarakterinə görə həm xüsusi, həm də ümumi;
- 6) lakin sözün mənası öz atributuna bağlıdır: söz atributları səs atributları deməkdir: səs atributları dəyişməz olduğu halda, səslərin məna yaratmaq funksiyasına görə fərqləndirmək xisləti vardır: bu, milli-genetik mənsubluğa görə təzahür edir. Beləliklə, bu təzahüretmə sözlərin məna tiplərin əsasında baş verir.
- 7) sözün morfoloji mənşəyi: söz ayrı-ayrı nitq vahidləridir; bu nitq vahidləri kökdən, əsasdan və kökə-əsasa qoşulan morfemlərdən ibarətdir;
- 8) sözün leksik-semantik mənşəyi: söz mənədir; mənənin bütün çalarlarını yaradan, əmələ gətirən nitq vahidi—kəlimədir;
- 4) söz bilavasitə sintaktik mənşəyə xidmət edir: bütün sintaktik tərkiblər sözlə hasilə gəlir, söz- sintaqmlardan törəyir.

Bütün bunlara nəzərən belə bir nəticəyə gəlmək olar ki, Linqivistik simasına görə söz, səs tərkibi, cümlə, cümlə tərkibi mənşə baxımından, əsasən, iki konstruktiv səciyyə daşıyır:

- 1) nəzəri-qrammatik səciyyə;
- 2) tətbiqi- praktik səciyyə.

Ümumiyyətlə, Sözün qrammatik səciyyəsi onun struktur simasını, işarələr sistemini təsbit edir.

Sözün praktik mənası onun nitqdə-- tətbiqi-praktiki məna istər şifahi, istərsə də yazılı nitqdə işlənmə tezliyindən, məna və məzmunundan ibarətdir.

B) Səs cinsləri: Səs Sözü, Nitqin Ruhudur.

Bədii-poetik simasına görə, Səs – funksiyadır, ruhun funksional ifadə stilidir. Onun funksiyası Nitq psixologiyasının daxili və xarici varlığıdır. Bu funksiyaya *görə səs cinsdir-dilin, nitqin psixoloji cinsidir.* Burada onu söyləyə bilərik ki, səs linqvistik semantikanın birinci cinsidir. *Və Səs cins olmaqla, özü də müxtəlif cinslərdən-növlərdən ibarətdir.*

Bu anlamda demək olar ki, səs öz cinslərini-növlərini yaratmışdır. Bu cinsləri aşağıdakı kimi təsnif etmək olar; **zərif səs, akustik səs, eşidilməyən (insan üçün) səs, gurultulu səs, hökümlü səs, həyacanlı səs, təlaşlı səs, avazlı səs, ritmik səs, dalğalı səs.**

Bu səs tiplərinin hamısı xalq yaradıcılığı janrlarında vardır. Səs müxtəlifliyi janr müxtəlifliyini təzahür etdirmişdir. Məsələn, Nağıllar ritmik, dalğalı, həyacanlı səslə başlayır: “Biri var idi, biri yox idi....”

Nəğmələr akustik- dalğalı səslə başlayır; məsələn:

**Qonşu qızı Püstədi,
Gümüş kəmər istədi.**

Səs rəngləri:

qo, qı, n, zı, p, ü, s, t, d ;

gü, m, üş, kə, mə, r, s, t, d

**Gümüş kəmər Gilanda,
Filan oğlu filanda.**

Səs rəngləri:

G, k, ü. ə, g, a, n. d, a: Gilanda

F, l, a. n, oğ, lu-fi, lan, d, a: filanda

Filanı ətəklədim,

Bal verib pətəklədim.

Səs rəngləri:

Pətək dolu arıymış,

Qanadları sarıymış.

Səs rəngləri:

Qanadlanıb üçdular,

Qap-bacanı açdılar.

Səs rəngləri:

Qap-bacalar qızılı,

Gümüş kəmər düzülü.

Səs rəngləri:

Düzülüdən götürdüm,

Qonşu qıza gətirdim.

Səs rəngləri:

Qonşu qızı Püstədi,

Əmri gözüm üstədi

(Azərbaycan folkloru. S.38-390).

Səs rəngləri:

Beyitlərin hər birinin ayrə-ayrılıqda sonuncu üç hecası səsləniş, ritm baxımından bir təqt üstündə qurulub, bu, poeziya ritminin şəkil-forma tərzidər. Bunlar təsadüfi, sözgəlişi qafiyə-bağlantılar deyil, məzmunun içərisindən doğur: Qonşu qızı Püstənin vəsfinə qoşulmuş düzgüdür.

Burada oynaq, aktiv səslər hansılardır? Sözsüz ki, ahəngtutmada, mənəyərətətmə, təsvir və təsirdə daha artıq rol oynayan səslər. Bunlar aşağıdakılardır: *o, a, ı saitləri; g, q, p, n, d samitləri.*

Laylalar avazlı, həzin, ruhu sıgallayan səslə ritm tapıb:

**Laylay dedim, yat, bala,
Yuxuna şəkər qat, bala,
Ümidim bircə sənsən,
Boya-başa çat, bala.**

Aktiv səslər: l, d, b samitləri; a saiti.

Atalar sözləri ağırlıq, təmkin ifadə edir:

**At almamış axurun çəkir.
At almamış noxta davası edir.
At var—ot yoxdur, ot var—at yoxdur.
Məscid hazır olmamış kor əsasını dayayır.
Ac toyuq yuxusunda darı görər.**

Aktiv səslər: a, o, u saitləri; t, m, r, y samitləri.

Tapmacalar artan-azalan, azalan-artan səs ağırlığı üstündədir:

**Qara qatır,
Bədlük satır,**

Səs rəngləri: qa, -ra, -tır, -sa, -d, -a.

**Gecə gəzir,
Gündüz yatır (Bayquş).**

SƏS rəngləri: g, ge, gə, c-z, zir, ün, ünd, düz-üz; ya, tır, tr, a.

**Üzü ala.
Yeri tala.
Para-para,
Qəlbi qara (Lələ).**

Bu tapmacalarda Səs izləmi mənanı gizlətməyə xidmət edir. Rikmik yayındırma fikrin gizlədilməsində lirik cəlbedicilik yaratmışdır. Bu parçalarda səslər azdır, lakin təsir çoxdur: burada Aktiv səslər: *q, t, g, r* samitləri və *a* saitidir.

Dastanlar da səs genişliyinə--səbr, təmkin, həyəcan, həsrət, güc, inam, iradə səslərindən ibarət dialektik takta malikdir.

Səsin cins kateqoriyası üzrə ilkin, ən kiçik hissəsi, cinsi — fonemdir. Kazan universitetinin professoru, dilçi İ.A.Boduenom de Kurtenə görə fonem “dilin səslərinin psixi ekvivalentidir” (Korepcina V.A.Veqenie v əzika vedenie. İzq. Moskovenovoqo Uni versiteta, 1979, str.39).

Bütün bunlar cəm halda linqivistik-fonetik psixologiyanın fəlsəfi əlamətlərindəndir. Bütövlükdə, səs-- ilkin olaraq, linqivistikanın fonoloji sistemini təsbit edən amildir.

Səslər sözlə mənalandır. Oljes Süleymenovun sözlərilə desək, “Elm qəti sübut edib ki, söz zamanın sınağından çıxıb bilmir. Söz inkişaf edir, bəzi səslərini itirir, təzələrini tapır, mənasını dəyişir. Zaman yerində saymır, dil də həmçinin, o daim hərəkətdədir” (O.Süleymenov. Az-Bakı: Azərnəşr, 1983, 303səh, səh.162).

Sözlər dəyişilirsə, ilkin olaraq, səs cildlərinə görə dəyişilir: *od – odun - oda – oyun – qoyun - soyun-boyun* və s.

Bəs səslər necə, öz məxrəcini, cinsini dəyişirmi? Məsələn, o, u, e, ə, i, ö, ü, j, k, g, l, m və s. səslər öz funksiyalarını yerinə yetirməklə tarixi inkişaf, dəyişmə sürəclərində cildlərini soyunurmu? Başqa, yeni cildlər geyirmi? Əlbətdə, burada “səslər dəyişilir” hökmünü verə bilmərik. Səslər-dəyişməkdir. Səslər sıxışdırıla bilər, məsələn, çağdaş Türkiyə türkcəsində ə, x, səsləri kimi. Lakin səs mövcudluğunu həmişə davam etdirib.

3. NAĞILLARDA. TƏHKİYƏ DİLİNDƏ SƏSİN SƏSİ, SÖZÜN SÖZÜ, MƏNALARIN MƏTNALTI VƏ MƏTNÜSTÜ AŞKARLARI

Səs təkcə lirik qoşqu-düzgünlər üçün deyil, nağıl-əhvalat söyləmi üçün də xarakterikdir: səs düzümlü, səs axarı, səs yatımı, dalğa, ləpə, ahəng, ritm, təqt nağılların da canı, ruhu, varlığıdır; səs nitqi hərəkətə gətirir, nağılçının deyil, əhvalatın dinamizmini canlandırır. Bu tərz, üsul, söyləmə nağıl nitqinin poetikasını xarakterizə edir. Nağıl nitqində Səs və Söz bir-birini hərəkətə gətirir, sanki dinləyici də əhvalatın, hadisənin hərəkəti içərisində olur. Aşağıdakı parçada bunu aydın şəkildə sezmək olar:

“Bəli, oğlan geyinib-keçinib, qılınc, nizə götürüb, yol tədarükü görüb mindi ata. Ayaq üzəngidə, diz qabırğada, günə bir mənzil, teyyi-mənzil, orda aynan, günənən, burda müxtəsəri dilinən, dərələrdən sel

kimi, təpələrdən yel kimi. Badəyi-sərsər kimi, gəlib çıxdı yeddi yolun ayrıcına, gördü bir qoca abid yorulub, yolun qırağında bir qara daşın üstündə oturub nəfəsini dərir” (“Bənibaş şəhərinin sirri”).

Burada səsə, sözə, nəqlə hərəkət, nizam taktı verən hansı səslərdir? Səslər cinsinə görə iki dalğalıdır.

Birinci səs dalğası üzrə səslər: b, d, i;

İkinci səs dalğası üzrə səslər: a, ə, n, l, r.

Göründüyü kimi, səslər özü özünü hərəkətə gətirir: bu, sözü, mənanı, fikri, əhvalatı hərəkətə gətirmək deməkdir: burada səslər canlı və dramatikdir. Cinsinə görə səslər azdır. Deməli, az səsle hərəkət yaratma bədii ifadə təqtinə görə nağılların ilkin əlamətlərindəndir.

Bu səs axarında səslər də qaçır, sözlər də;

at da qaçır, sərsəri külək də;

dərələr-təpələr də qaçır, çöllər, çaylar, yollar da.

Sanki bir təngənəfəslik yaranıb və bu təngənəfəsliyin özündə sakit, eyni zamanda sürətli, davamlı bir hərəkət poetizmi vardır; bu, nağıllara məxsus olan ruhun ifadəsidir.

Ümumiyyətlə, Türk dili – səsli dildir. Onun səs incəliyi söz, məna, fikir incəliyinə zəmin yaratmışdır.

Məmmədağa Şirəliyev sait səsləri tələffüz, səs çalarları, xalq danışığı nitqinin incəliyindəki variantlar üzrə üç bölgə üzrə təsnif edir.

Deyiliş yerlərinə, yəni dilin ifadə vəziyyətinə görə saitləri “önsıra” və “arxa sıra” deyərək iki yerə bölən tədqiqatçı hər səsə görə onun uzunluq silsiləsini də təqdim etmişdir.

önsıra saitləri xüsusi çalara malikdir: tədqiqatçı “i” səsının dörd uzanma çalarını göstərir: i (i, i, i, i),

“e” səsının isə adi və uzun norması var: e (e);

“ü” önsıra saiti kimi 3 uzun çalarda təqdim edilir: ü (ü, ü, ü);

“ə” səsının da bir adi, üç uzun çaları var: ə (ə, ə, ə), ö (ö);

arxasıra saitləri çoxçalarlıdır; məsələn “a” səsının öz daxilində əlavə 3 çaları var: a (a, a, a);

“ı” səsi ən çox səs çalarına malikdir: ilkin səsindən əlavə onun 5 tip ifadə çaları var: ı (ı, ı, ı, ı, ı);

“o” səsi öz məxrəcindən əlavə 3 çalarlı göstərilir: o (o, o, o);

“u” səsi kimi, “ü” səsının da özündən əlavə 5 ifadə çeşidi var: u (u, u, u, u, u).

Ağız boşluğunun vəziyyətinə görə saitlər açıq və qapalı olur.

Açıq və qapalı saitlər üzrə çalarlar:

açıq saitlər “a”, “ə”, “o” özündən başqa üççalarlı, “ö” səsi isə özü ilə bərabər iki çalarlı kimi təqdim edilir:

a (a, a, a),

ə (ə, ə, ə),

o (o, o, o),

ö (ö);

qapalı saitlər də M.Şirəliyevin təsnifində uzunsəsli çalarları ilə fərqləndirilir: ı (ı, ı, ı, ı, ı),

ı (ı, ı, ı, ı, ı),

u (u, u, u, u, u),

ü (ü, ü, ü),

e (e).

Məlum olduğu kimi, dodaqların vəziyyətinə görə saitlər iki növdən ibarətdir: 1) dodaqlanan saitlər; 2) dodaqlanmayan saitlər. Hər iki növün özünəməxsus xüsusi uzunluq çalarları vardır; məsələn, dodaqlanan saitlər üzrə: “u”-nun- özü ilə bərabər 6, “ü”-nün 4, “o”-nun 4, “ö”-nün isə 2 çaları var:

u (u, u, u, u, u),

ü (ü, ü, ü),

o (o, o, o),

ö (ö);

Dodaqlanmayan saitlərin də səs çalarları müxtəlifdir:

a (a, a, a): ahaaaa!

ə (ə, ə, ə, ə): bəh-bəəəəh!

ı (ı, ı, ı, ı, ı): dayıııı!

ı (ı, ı, ı, ı): bibiiiii!

e (e): de, sel.

Məmmədəğa Şirəliyev bu variantlığı “dialekt və şivələrimizin vokalizm xüsusiyyətlərindən biri” (, 23) kimi xarakterizə edir.

Eyni səsin-saitin çox incə ifadə-tələffüz çalarları vardır: bu səsin özündə olan, özündən yaranan, özünü nizamlayan çalarlarıdır; çoxçalarlıq səslərin özünəməxsus, normal ifadəsinə aid olan poetika mövcudluğudur: bu mövcudluqda var olan hər şey *səsin əsəridir*.

Səs—nəfəsdır: nitq nəfəsidır: canlılığı, var olmanı bildirir; bu, özündə var olmadır.

Səs səs üstündə uclar.

Səs dalğalı olar; dalğalı olduğuna görə, qulağa gedib çatır.

Səs daş kimi deyil; daşı tullayırsan, yer çəkir özünə; səsi “tullayərsən”, səsdə--səsin özündə (havadaca) qalır.

Nitqi yaradan amil fonetik axın--səs dalğasıdır.

Səslər müxtəlif səs çalarlarına—çeşidlərə malikdir. Psixoloji, fəaliyyət, vəzifə baxımından səslərin aşağıdakı növləri vardır:

Adi səs— a, ı, o, u, e, ə, i, ö, ü: od, su, saz, ip, gül və s.

Qısa səs—ad, əl, vəl, ört qapını və s.;

Orta səs—dəl_ə, əl_ə, şəl_ə; ad_a, ba_ba, üt_ü və s.;

Uzun səs— A_dil, sa_hil, Fa_riz, ahaa, saat, və s.;

Orta uzun səs— işaarə, süvaari, saahib, nətəərsən?, görmüsəəən? və s.;

Tam uzun səs—pahoooo, eheeeey, və s.

Samitlər üzrə: cingiltili səs: od, iz, dələ, gec, gül, güldən və s.;

Kar samit səs: ot, su, çiçək, ox, ah, fal, şal və s.

Bütün hallarda dildəki-nitqdəki incəlik və zərifliklər, yaxın çalarlar, variantlar həmin sait-in-səsin, həmin samitin-səsin gücündən, səs səviyyəsindən doğan variantlardır. Saitlərdə çoxvariantlılıq səslərin uzun, yarımuzun, tam uzun ifadə xüsusiyyətlərindən ibarətdir.

Samitlərdə çoxvariantlılıq məhduddur Şamitə ikinci çalar təsadüfən gəlir və yazıda ikinci səs də qeyd edilir. Səs çalarları, variantları üzrə ən zəngin potensiala malik olan türk dili doğruluşundan (ilkin erasından) başlayaraq, bütün minilliklərdə zəngin ifadə, səs, söz, ahəng, avaz təqtinə malik olub.

Ərəb dilində də çoxnövli təqt, səs variantları vardır. Hər səsin aydın məxrəci-mərkəzi, qopma, qayıtma və birləşmə funksiyaları vardır; burada Sözü tələffüzündə səs aydınlığına xüsusi diqqət verilir. Qiraət bu tələblər üzərində qurulmuşdur. Sözlər düzgün oxunsun—tələffüz edilsin deyə, bütün hərflər səs işarələri əsasında yazıya alınmışdır:

burada səsin adi tələffüzü, səs qısalığı, səsin uzanması, səs kəsimi və b. qaydaların məxsusi işarələri vardır.

Adətən, sözlərin sonundakı səslərin qulağa tam çatması üçün ərəb dilində təkliddə tələffüz edilən sözlərin sonuna – “un” hecası (ərəbcə buna “tənvîn-damma” deyilir) əlavə edilir; məsələn: kitab+un, dəftər-un, nu:hur-un (vurğu birinci heca üzərində--gündüzlə, nuhur-un (vurğu-uzatma ikinci heca üzərində--çaylar), bərim-un (vurğu birinci hecəda—narazı), bərim-un 9uzatma-vurğu ikinci hecəda—ip, qaytan) və s.

Ərəb dilində samit səslər də ifadə çalarlarına görə müxtəlif əlamətlər daşıyır. Bu əlamətə görə ki, ərəb dilində bəzi samitlərin iki, üç qrafik işarəsi vardır. Bir xarakterik ifadə tipi bundan ibarətdir ki, bir səs özünün səs çalarlarını doğrurub, bunun özündən sonrakı səslərlə əlaqə tipinə görə müxtəlif hərflərlə ifadə edilib; məsələn:

“s” samiti üzrə bu hərflər vardır: “sin”, “sad”, “se”.

“z” samiti iki hərflidir: “zal” -- , “ze” --;

“H” samiti də səs çalarına görə iki şəkillidir: “ha” --, “he”-- .

Dilin linqvistik strukturunu, şəkil, forma, məzmun xüsusiyyətlərini, dildəki tarixiliyi, mənşə məxsusluğunu tədqiq etmək üçün səs elementlərinin, səs cildlərinin əlahiddə imkanları vardır.

Türkiyə dilçiləri 70 ildir ki, anadolu dialekt və şivələrinin (Anadolu Ağzının-Ağız) səs, ifadə çeşidlərinə görə öyrənir, təsnif edirlər. Bu baxımdan, Anadolu Ağız araşdırmaları sahəsində Ahmet Caferoğlu, Zeyneb Korkmaz, Tuncer Gülensoy, Efrasiyap Cemalmaz, Hüseyin Dalli, Ahmet Buran, Munir Erten, Kemal Edip, Emin Eren, Fatma Özkan, Emin Kalay kimi dilçilərin türk dil ağızları- şivələri üzrə təsnif-tədqiqləri çağdaş türk linqvistikası sahəsində xüsusi əhəmiyyət daşıyır.

Azərbaycan dilçiliyində yalnız Məmmədağa Şirəliyevin özünün “Azərbaycan dilinin dialektologiyası” kitabında dil şivələri üzrə mükəmməl təsnif-təhlilləri vardır.

Təəssüf ki, ondan sonra bu sahədə tədqiqlərə ehtiyac olsa da, buna o qədər də əhəmiyyət verilməmişdir. Halbuki bölgələrdən mətnlər toplayıb xüsusi fonetik, leksik, morfoloji, sintaktik və üslubi müqayisələr aparmaqla dilimizə xas olan daxili və xarici zənginlikləri təhlil-təsnif etmək olar.

Bu, çağdaş türkologiyada ümumtürk linqvistik poetikasının, nitq sisteminin öyrənilməsi sahəsində nə qədər əhəmiyyətli olardı.

Türk dilinə xas olan hərəkət sözlərin öz mənşəyindən irəli gələn dialektikadır: *“Türk sözləri öz quruluşu ilə bir növ qatari xatırladır. Kök - paravoz həmişə irəliləyir və heç vaxt öz mövqeyini dəyişmir. O, şəkilçilərə*

təsir göstərə bilir (səs keyfiyyətlərilə), lakin özü heç vaxt şəkilçilərin təsirinə düşmür” (O.Süleymanov Az-Ja, Bakı: Azərnəşr, 1983, səh.172)

Varlıq və mənsubluq baxımından, səs və söz dilin psixoloji mənşəyinin tərkibləridir. Nitq, danışq prosesində səs incəliyi ilə söz incəliyi bir-birinə bərabər şəkildə inkişaf edir, təzələnir.

Bu, dilin hər yüzillik üçün məxsusi inkişaf, tərəqqi qanunlarının əsas xüsusiyyətləridir

Beləliklə, Türk dili köklü dildir: dünya tarixinin bütün zamanlarında inkişaf etmiş, genişlənmiş, yayılmış, onlarla dilin inkişaf etməsində şərait yaratmış, ayrı-ayrı azsaylı və çoxsaylı xalqların dilini mühafizə etmiş, onlara sözlər, ifadələr, tərkiblər, qrammatik qaydalar vermişdir.

Bütün bu psixoloji və təfəkkür gerçəklilikləri türk dilinin milli mənşə xüsusiyyətlərindən irəli gəlmişdir.

NƏTİCƏ OLARAQ:

Dildə- Nitqdə Səsin və sözün rabitə yaratmaq funksiyası çoxlaylıdır. Burada ilkin və əsaslı fiqular Səs- Söz-Söz birləşməsi və Söz birləşmələri, yəni nitqləndirilməsi Nitqin rabitələşməsinə xidmət edir. Səsli törəmə- Nitqi yaradır və hərəkətə gətirir. Bu səs-li törəmədə Səs ayrıca bir Varlıq kimi, özünü təmin edir, səs səsi axtarır və onunla qovuşur. İş bununla bitmir. Düzdür, işarələr var, ancaq Səsin özü hələ məna anlada bilmir. Səs səsə qovuşur- sözlər yaranır. Sözlər öz aktiv halında özünü genişləndirə bilir. Burada söz birləşməsi- ekvivalent kimi meydana çıxır. Bu mənada, mənalar Söz birləşmələrinin və birkinlik yaradan mənaların açımında yeni hallar meydana çıxır.. Çünki, hər şeydən əvvəl, söz və söz birləşmələri mənaları idrak mənzilinə doğru çəkib aparır, cümlə strukturunda qovuşuq yaradır; məsələn, fikir ifadə edir. Nitqdə səsin səs mənşəyi, sözün söz mənşəyi dərya qovuşuğu kimi olur.

Ümumiyyətlə, Sözün fonetik mənşəyindən əlavə əlaqələr ilə yeni sözlər yaranır. Səslər başqa sözlərdə tərkib əmələ gətirir. Lakin hər səs təki, yaxud səs yığını söz demək deyil, mənalı səslər, mənaların nizamını yaradan səslər, ailə səsləri, birlik səsləri, yatıma gələn gələn səslər söz yaradır.

Səslər bir fiqur kimi sabitdir, yəni öz məxrəcinə aiddir. Bütün millətlər üçün eyni mənşə və mənbədir: lakin elə millətlər. Yaxud ölkələr varki, onlarda vacib olan səslər yoxdur.

Ümumiyyətlə, səslər və sözlər, söz birləşmələri və mənalar- insanın danışq üzvlərinin potensialına əsasən yaranmış və sabitləşmiş tərkib cinsləridir:

o səslərdən istənilən qədər, istənilən formada sözlər yaratmaq mümkündür: dünya dillərinin mənşəyində o dəyişməzdir: yəni dünya dilləri səs mənşəyinə görə bir ailəyə mənsubdur: səslər tək-tək cildlənib.

Eyni səslərlə müxtəlif mənaları ifadə etmə dilin xüsusi –məxsusi sahələrindəndir. Buna görədir ki, insanlar sözlərin mənə anamlarına görə fərqli dillərdə danışılar; bu mənada, sözün səs cildi, səs tərkibi insanın milli-psixoloji, fərdi-psixoloji xarakterinə görə həm xüsusi, həm də ümumi; lakin sözün mənası öz atributuna bağlıdır.

Burada səslər öz funksiyasını yerinə yetirir-sözləri-tərkiblər yaradır. Bu, söz atributlarında səslər, səs atributlarında sözlər kimi fonoloji və morfoloji qanunların yaranması deməkdir. Yaxud: səs atributları dəyişməz olduğu halda, səslərin mənə yaratmaq funksiyasına görə fərqləndirmək xisləti vardır. Və yaxud:

bu, genetik səciyyə daşıyır və milli-genetik mənsubluğa görə nitqin və fikrin libasları kimi fəaliyyət göstərir. Beləliklə, bu təzahüretmələr səsin və səs vahidlərinin, sözün və söz tərkiblərinin, cümlənin fikir tərkiblərini inikas etdirir. Bununla Dilin- Nitqin bütün funksional mənşələri səs-söz, cümlə-fikir-mənə kateqoriyalarını təzahür etdirir. Nitq-Dil müxtəlif cəlbədicilərin libaslarına bürünür. Bütün bunlar Səslərin və sözlərin fikir, mənə yaratmaq funksiyalarının ifadə tipləri əsasında baş verir.

ƏDƏBİYYAT

ƏZİMLİ TAHİROĞLU ƏBÜLFƏZ. Linqvistik nəzəriyyə və poetika. əsərləri, 100 cildə. II Kitab: Səsin təbiəti və mənə poetikası. Naxçıvan, “Əcəmi”, 2021.

Məmmədağa Şirəliyev. Azərbaycan dilinin dialektologiyası. Bakı, Şərq-Qərb, 2008.

O.Süleymanov Az-Ja, Bakı: Azərnəşr, 1983, səh.172)

Korepçina V.A. Veqenie v əzıka vedenie. İzq. Moskovenovoqo Uni versiteta, 1979, str.39.

Seyidov Yusif. Azərbaycan dilində söz və söz birləşməsi. Əsərləri, on beş cildə, 1 cild. Bakı: 2006, səh. 52.

DIGITAL TOOLS AND THEIR IMPACT ON STUDENTS' ENGLISH LEARNING MOTIVATION

Azerbaijan-Baku, Gunel Shefiyeva

Orcid id: 0000-0001-5105-2749

agakishiyeva.g@mail.ru

Azerbaijan State Pedagogical University, Faculty of Philology, Foreign Languages Center

KEY WORDS: Digital tools, English language learning, motivation, learner autonomy, digital education.

Motivation is one of the most important factors in successful foreign language learning. Students who are motivated are generally more willing to participate, practise English, and overcome learning difficulties. At the same time, digital technology has become an important part of students' everyday lives. Therefore, integrating digital tools into English lessons can make learning more relevant and engaging.

Digital Tools in English Learning

Digital tools include mobile applications, online learning platforms, educational videos, podcasts, virtual classrooms, and AI-based systems. These resources allow students to practise vocabulary, grammar, listening, speaking, reading, and writing in different ways.

Language-learning applications often use games, points, levels, and challenges to make learning more engaging. Online platforms allow students to study at their own pace, while videos and podcasts provide exposure to authentic English. AI-based tools can also offer conversational practice and immediate feedback.

Digital Tools and Student Motivation

Digital tools can influence motivation in several ways. First, interactive activities can make lessons more interesting and increase student engagement. Second, immediate feedback helps learners recognize their mistakes and observe their progress.

Digital technology also promotes **learner autonomy**. Students can choose materials according to their interests and study whenever and wherever they want. This sense of independence can increase their responsibility for learning.

Another important advantage is access to authentic English. Students can watch films, listen to podcasts, follow international media, and communicate with English speakers. Consequently, English becomes not only a school subject but also a practical means of communication.

Challenges. Despite these advantages, digital tools also have limitations. Students may become distracted by social media or entertainment. Not all learners have equal access to devices and reliable internet.

Furthermore, technology cannot replace effective teaching. Teachers need to select appropriate tools and integrate them with meaningful classroom activities.

AI tools also require careful use because automated feedback may sometimes be inaccurate. Therefore, students should learn to evaluate digital information critically.

Digital tools can make English learning more interactive, flexible, and motivating. They can increase engagement, support learner autonomy, provide immediate feedback, and give students access to authentic English.

However, technology alone cannot guarantee successful language learning. Its effectiveness depends on appropriate pedagogical use and teacher support. The most effective approach is to combine digital resources with communication, collaboration, and traditional classroom instruction. When used purposefully, digital tools can significantly contribute to students' motivation and English language development.

LOCAL CRAFTS AND HANDICRAFTS IN BATANG REGENCY: POTENTIAL, INNOVATION, AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Anasta Nafsi¹, Naeza Faradiba², Nabilatul Fauziyah³, Zahrotul Milatina⁴, Reza Kurniawan

^{1,2,3,4,5} Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Email: anasta.nafsi24217@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Local crafts and handicrafts have an important role in supporting the creative economy and preserving cultural identity in Batang Regency, Central Java. This study aims to describe the potential, development opportunities, and challenges of local crafts in Batang Regency based on local resources, community skills, cultural heritage, and creative innovation. The potential of local crafts includes wood crafts, traditional weaving, leather crafts, and batik. Wood crafts utilize local and waste materials to produce functional and aesthetic products, while Tenun Gendong in Irakahpayung represents the preservation of traditional weaving knowledge. Leather and batik are also identified as potential leading sectors that require support in terms of capital, production capacity, and competitiveness. In addition, local coastal culture can serve as a source of inspiration for developing contemporary batik designs while maintaining regional identity. The development of local crafts can contribute not only to economic activities but also to community empowerment through skills training and entrepreneurial opportunities. However, several aspects need to be strengthened, including product innovation, design development, access to capital, marketing, documentation, regeneration, and business networks. Digital media, exhibitions, tourism activities, and collaboration among craft producers can provide broader market opportunities. Sustainable development should maintain the cultural characteristics of local products while adapting their functions and designs to changing consumer needs. Therefore, strengthening production, innovation, marketing, cultural identity, and community capacity can support the sustainability of Batang's local crafts as part of the creative economy and regional cultural heritage.

Keywords: local crafts; creative economy; Batang Regency; cultural heritage; sustainable development

NASI GROMBYANG AS THE CULINARY IDENTITY OF PEMALANG REGENCY

Mahya Akmelia¹, Indah Naela Zulfa², Nabilati Naela Makhasin³, Rhessa Maulida⁴, Himmatul Aliyah⁵
^{1,2,3,4,5} Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics
and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia
Email: mahya.akmelia24037@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Nasi Grombyang is one of the most distinctive traditional culinary heritages of Pemalang Regency, Central Java, Indonesia. Beyond its function as a source of food, it serves as a cultural symbol that reflects the history, values, and collective identity of the local community. This study aims to examine the role of Nasi Grombyang as a culinary identity and cultural heritage that contributes to the preservation of local traditions and regional tourism development. Using a descriptive qualitative approach based on literature review, the study explores the historical background, unique characteristics, cultural significance, and contemporary challenges associated with Nasi Grombyang.

The findings reveal that Nasi Grombyang possesses distinctive features that differentiate it from other Indonesian soup-based dishes. Its small serving size, abundant dark-colored broth, and rich blend of traditional spices create a unique culinary experience closely associated with Pemalang. The name “Grombyang,” derived from the Javanese language, refers to the appearance of rice and meat floating in the broth, emphasizing its characteristic presentation. Furthermore, the dish represents the transmission of traditional culinary knowledge across generations and functions as a medium for preserving local history and cultural values. Its recognition as an Indonesian Intangible Cultural Heritage (Warisan Budaya Takbenda/WBTb) further strengthens its status as an important cultural asset. In addition, Nasi Grombyang contributes to regional tourism by attracting visitors interested in experiencing authentic local cuisine and cultural narratives.

Despite its cultural significance, Nasi Grombyang faces challenges arising from globalization, changing consumption patterns, and the commercialization of traditional foods. Therefore, collaborative efforts involving local communities, culinary entrepreneurs, and government institutions are essential to ensure its preservation and sustainable development. Ultimately, Nasi Grombyang remains a vital symbol of Pemalang’s cultural identity and an integral part of Indonesia’s rich culinary heritage.

Keywords: Nasi Grombyang, Culinary Identity, Cultural Heritage, Pemalang Regency, Traditional Food, Intangible Cultural Heritage, Culinary Tourism.

THE ROLE OF CREATIVE COMMUNITIES IN STRENGTHENING THE CREATIVE ECONOMY IN BATANG REGENCY

Nabilatul Fauziyah¹, Muhammad Reza Kurniawa², Zahrotul Milatina³, Naeza Fara Diba⁴, Anasta Nafsi⁵

**^{1,2,3,4,5} Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics
and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia**

Email: nabilatul.fauziyah24196@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Creative communities play an important role in supporting the development of the creative economy by providing spaces for interaction, learning, promotion, collaboration, and business networking. This study aims to describe the role of creative communities in Batang Regency in developing the capacity of creative economy actors and strengthening the local creative economy ecosystem. The discussion focuses on several community-based activities, including Batang Song Festival initiated by Rumah Kita Community, Roban Fashion Week initiated by Paguyuban Sekar Gading, and Festival Komunitas involving various creative communities and industry actors in Batang. These activities demonstrate that creative communities function not only as spaces for creative expression but also as platforms for developing skills, promoting local products, building professional networks, and connecting creative actors with consumers, industry, and local government. Batang Song Festival provides opportunities for local musicians to showcase their works and establish connections with the music industry. Roban Fashion Week connects fashion creativity with local identity through the use of Alas Roban as its theme, while also supporting the promotion of Batang's creative potential. Meanwhile, Festival Komunitas provides a broader space for collaboration through exhibitions, cultural performances, workshops, and community activities. Nevertheless, the role of creative communities can still be strengthened through more systematic education, training, mentoring, digital marketing, branding, product development, and business networking. For the halal creative economy, these functions are also relevant to improving understanding of product quality, halal values, identity, and appropriate communication to consumers. Thus, creative communities have the potential to become important actors in strengthening a sustainable and collaborative creative economy ecosystem in Batang Regency.

Keywords: Creative Community; Creative Economy; Community Empowerment; Local Identity; Halal Creative Economy; Batang Regency.

MODERNIZATION OF TRADITIONAL CRAFT PRODUCTS IN PEMALANG

M. Nasrul Rusydi Al Arzaqina¹, May Naila Khoiroh ², Nafal Fikri³, Syihabud Din⁴

^{1,2,3,4} Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Email: m.nasrul.rusydi.al.arzaqina24016@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

The modernization of traditional craft products is an important process for maintaining the sustainability of cultural heritage while adapting to changing consumer needs and market developments. Pemalang Regency has various traditional crafts, particularly Pemalang Batik and Goyor Woven Sarong, which possess distinctive cultural, aesthetic, and economic values. This study discusses the modernization of traditional craft products in Pemalang through technological development, product diversification, quality improvement, digital marketing, collaboration, and the integration of halal values. Modernization does not necessarily mean replacing traditional techniques with machines but can involve the use of technology as a supporting tool to improve production efficiency while maintaining the role and skills of artisans. The use of electric canting in Batik Cibelok production provides an example of how appropriate technology can support traditional craftsmanship. In addition, the development of Goyor Woven Sarong into fashion products and the combination of Goyor fabric with Pemalang Batik through the Gotik product demonstrate that modernization can expand the function and market potential of traditional crafts. Modernization also includes quality control, production standardization, packaging development, and the use of digital platforms to reach broader consumers, including younger generations. However, modernization needs to maintain local cultural identity through traditional motifs, materials, techniques, philosophies, and cultural narratives. Furthermore, the development of creative halal products requires attention to material safety, cleanliness, production processes, product quality, and ethical business practices. Therefore, modernization can serve as a strategy to keep Pemalang traditional crafts relevant, competitive, economically valuable, and sustainable without eliminating their cultural identity.

Keywords: Craft Modernization; Traditional Crafts; Pemalang; Goyor Woven Sarong; Creative Halal Products.

THE DEVELOPMENT OF A HALAL FOOD INDUSTRIAL AREA IN PEMALANG REGENCY: CONCEPT, ECONOMIC POTENTIAL, AND STRATEGIC FRAMEWORK

**Muhammad Hidayatullah¹, Ghathfaan Alhamda Rahman², M.Abdul Latif³, Tabik Asghar Ramadhani⁴,
Haikal Adzimil Anam⁵**

**^{1,2,3,4,5} Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics
and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia**

Email: muhammad.hidayatullah24223@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

This chapter examines the halal value chain of Pemalang Regency as a supply network whose integrity must be preserved at every node rather than verified only at a final checkpoint, in line with Indonesia's Law No. 33/2014 on Halal Product Assurance. It traces the chain from farmers, livestock breeders, and fishers as raw-material suppliers through collection, standardization, processing, halal assurance, packaging, cold-chain warehousing, and distribution to domestic and global markets. Plant-based inputs are found to carry low inherent halal risk, with concerns concentrated instead in post-harvest handling and cross-contamination, whereas livestock products face materially higher risk tied to certified slaughtering, illustrated by Pemalang's substantial goat population (138,519 head) concentrated in Bantarbolang district. Fisheries data show a roughly 16 percent decline in marine catch during 2018–2021, positioning aquaculture — particularly vaname shrimp, milkfish, catfish, and gouramy — as the more promising growth path, with anchovy and sardine identified as the leading capture-fishery commodities through Location Quotient and Shift-Share analysis. The chapter further argues that halal logistics, grounded in segregation and increasingly binding under nationwide certification requirements from October 2024, remains a critical infrastructure gap for Pemalang given the region's dependence on cold-chain handling for perishable livestock and fishery outputs. It concludes that strengthening every supply node — not only downstream processing — is essential before the role of MSMEs within this value chain, discussed in the following chapter, can be fully realized.

Keywords: halal value chain; Pemalang; halal logistics; livestock and fisheries; halal traceability

CULINARY TOURISM IN PEMALANG: INTEGRATING LOCAL FOOD, CULTURAL IDENTITY, AND CREATIVE ECONOMIC DEVELOPMENT

Indah Naela Zulfa¹, Nabilati Naela Makhasin², Rhessa Maulida³, Himmatul Aliyah⁴, Mahya Akmelia⁵

^{1,2,3,4,5} Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Email: Indah.naela.zulfa24015@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Culinary tourism has increasingly developed beyond the conventional function of food consumption, becoming an integral component of destination experiences, cultural representation, and local economic development. This chapter examines the concept of culinary tourism in Pemalang Regency by positioning local food as a medium through which visitors can engage with the cultural identity, traditions, creativity, and socio-economic characteristics of the local community. The discussion adopts a qualitative conceptual approach based on literature and documentary sources concerning culinary tourism, local food heritage, gastronomy, and tourism development. The analysis indicates that culinary tourism in Pemalang encompasses more than the provision of traditional dishes; it involves the creation of meaningful experiences through food, culinary practices, local narratives, and community participation. The diversity of Pemalang's culinary resources, shaped by its coastal and highland geographical characteristics, provides a foundation for developing distinctive tourism experiences while strengthening the value of local products. Culinary tourism can also establish linkages among food producers, micro, small, and medium enterprises, agricultural communities, tourism stakeholders, and visitors, thereby creating broader opportunities for local economic activity. However, its development requires a balance between innovation, market adaptation, cultural authenticity, and heritage preservation. Digital promotion, storytelling, product development, and integrated destination management can support the transformation of local culinary resources into sustainable tourism assets. Therefore, culinary tourism in Pemalang can be understood as a strategic intersection of cultural heritage, visitor experience, creative economy, and community-based local development.

Keywords: culinary tourism; local food; cultural identity; creative economy; Pemalang

SHARIA INVESTMENT AND FINANCING IN PEMALANG

Kamilah FIDINI¹, Eva KHAERIYAH², Fina HIMATUL KHUSNA³, Novi MARISKA⁴, Hernawati⁵

^{1,2,3,4,5} Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Email : kamilah.fidini24105@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Pemalang Regency, located in the northern coastal region of Central Java, Indonesia, has considerable potential for developing sharia-compliant investment and financing to support local economic growth. However, limited access to formal financing, low sharia financial literacy, and inadequate supporting infrastructure remain significant challenges, particularly for micro, small, and medium enterprises (MSMEs) and agricultural communities. This article examines the opportunities and challenges of sharia investment and financing in Pemalang through three areas: the prospects for establishing Islamic banking services, sharia microfinance innovation, and investment partnerships in the honey pineapple farming sector. The analysis is based on a review of relevant studies and literature. The findings indicate strong market potential for Islamic banking, supported by strategic business locations and considerable interest among local MSMEs. In addition, sharia microfinance instruments based on mudharabah, musyarakah, murabahah, and qardhul hasan offer alternative financing mechanisms that align with Islamic principles and can support rural businesses. In the agricultural sector, particularly in Belik District, honey pineapple farmers face low bargaining power, limited post-harvest facilities, and unequal market information. Formal partnership contracts, transparent pricing, and shared investment in post-harvest infrastructure could improve farmers' incomes and strengthen market access. Nevertheless, financing risks, limited institutional capacity, inadequate technological infrastructure, and low financial and contractual literacy continue to hinder implementation. Therefore, strengthening Islamic financial education, expanding community-based sharia microfinance, improving risk management, and encouraging collaboration among financial institutions, local governments, private investors, and village communities are essential. In conclusion, integrating Islamic banking, microfinance innovation, and equitable agricultural partnerships can promote inclusive, sustainable, and sharia-compliant economic development in Pemalang Regency.

Keywords: Sharia Investment; Islamic Financing; MSMEs; Sharia Microfinance; Agricultural Partnerships

STRENGTHENING HALAL PRODUCT RESEARCH AND DEVELOPMENT THROUGH THE INTEGRATION OF RESEARCH INSTITUTIONS, MULTI-STAKEHOLDER COLLABORATION, POLICY, QUALITY STANDARDIZATION, AND DIGITAL TECHNOLOGY

**Ahmad Nauval Kirom¹, Muhammad Syafiq Fatulloh², I'tirof Fadli Nur Fauzan³, Galih Mahattirta Saka⁴,
Dimas Mahdi Fauzan⁵**

**^{1,2,3,4,5} Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics
and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia**

Email: ahmad.nauval.kirom24022@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Research and development (R&D) is a strategic element in promoting innovation, improving product quality, and strengthening the competitiveness of the halal industry at both national and global levels. Halal product development is not solely oriented toward compliance with halal requirements but also encompasses quality, safety, production efficiency, and business sustainability. This article aims to examine the key elements in strengthening halal product research and development, including the strengthening of research institutions, collaboration among academia, industry, and government, the integration of research into national Islamic economic policies, research as a foundation for quality standardization, and the adoption of digital technology. This article employs a qualitative descriptive approach through a literature review of relevant sources concerning halal industry development, Islamic economic policies, product standardization, and technological innovation. The findings indicate that successful halal product development requires the systematic and sustainable integration of these five elements. Research institutions play a role in generating knowledge and innovation, while multi-stakeholder collaboration facilitates the practical implementation of research findings in industrial activities. Integrating research into national policies helps direct innovation toward the needs of Islamic economic development, while quality standardization strengthens consumer confidence and product competitiveness. Furthermore, the adoption of digital technologies, such as artificial intelligence, the Internet of Things (IoT), and blockchain, has the potential to improve transparency and traceability throughout the halal supply chain. Therefore, strengthening halal product R&D should be implemented holistically and grounded in the principles of maqāṣid al-sharī'ah to establish an innovative, competitive, and sustainable halal industry ecosystem.

Keywords: research and development, halal products, halal industry, quality standardization, digital technology, Islamic economics.

AZƏRBAYCAN DİLİ DƏRSLƏRİNDƏ SÖZLƏRİN MƏNALARININ DÜZGÜN MƏNİMSƏDİLMƏSİ ÜZRƏ İŞİN TƏŞKİLİ

Məmmədova Könül Ələddin qızı

Pedaqogika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent

ADPU-nun Azərbaycan dili və onun tədrisi texnologiyası kafedrası

konul.1970@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0001-8664-4912>

Açar sözlər: semantik istiqamət, orfoqrafik istiqamət, orfoepik istiqamət, termin

Şəxsiyyət üçün zəruri hesab edilən lüğət fondu məktəbəqədər dövrdə yaranır, ümumtəhsilin ilk səviyyəsindən başlayaraq Azərbaycan dili dərslərində sistemli fəaliyyət nəticəsində formalaşır, yuxarı siniflərdə isə təkmilləşir. Bu proses yeni sözlərin mənimsədilməsi fonunda təşkil olunur. Kiçikyaşlı məktəblilərə çətin sözləri öyrədərkən orfoqrafik-orfoepik istiqamət üzrə işlərin düzgün təşkilinə xüsusi diqqət yetirilməlidir. Çünki uşaq hansısa kəlmənin mənasını bilməsə də, onu əvvəlcə eşidərək hafizəsində saxlayır və dinlədiyi kimi yazıda ifadə etməyə çalışır. Təbii ki, şagird orfoqrafik və orfoepik qaydalara lazımi qədər (Azərbaycan dili fənn kurikulumu çərçivəsində) bələd deyilsə, yeni sözün yazılışını və tələffüzünü eyniləşdirir.

İşin düzgün təşkili üçün 3 istiqaməti əsas götürmək vacibdir:

1. Semantik istiqamət;
2. Orfoqrafik istiqamət;
3. Orfoepik istiqamət.

İbtidai sinif şagirdləri həm aktiv, həm də passiv lüğət fonduna daxil olan sözlərin istifadəsi zamanı nisbətən çətinlik çəkir. Buna səbəb dilimizdəki sözlərin müəyyən qisminin yazılışı və deyilişi arasındakı fərqlərdir. Uşaq səsləri, hərfləri öyrəndikcə yeni sözlər yaratmağa və ya əvvəllər nitqində işlətmədiyi ifadələrdən istifadə etməyə başlayır. Lakin səsləndirdiyi formanın yazılışda səhv kimi götürüldüyünü görən şagird əvvəlcə böyük çaşqınlıq yaşayır. Çünki hələ onlar orfoqrafik, orfoepik qaydalardan tam məlumatlı deyillər.

İbtidai siniflərin Azərbaycan dili dərslərində kiçikyaşlı məktəblilərə, nisbətən, mürəkkəb görünən sözlərin mənimsədilməsi zamanı semantik baxımdan çətinlik törədən sözlər sırasında terminlər əsas yer tutur. Termin - sözdür, lakin hər bir söz termin deyildir. Onlar elmi dilin əsasını təşkil edir və elmi üslubda dəqiq mənada işlənməsi zəruridir. Terminlərin ümumişlək sözlərdən fərqi budur ki, onların mənası hamıya anlaşıqlı olmur. Bununla belə, termin ilə adi söz arasında qəti və keçilməz hədd qoymaq çətindir. Bizim şəraitdə, bir çox

terminlər gündəlik adi sözlərə çevrilir, adi məişət sözləri sırasına keçir. Bütün bu kimi terminlər -sözlər getdikcə xalq malı olur, bir sıra terminlərin isə adi məişət sözlərinə çevrilməsi prosesi davam edir. Terminologiya olmadan lüğət tərkibini zənginləşdirmək mümkün deyildir. Terminologiya dedikdə, yalnız elm və texnikanın ayrı-ayrı sahələrinə aid adlar və sözlər deyil, eyni zamanda inkişafı bağlı meydana çıxan məfhumları ifadə etmək üçün dildə yaradılan bütün yeni sözlər nəzərdə tutulur. Termin elm və texnikanın inkişafı ilə əlaqədar olaraq törəyən sözdür.

Şagirdlərə yeni sözlərin mənimsədilməsi prosesi yalnız bir istiqamətli fəaliyyətlə məhdudlaşdırılmamalıdır. Ola bilsin ki, uşaq hər hansı kəlməni əvvəllər eşidib, lakin məzmununu dərk etməyib. Belə halda nitqin kəmiyyətcə zənginləşdirilməsi ona tanış olan sözün semantikasının mənimsədilməsi yönündə iş aparmaqla həyata keçirilməlidir. Kəmiyyətcə zənginləşmə çoxşaxəli proses olduğundan müəllim situasiyaya görə seçim etməyi bacarmalıdır. Nitqin yeni və tanış olmayan sözlər hesabına kəmiyyətcə zənginləşdirilməsi keyfiyyətcə genişləndirilməsindən uzaqda aparıla bilməz. Onlar bir-birilə əlaqəli olduqlarından, həmçinin vahid prosesin tərkib hissələrikimi eyni dərəcədə əhəmiyyətli və zəruridirlər.

Nitqin keyfiyyətcə zənginləşdirilməsi dedikdə, tanış sözlərin semantik baxımdan dəqiqləşdirilməsi, dialet, şivələrə ekvivalent kimi aktiv lüğətə daxil edilməsi, bir-birinə bənzəyən sözlərin oxşarlığının açıqlanması, sözlər arasında əlaqələrin qurulması nəzərdə tutulur.

Fəal və qeyri-fəal lüğəti fərqləndirərkən nəzərə almaq lazımdır ki, sözü mənimsəmək onun yalnız mənasını qavramaqdan ibarət deyil, əsas göstərici hər bir kəlmənin nitqdə düzgün və məqamına uyğun istifadə olunmasıdır. Şagird sözlərin mənasını anlayıb nitqində düzgün istifadə edirsə, deməli, həmin kəlmə aktiv bazaya keçir və nitqində rahatlıqla işlədir. Əgər sözlər yalnız eşitmə və görmə kodlaşması şəklindədirsə, onda passiv bazada qalır. Belə kəlmələrin nitqdə istifadə ehtimalı çox aşağıdır. Kiçikyaşlı məktəblilərin fəal və passiv lüğət bazası arasında keçilməz sərhəd yoxdur, mobil davamlılıq var, aktiv bazanın tərkibi yeni, tanış olmayan, çətin sözlərin hesabına, yəni qeyri-fəal fonddan keçməklə genişlənir. Müəllimin vəzifəsi həmin prosesi tənzimləmək, idarə və təşkil etməkdən ibarətdir. Öyrədən öncədən məqsədyönlü fəaliyyət planı qurmalıdır. Bunu lüğət üzrə işin tərkib hissəsi kimi həyata keçirmək daha məqsədəuyğundur:

- İbtidai sinif şagirdlərinin dilimizin lüğət fonduna yiyələnmələrini təmin etmək;
- Eyni sözün mənası, semantika üzərində iş aparmaq;
- Kiçikyaşlı məktəblilərə tanış olan kəlmələrin, anlayışların mənasının dəqiqləşdirilməsi istiqamətində iş qurmaq;

- Şagirdlərin sözün üslubi vəzifəsini dərk etməsi və nitqində ondan faydalanmaq vərdişinin formalaşdırılması üzrə iş aparmaq;
- Kiçikyaşlı məktəblilərin söz bazasının fəallaşdırılması istiqamətində iş aparmaq;
- Uşaqları səhvləri üzərində iş aparmağa yönləndirmək və s.

Prosesin daha uğurlu nəticələnməsi üçün semantik istiqamət digərləri ilə vəhdətdə təşkil edilməlidir. Belə ki, çətin sözlərin orfoqrafik, orfoepik baxımdan mənimsədilməsi görülən pedaqoji işləri tamamlamaq, onlara yekun vurmaq xarakteri daşıyır.

THE ROLE OF URBAN ECOSYSTEMS IN REDUCING FLOOD RISK AND PROMOTING SUSTAINABLE URBAN DEVELOPMENT

Elnura Safarova^{1*}

¹Azerbaijan State Pedagogical University, Baku, Azerbaijan

*Corresponding author: | ORCID: 0000-0002-4151-1750

Emiliya Hamidova²

²Baku State University, Baku, Azerbaijan

ORCID: 0000-0002-8615-3846

Abstract

Rapid urbanization, soil sealing, and intensifying rainfall extremes have increased flood exposure in cities worldwide. Urban ecosystems, including parks, wetlands, urban forests, permeable surfaces, and natural river corridors, are increasingly promoted as complements to conventional drainage infrastructure, yet their effectiveness under contrasting physical and climatic conditions remains insufficiently synthesized. A comparative qualitative analysis of peer-reviewed studies and institutional reports was conducted for five cities (Houston, Singapore, Wuhan, Rotterdam, and Malmö) selected to represent contrasting topographic, climatic, pedological, and land-use settings. Evidence was organized according to six analytical dimensions: topography, climate and rainfall regime, land use, soil and groundwater conditions, distribution of green space, and documented performance limits. Urban ecosystems consistently attenuated runoff volume and peak discharge during frequent and moderate rainfall events. Their performance, however, was conditioned by soil infiltration capacity, groundwater position, antecedent moisture, spatial connectivity, and maintenance, and it declined as event magnitude increased. Under severe rainfall, storage capacity was exceeded and ecosystems alone proved insufficient. The protection and integration of natural ecosystems into urban landscapes constitute a necessary, but not sufficient, component of flood resilience and long-term sustainability, and they should be combined with context-specific design, network-level planning, engineered infrastructure, and sustained maintenance.

Keywords: *urban ecosystems; flood risk; stormwater runoff; green infrastructure; sustainable urban development*

Introduction

Flooding is among the most frequent and costly natural hazards affecting cities, and its magnitude is projected to grow with demographic concentration, land-use change, and climate variability [1,2]. The conversion of permeable land to impervious surfaces reduces infiltration and evapotranspiration, increases runoff volume and peak discharge, and shortens the time to peak [3–5]. Conventional pipe-based drainage is designed for a specified return period and is therefore vulnerable when design thresholds are exceeded. In response, approaches termed sustainable urban drainage, low impact development, green infrastructure, and nature-based solutions seek to manage rainfall near its source by restoring or protecting natural hydrological processes [6,7].

Within this paradigm, urban ecosystems, namely parks and other green spaces, urban forests, wetlands, permeable surfaces, and natural river corridors, provide regulating services such as interception, infiltration, temporary storage, and conveyance of excess water [8,9]. Modeling and monitoring studies generally report reductions in runoff volume and peak flow following the implementation of green infrastructure [10,11]. These benefits, however, are variable: performance declines as rainfall return period and intensity increase [12], depends on climatic conditions [13], and is shaped by site-specific constraints [14]. Furthermore, the literature is frequently organized around single cities or single measures, and systematic comparison among settings that differ in topography, climate, soils, and land use appears limited.

This study therefore pursues three objectives: (i) to synthesize the documented effects of urban ecosystems on stormwater runoff and flood mitigation; (ii) to examine how topography, climate, rainfall patterns, land use, soil properties, and the distribution of green space condition their effectiveness; and (iii) to evaluate their limitations under severe rainfall and derive implications for sustainable urban planning.

Materials and method

A comparative qualitative design based on secondary sources was adopted, because the research question concerns the variation of an effect across heterogeneous contexts in which controlled experimentation is infeasible and primary hydrological data are not harmonized. The comparison follows the logic of structured, focused comparison, in which identical analytical questions are posed to each case [15]. Peer-reviewed studies and institutional reports were treated as documents to be examined, interpreted, and coded [16].

Cities were selected by a maximum-variation strategy [17] according to four criteria: contrasting topographic, climatic, and pedological conditions; documented presence of at least one of the ecosystem types studied; a well-documented flood event or performance evaluation; and sufficient available literature. Five cities

satisfied these criteria: Houston (United States), Singapore, Wuhan (China), Rotterdam (the Netherlands), and Malmö (Sweden), representing humid subtropical, equatorial, monsoonal, temperate maritime, and cool temperate conditions. Eligible sources identified the ecosystem type evaluated, reported quantitative or semi-quantitative hydrological outcomes, and described the setting clearly; studies addressing solely water quality were excluded.

Evidence was organized in a matrix crossing five ecosystem categories with six dimensions: topography; climate and rainfall regime; land use and imperviousness; soil and groundwater; distribution and connectivity of green space; and documented performance limits. Findings were compared within and between cities to identify convergent patterns and divergences. Because metrics, scales, and event magnitudes differ among studies, the synthesis is interpretative rather than meta-analytic. Reliance on secondary data, possible publication bias, the exclusion of arid and mountainous settings, and differences in model calibration limit generalization.

Result

Parks and green spaces reduce runoff through infiltration, interception, and surface storage. Catchment-scale studies indicate that a larger share and better arrangement of green infrastructure lowers flood volume and peak flow [10,11], and landscape-pattern analyses of Texas metropolitan areas associate its composition and configuration with peak runoff [18]. Parks may also serve as multifunctional detention areas [19]. Urban forests contribute through canopy interception, root-enhanced infiltration, and evapotranspiration [20]; field measurements show markedly lower runoff from grass and tree-planted surfaces than from paved ones [21]. Interception is finite, so the contribution is proportionally greater in small and moderate events [20].

Wetlands and water bodies regulate flows through storage and delayed release, but they do not uniformly reduce floods: the effect depends on catchment position, antecedent saturation, and wetland type [22]. Permeable pavements convert sealed surfaces into infiltration and storage structures, with long-term monitoring recording little or no surface runoff [23], although effectiveness depends on subgrade permeability, clogging, and maintenance [24]. Natural river corridors convey and store floodwater; the Dutch Room for the River programme restores conveyance and storage capacity instead of relying solely on higher embankments [25], yet natural flood management is most effective for small and moderate events [26].

Table 1. Comparative characteristics of the selected cities and documented performance of urban ecosystems.

City	Climate and rainfall regime	Topography and soils	Principal ecosystem measures	Documented outcomes and constraints
Houston	Humid subtropical; tropical-cyclone rainfall	Low-relief coastal plain; clay-rich soils in many areas	Bayous, parks, and dispersed green space; regional green infrastructure	Urbanization increased the probability of extreme Harvey flooding about 21-fold; rainfall exceeded one meter
Singapore	Equatorial; short-duration, high-intensity storms	Dense island city; limited land	ABC Waters Programme: bioretention, swales, naturalized waterways	Complements engineered drainage; tropical performance requires monitoring; land scarcity
Wuhan	Humid subtropical monsoon; prolonged summer rainfall	Yangtze–Han confluence; lake-rich plain	Sponge City pilot: green and blue infrastructure, lake and wetland restoration	Severe flooding in July 2016; modeled sponge effect weakens as storm magnitude increases
Rotterdam	Temperate maritime	Delta; areas below mean sea level; high groundwater; clay and peat	Temporary surface storage, water bodies, green roofs; Room for the River policy	Infiltration restricted; storage and controlled drainage predominate
Malmö	Cool temperate	Low relief; combined sewer retrofitted in Augustenborg	Open channels, ponds, swales, green roofs (approx. 30 ha)	Lower flood damage than comparable districts in the extreme August 2014 event; neighborhood-scale evidence

Houston combines low relief, clay-rich soils in many areas, and exposure to tropical-cyclone rainfall. Hurricane Harvey (2017) produced more than one meter of rainfall, and urbanization was estimated to have increased the probability of the observed extreme flooding about twenty-one-fold on average [27]. Singapore experiences short-duration, high-intensity storms and scarce land; flood control relies mainly on engineered drainage, complemented by the ABC Waters Programme, which integrates bioretention, swales, and naturalized waterways [28]. Wuhan, a monsoonal, lake-rich city, was designated a Sponge City pilot in 2015 [29,30], yet intense rainfall flooded much of the city in July 2016; modeling of a pilot area showed that the sponge effect weakened as storm magnitude increased [31].

Rotterdam lies in a delta with a high groundwater table and tight soils, so infiltration is restricted and planning emphasizes temporary surface storage, controlled drainage, and space for water [25]. In Malmö, the

Augustenborg district (approximately 30 ha) was retrofitted in the late 1990s with open channels, ponds, swales, and green roofs; design-storm analysis indicated peak-flow attenuation up to the ten-year event [32]. During the extreme rainstorm of August 2014, flood damage there was lower than in comparable districts with conventional sewers [33], and simulation indicated substantially lower flood risk than the former pipe-based system [34].

In low-relief settings (Houston, Rotterdam, Malmö), limited gradients prolong ponding, so storage and detention are the principal mechanisms and the position of storage within the drainage network is decisive. Rainfall regime determines how often storage is exceeded: moderate-return-period events were managed effectively in Malmö and Rotterdam, whereas intense convective storms (Singapore) and prolonged cyclonic or monsoonal rainfall (Houston, Wuhan) saturate soils and storage, and reviews confirm that effectiveness varies with climate and declines with rainfall volume and intensity [12,13]. Where groundwater is high or soils are clay-rich (Rotterdam, Houston), ecosystems act chiefly as detention rather than infiltration systems, since bioretention and permeable pavements depend on subsoil permeability [24,35]. Finally, extensive imperviousness removes the natural buffer [27], while connected green networks that intercept runoff along flow paths outperform isolated spaces [18,19].

Across the cases, effectiveness diminished as event magnitude increased, through three recurrent mechanisms: saturation of finite storage in soils, substrates, and canopies [20,36]; dependence of local storage on downstream conveyance; and deterioration caused by inadequate maintenance [24]. The Wuhan results illustrate the first mechanism [31]. The Malmö case suggests that carefully designed systems may contribute even in extreme events, but neighborhood-scale benefits cannot be extrapolated automatically to entire catchments [34].

Conclusion

Three patterns are common to all cases. First, urban ecosystems consistently reduce runoff volume and attenuate peak discharge for frequent and moderate events. Second, performance is conditional on soils, groundwater, antecedent moisture, connectivity, and maintenance, so the same measure may act as an infiltration facility in one city and a detention facility in another. Third, effectiveness declines with event magnitude, so ecosystems cannot substitute for engineered drainage where exceedance is plausible, a conclusion consistent with recent reviews [13,14,37]. The cities differ in dominant mechanism (infiltration versus storage), in governance, as exemplified by the Dutch space-for-water approach [25], the national Sponge City Programme [30], and Singapore's multi-objective ABC Waters Programme [28], and in the strength of

evidence: Malmö benefits from event-based evaluation using insurance claims [33], whereas other cases rely more on modeling.

Several planning implications follow. Existing natural storage (wetlands, lakes, floodplains, and permeable land) should be protected as a priority, since the functional equivalence of constructed substitutes cannot be assumed [3,22]. Measures should be matched to local soils, groundwater, and rainfall regimes rather than transferred uniformly [13,24]. Green space should be planned as a connected, multifunctional network [19], combined with engineered infrastructure within a strategy that designates exceedance routes and addresses residual risk [7]. Monitoring and maintenance must be institutionalized, and equity considerations addressed so that benefits are distributed fairly [38,39]. Future research would benefit from harmonized performance metrics, long-term monitoring under extreme events, and the inclusion of arid and mountainous settings.

Urban ecosystems make a measurable and consistent contribution to reducing runoff and flood risk, particularly under frequent and moderate rainfall. Their effectiveness is conditioned by topography, rainfall regime, soils, land use, and the configuration of green space, and it diminishes under severe rainfall. Sustainable urban development therefore requires the protection and integration of natural ecosystems as a necessary, but not sufficient, foundation of flood resilience, supported by context-specific design, network-level planning, complementary engineered infrastructure, and sustained maintenance.

REFERENCES

1. Winsemius, H.C.; Aerts, J.C.J.H.; van Beek, L.P.H.; Bierkens, M.F.P.; Bouwman, A.; Jongman, B.; Kwadijk, J.C.J.; Ligtoet, W.; Lucas, P.L.; van Vuuren, D.P.; Ward, P.J. Global drivers of future river flood risk. *Nature Climate Change* 2016, 6, 381–385.
2. Hirabayashi, Y.; Mahendran, R.; Koirala, S.; Konoshima, L.; Yamazaki, D.; Watanabe, S.; Kim, H.; Kanae, S. Global flood risk under climate change. *Nature Climate Change* 2013, 3, 816–821.
3. Shuster, W.D.; Bonta, J.; Thurston, H.; Warnemuende, E.; Smith, D.R. Impacts of impervious surface on watershed hydrology: A review. *Urban Water Journal* 2005, 2(4), 263–275.
4. Jacobson, C.R. Identification and quantification of the hydrological impacts of imperviousness in urban catchments: A review. *Journal of Environmental Management* 2011, 92(6), 1438–1448.
5. Fletcher, T.D.; Andrieu, H.; Hamel, P. Understanding, management and modelling of urban hydrology and its consequences for receiving waters: A state of the art. *Advances in Water Resources* 2013, 51, 261–279.
6. Fletcher, T.D.; Shuster, W.; Hunt, W.F.; Ashley, R.; Butler, D.; Arthur, S.; Trowsdale, S.; Barraud, S.; Semadeni-Davies, A.; Bertrand-Krajewski, J.-L.; et al. SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – The evolution and application of terminology surrounding urban drainage. *Urban Water Journal* 2015, 12(7), 525–542.
7. Sörensen, J.; Persson, A.; Sternudd, C.; Aspegren, H.; Nilsson, J.; Nordström, J.; Jönsson, K.; Mottaghi, M.; Becker, P.; Pilesjö, P.; et al. Re-thinking urban flood management—Time for a regime shift. *Water* 2016, 8(8), 332.
8. Bolund, P.; Hunhammar, S. Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics* 1999, 29(2), 293–301.
9. Kabisch, N.; Frantzeskaki, N.; Pauleit, S.; Naumann, S.; Davis, M.; Artmann, M.; Haase, D.; Knapp, S.; Korn, H.; Stadler, J.; Zaunberger, K.; Bonn, A. Nature-based solutions to climate change mitigation and adaptation in urban areas: Perspectives on indicators, knowledge gaps, barriers, and opportunities for action. *Ecology and Society* 2016, 21(2), 39.
10. Liu, W.; Chen, W.; Peng, C. Assessing the effectiveness of green infrastructures on urban flooding reduction: A community scale study. *Ecological Modelling* 2014, 291, 6–14.
11. Ahiablame, L.; Shakya, R. Modeling flood reduction effects of low impact development at a watershed scale. *Journal of Environmental Management* 2016, 171, 81–91.
12. Qin, H.; Li, Z.; Fu, G. The effects of low impact development on urban flooding under different rainfall characteristics. *Journal of Environmental Management* 2013, 129, 577–585.
13. Sohn, W.; Kim, J.-H.; Li, M.-H.; Brown, R. The influence of climate on the effectiveness of low impact development: A systematic review. *Journal of Environmental Management* 2019, 236, 365–379.
14. Pour, S.H.; Abd Wahab, A.K.; Shahid, S.; Asaduzzaman, M.; Dewan, A. Low impact development techniques to mitigate the impacts of climate-change-induced urban floods: Current trends, issues and challenges. *Sustainable Cities and Society* 2020, 62, 102373.
15. George, A.L.; Bennett, A. *Case Studies and Theory Development in the Social Sciences*; MIT Press: Cambridge, MA, USA, 2005.
16. Bowen, G.A. Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative Research Journal* 2009, 9(2), 27–40.
17. Flyvbjerg, B. Five misunderstandings about case-study research. *Qualitative Inquiry* 2006, 12(2), 219–245.
18. Kim, H.W.; Park, Y. Urban green infrastructure and local flooding: The impact of landscape patterns on peak runoff in four Texas MSAs. *Applied Geography* 2016, 77, 72–81.
19. Meerow, S.; Newell, J.P. Spatial planning for multifunctional green infrastructure: Growing resilience in Detroit. *Landscape and Urban Planning* 2017, 159, 62–75.
20. Berland, A.; Shiflett, S.A.; Shuster, W.D.; Garmestani, A.S.; Goddard, H.C.; Herrmann, D.L.; Hopton, M.E. The role of trees in urban stormwater management. *Landscape and Urban Planning* 2017, 162, 167–177.
21. Armson, D.; Stringer, P.; Ennos, A.R. The effect of street trees and amenity grass on urban surface water runoff in Manchester, UK. *Urban Forestry & Urban Greening* 2013, 12(3), 282–286.

22. Acreman, M.; Holden, J. How wetlands affect floods. *Wetlands* 2013, 33, 773–786.
23. Brattebo, B.O.; Booth, D.B. Long-term stormwater quantity and quality performance of permeable pavement systems. *Water Research* 2003, 37(18), 4369–4376.
24. Scholz, M.; Grabowiecki, P. Review of permeable pavement systems. *Building and Environment* 2007, 42(11), 3830–3836.
25. Rijke, J.; van Herk, S.; Zevenbergen, C.; Ashley, R. Room for the River: Delivering integrated river basin management in the Netherlands. *International Journal of River Basin Management* 2012, 10(4), 369–382.
26. Dadson, S.J.; Hall, J.W.; Murgatroyd, A.; Acreman, M.; Bates, P.; Beven, K.; Heathwaite, L.; Holden, J.; Holman, I.P.; Lane, S.N.; et al. A restatement of the natural science evidence concerning catchment-based ‘natural’ flood management in the UK. *Proceedings of the Royal Society A* 2017, 473, 20160706.
27. Zhang, W.; Villarini, G.; Vecchi, G.A.; Smith, J.A. Urbanization exacerbated the rainfall and flooding caused by hurricane Harvey in Houston. *Nature* 2018, 563, 384–388.
28. Lim, H.S.; Lu, X.X. Sustainable urban stormwater management in the tropics: An evaluation of Singapore's ABC Waters Program. *Journal of Hydrology* 2016, 538, 842–862.
29. Li, H.; Ding, L.; Ren, M.; Li, C.; Wang, H. Sponge city construction in China: A survey of the challenges and opportunities. *Water* 2017, 9(9), 594.
30. Chan, F.K.S.; Griffiths, J.A.; Higgitt, D.; Xu, S.; Zhu, F.; Tang, Y.-T.; Xu, Y.; Thorne, C.R. “Sponge City” in China—A breakthrough of planning and flood risk management in the urban context. *Land Use Policy* 2018, 76, 772–778.
31. Yu, Y.; et al. Evaluation of the urban sponge effect using SWMM: A case study of Wuhan, China. *Frontiers in Water* 2024, 6, 1406520.
32. Villarreal, E.L.; Semadeni-Davies, A.; Bengtsson, L. Inner city stormwater control using a combination of best management practices. *Ecological Engineering* 2004, 22(4–5), 279–298.
33. Sörensen, J.; Emilsson, T. Evaluating flood risk reduction by urban blue-green infrastructure using insurance data. *Journal of Water Resources Planning and Management* 2019, 145(2), 04018099.
34. Haghighatafshar, S.; Nordlöf, B.; Roldin, M.; Gustafsson, L.-G.; la Cour Jansen, J.; Jönsson, K. Efficiency of blue-green stormwater retrofits for flood mitigation – Conclusions drawn from a case study in Malmö, Sweden. *Journal of Environmental Management* 2018, 207, 60–69.
35. Davis, A.P.; Hunt, W.F.; Traver, R.G.; Clar, M. Bioretention technology: Overview of current practice and future needs. *Journal of Environmental Engineering* 2009, 135(3), 109–117.
36. Berndtsson, J.C. Green roof performance towards management of runoff water quantity and quality: A review. *Ecological Engineering* 2010, 36(4), 351–360.
37. Hobbie, S.E.; Grimm, N.B. Nature-based approaches to managing climate change impacts in cities. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 2020, 375, 20190124.
38. Wolch, J.R.; Byrne, J.; Newell, J.P. Urban green space, public health, and environmental justice: The challenge of making cities ‘just green enough’. *Landscape and Urban Planning* 2014, 125, 234–244.
39. Raymond, C.M.; Frantzeskaki, N.; Kabisch, N.; Berry, P.; Breil, M.; Nita, M.R.; Geneletti, D.; Calfapietra, C. A framework for assessing and implementing the co-benefits of nature-based solutions in urban areas. *Environmental Science & Policy* 2017, 77, 15–24.

SÜNİ İNTELLEKT VƏ MÜASİR DİZAYN: YARADICI PROSESİN TRANSFORMASIYASI YAPAY ZEKA VE MODERN TASARIM: YARATICI SÜRECİN DÖNÜŞÜMÜ

Arzu Xəlilova

Azərbaycan Dövlət iqtisad universitetinin müəllimi

UNEC, Dizayn məktəbi kafedrası

khalilovaarzu096@gmail.com

Günay Kərimova

Azərbaycan Dövlət İqtisad Universitetinin müəllimi

UNEC, Dizayn məktəbi kafedrası

gunay.karimova@unec.edu.az

ÖZET

Sunulan makale, modern tasarım alanında yapay zeka (YZ) teknolojilerinin uygulanması sonucunda yaratıcı sürecin geçirdiği temel dönüşüm aşamalarını incelemektedir. Yirmi birinci yüzyılın ikinci on yılından itibaren makine öğrenimi ve üretken (generatif) algoritmaların gelişimi, sadece teknik bilimler alanında değil, aynı zamanda görsel sanatlar ve tasarım endüstrisinde de devrim niteliğinde değişikliklere neden olmuştur. Bu araştırmanın merkezinde, yapay zekanın sadece bir araç değil, aynı zamanda tasarım sürecinde aktif bir katılımcı, bazı durumlarda ise ortak yazar olarak hareket etmesi fenomeni yer almaktadır. Özetle, geleneksel tasarım yaklaşımlarının insan zekasının özel bir ürünü olarak kabul edilmesine rağmen, yeni çağın gereksinimlerinin bu paradigmayı kökünden değiştirdiği vurgulanmaktadır. Araştırma kapsamında, üretken sinir ağlarının (örneğin Midjourney, DALL-E, Stable Diffusion) görsel içerik oluşturma yetenekleri analiz edilmekte ve bunların tasarımcıların kavramsal düşünce tarzı üzerindeki etkileri incelenmektedir. Makalede, yapay zekanın tasarım sürecinin rutin ve teknik ağırlıklı aşamalarını otomatikleştirerek, uzmanların daha çok stratejik ve kavramsal meselelere odaklanmasına olanak tanıdığı gösterilmektedir. Aynı zamanda, bu teknolojik sıçramanın beraberinde getirdiği felsefi ve etik sorunlar – telif hakları, özgünlük ve insan faktörünün makine tarafından değiştirilmesi korkusu – da makalenin temel tartışma konularındandır. Araştırmanın sonuçları, yapay zekanın tasarımcıların yerini alma potansiyeline sahip olmadığını; aksine, yaratıcılık sınırlarını genişleten, yeni estetik formların keşfedilmesini teşvik eden güçlü bir katalizör olduğunu kanıtlamaktadır. Modern tasarımcının rolü artık sadece "yaratıcı" olmaktan çıkıp, yapay zekanın sunduğu sonsuz seçenekler arasından en uygununu seçen, yönlendiren ve anlam katan bir "küratör" rolüne doğru evrilmektedir. Makale ayrıca, yapay zekanın tasarım eğitime ve endüstrinin gelecekteki gelişim perspektiflerine olan etkisini değerlendirmekte, yeni dönemin uzmanları için gerekli beceriler kompleksini belirlemektedir. Genel olarak bu araştırma, teknoloji ve sanatın kesiştiği noktada oluşan yeni tasarım felsefesinin anlaşılması için kavramsal bir çerçeve sunmaktadır.

Anahtar kelimeler: yapay zeka, modern tasarım, yaratıcı süreç, üretken algoritmalar, tasarım felsefesi.

3. INTERNATIONAL NESSEBAR SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, BULGARIA, 23-24 OCTOBER / 2026

<https://www.wosconkongreleri.com/>

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND MODERN DESIGN: THE TRANSFORMATION OF THE CREATIVE PROCESS

ABSTRACT

The presented article examines the fundamental stages of transformation that the creative process has undergone as a result of the application of artificial intelligence (AI) technologies in the field of modern design. Since the second decade of the twenty-first century, the development of machine learning and generative algorithms has caused revolutionary changes not only in the technical sciences but also in the visual arts and design industry. At the center of this research lies the phenomenon of artificial intelligence acting not merely as a tool, but also as an active participant in the design process, and in some cases, as a co-author. The abstract emphasizes that although traditional design approaches were considered the exclusive product of human intelligence, the demands of the new era have fundamentally changed this paradigm. Within the framework of the research, the visual content creation capabilities of generative neural networks (e.g., Midjourney, DALL-E, Stable Diffusion) are analyzed, and their impact on the conceptual thinking style of designers is studied. The article shows that by automating the routine and technically heavy stages of the design process, artificial intelligence allows professionals to focus more on strategic and conceptual issues. At the same time, the philosophical and ethical problems brought about by this technological leap—copyright, originality, and the fear of the human element being replaced by machines—are among the main subjects of discussion in the article. The results of the research prove that artificial intelligence does not have the potential to replace designers; rather, it is a powerful catalyst that expands the boundaries of creativity and spurs the discovery of new aesthetic forms. The role of the modern designer is evolving from simply being a "creator" to that of a "curator" who selects, directs, and adds meaning to the most suitable among the endless variations presented by artificial intelligence. The article also evaluates the impact of artificial intelligence on design education and the future development prospects of the industry, identifying the complex of skills required for professionals in the new era. Overall, this research offers a conceptual framework for understanding the new design philosophy formed at the intersection of technology and art.

Keywords: artificial intelligence, modern design, creative process, generative algorithms, design philosophy.

SÜNİ İNTELLEKT VƏ MÜASİR DİZAYN: YARADICI PROSESİN TRANSFORMASIYASI

XÜLASƏ

Təqdim olunan məqalə müasir dizayn sahəsində süni intellekt (Sİ) texnologiyalarının tətbiqi nəticəsində yaradıcı prosesin keçdiyi fundamental transformasiya mərhələlərini tədqiq edir. İyirmi birinci əsrin ikinci onilliyindən etibarən maşın öyrənməsi və generativ alqoritmlərin inkişafı təkcə texniki elmlər sahəsində deyil, eyni zamanda vizual incəsənət və dizayn sənayesində də inqilabi dəyişikliklərə səbəb olmuşdur. Bu tədqiqatın mərkəzində süni intellektin sadəcə bir alət deyil, həm də dizayn prosesində aktiv iştirakçı, bəzi hallarda isə həmmüəllif kimi çıxış etməsi fenomeni dayanır. Xülasədə vurğulanır ki, ənənəvi dizayn yanaşmaları insan intellektinin eksklüziv məhsulu hesab edilsə də, yeni dövrün tələbləri bu paradigmanı kökündən dəyişdirmişdir. Tədqiqat çərçivəsində generativ neyron şəbəkələrinin (məsələn, Midjourney, DALL-E, Stable Diffusion) vizual məzmun yaratma imkanları təhlil edilir və onların dizaynerlərin konseptual düşüncə tərzinə təsiri öyrənilir. Məqalədə göstərilir ki, süni intellekt dizayn prosesinin rutin və texniki ağırlıqlı mərhələlərini avtomatlaşdırmaqla, mütəxəssislərə daha çox strateji və konseptual məsələlərə diqqət ayırmağa imkan yaradır. Eyni zamanda, bu texnoloji sıçrayışın özü ilə gətirdiyi fəlsəfi və etik problemlər – müəlliflik hüquqları, orijinallıq və insan amilinin maşın tərəfindən əvəz edilməsi qorxusu da məqalənin əsas müzakirə obyektlərindəndir. Tədqiqatın nəticələri sübut edir ki, süni intellekt dizaynerləri əvəz etmək potensialına malik deyil; əksinə, o, yaradıcılıq həddlərini genişləndirən, yeni estetik formaların kəşfinə təkan verən güclü bir katalizatorudur. Müasir dizaynerin rolu artıq sadəcə "yaradıcı" olmaqdan çıxaraq, süni intellektin təqdim etdiyi sonsuz variantlar arasından ən uyğununu seçən, istiqamətləndirən və məna qatan "kurator" roluna doğru təkamül edir. Məqalə, həmçinin, süni intellektin dizayn təhsilinə və sənayenin gələcək inkişaf perspektivlərinə təsirini qiymətləndirir, yeni dövrün mütəxəssisləri üçün tələb olunan bacarıqlar kompleksini müəyyənləşdirir. Ümumilikdə, bu tədqiqat texnologiya və incəsənətin kəsişməsində formalaşan yeni dizayn fəlsəfəsinin dərk edilməsi üçün konseptual bir çərçivə təklif edir.

Açar sözlər: süni intellekt, müasir dizayn, yaradıcı proses, generativ alqoritmlər, dizayn fəlsəfəsi.

GİRİŞ.

Müasir dövrdə texnoloji inkişafın ən yüksək zirvələrindən biri hesab olunan süni intellekt (Sİ) insan həyatının bütün sferalarına, o cümlədən mədəniyyət və incəsənət sahələrinə dərinlən nüfuz etməkdədir. Tarixən dizayn yalnız insan zəkasının, emosiyalarının və estetik duyumunun məhsulu hesab edilmiş, yaradıcı proses mütləq şəkildə bioloji şüurla əlaqələndirilmişdir. Lakin son illərdə dərin öyrənmə (deep learning) və böyük dil modellərinin həndəsi silsilə ilə inkişafı bu ənənəvi baxış bucağını ciddi sınaq qarşısında qoymuşdur. Bu gün kompüter alqoritmləri sadəcə verilən əmrləri icra edən passiv mexanizmlər deyil, vizual kompozisiyalar formalaşdırən, rəng harmoniyaları yaradan və mürəkkəb qrafik problemləri həll edən aktiv iştirakçılara çevrilmişdir. Bu kontekstdə, süni intellektin dizayn sənayesinə inteqrasiyası və yaradıcı prosesin mahiyyətini necə dəyişdirməsi müasir dövrün ən aktual tədqiqat obyektlərindən biridir.

Bu tədqiqatın aktuallığı onunla əsaslandırılır ki, qrafik dizayn, sənaye dizaynı, interfeys dizaynı və memarlıq daxil olmaqla vizual kommunikasiyanın bütün sahələri hazırda misli görünməmiş bir texnoloji keçid dövrünü yaşayır. Generativ süni intellekt alətlərinin kütləvi istifadəyə verilməsi həm dizayn prosesinin sürətini, həm də iqtisadi modelini kəskin şəkildə dəyişmişdir. Mütəxəssislər arasında bu texnologiyaların insan yaradıcılığını təhdid edib-etməməsi barədə qütbləşmiş fikirlər mövcuddur. Bir tərəf süni intellekti insanın potensialını sonsuz dərəcədə genişləndirən bir "super-alət" kimi görsə də, digər tərəf onu sənətkarın unikallığını və emosional dərinliyini məhv edən, standartlaşdırmaya aparan bir qüvvə kimi xarakterizə edir. Məhz bu ikili yanaşma, mövzunun fəlsəfi, estetik və texniki aspektlərinin kompleks şəkildə araşdırılmasını zəruri edir.

Məqalənin əsas məqsədi süni intellektin müasir dizaynda oynadığı rolu elmi-nəzəri prizmadan təhlil etmək, ənənəvi yaradıcı prosesin avtomatlaşdırılmış alqoritmlər vasitəsilə necə transformasiyaya uğradığını izləmək və dizaynerin gələcək fəaliyyət modelinin konseptual əsaslarını müəyyən etməkdir. Bu məqsədə çatmaq üçün məqalədə generativ sistemlərin iş prinsipləri, "maşın yaradıcılığı" anlayışının fəlsəfi həddləri, eləcə də dizayner-Sİ əməkdaşlığının etik və praktiki nəticələri geniş şəkildə öyrəniləcəkdir. Tədqiqat yalnız texnoloji vasitələrin tətbiqini deyil, həm də vizual yaradıcılığın psixoloji və koqnitiv əsaslarının yeni texnoloji realıqda necə yenidən formalaşdığını aydınlaşdırmağa xidmət edir.

ƏSAS HİSSƏ.

Generativ sistemlər və estetik paradigmanın dəyişməsi. Yaradıcı prosesin süni intellekt tərəfindən transformasiyası ilk növbədə vizual estetikanın yaradılma mexanizminin dəyişməsində özünü göstərir. Ənənəvi dizayn prosesi ideya, eskiz, rəqəmsallaşdırma və yekun redaktə kimi xətti ardıcılığa əsaslanırdı. Süni intellekt dövründə isə bu proses tsiklik və iterativ xarakter almışdır. Rəqəmsal mədəniyyət nəzəriyyəçisi Lev Manoviç

süni intellektin vizual sənətdəki rolunu təhlil edərkən onun sadəcə alət olmadığını vurğulayır. O, qeyd edir ki, "Süni intellekt bizim vizual və mədəni tariximizin nəhəng arxivlərini təhlil edərək, onlardan əvvəllər təsəvvür belə edilməyən yeni estetik formalar çıxarmağa qadir olan bir metavasitədir" [1, s. 42]. Bu o deməkdir ki, Sİ həm keçmişin estetik qaydalarını mənimsəyir, həm də verilənlər bazasındakı milyonlarla vizual əlaqəni sintez edərək tamamilə yeni çıxışlar (outputs) verir.

Müasir dizaynerlər üçün DALL-E, Midjourney və Stable Diffusion kimi alətlər yaradıcılığın "ilkin qığılcımı" kimi fəaliyyət göstərir. Dizayner artıq sıfırdan bir forma yaratmır; o, promptlar (mətn əmrləri) vasitəsilə maşınla dialoqa girir. Bu dialoq prosesində maşın saniyələr ərzində onlarla fərqli variasiya təqdim edir. N.Cross dizaynerlərin düşüncə tərzini izah edərkən yazır ki, "Dizayn düşüncəsi əsasən qeyri-müəyyənliklərlə işləmək və naməlum bir məqsədə doğru sintez etmək qabiliyyətidir" [2, s. 12]. Süni intellekt məhz bu qeyri-müəyyənliyi vizuallaşdırmaqda ən güclü köməkçiyə çevrilir, insanın xəyal gücünün çata bilməyəcəyi kombinasiyaları təqdim edir.

Maşın yaradıcılığı: fəlsəfi və koqnitiv sərhədlər. Süni intellektin dizaynda istifadəsi təməl bir sualı gündəmə gətirir: Maşınlar həqiqətən yaradıcı ola bilərmə? Bu sualın cavabı yaradıcılığın necə tərif edilməsindən asılıdır. Marqaret Boden "Yaradıcı ağıl" (The Creative Mind) əsərində yaradıcılığı üç kateqoriyaya bölür: kombinativ, kəşfiyyatçı və transformasiyaedici yaradıcılıq. Boden göstərir ki, "Kompüterlər mövcud ideyaların yeni kombinasiyalarını yaratmaqda (kombinativ) və müəyyən edilmiş qaydalar çərçivəsində yeni strukturlar kəşf etməkdə (kəşfiyyatçı) insanlardan daha üstün ola bilər, lakin fəza və oyunun qaydalarını kökündən dəyişdirən transformasiyaedici yaradıcılıq hələ də insan şüurunun inhisarındadır" [3, s. 55].

Bu nöqteyi-nəzərdən, dizaynda Sİ-nin rolu əsasən kombinativ və kəşfiyyatçıdır. O, rəng nəzəriyyəsini, tipografik qaydaları və kompozisiya tarazlığını riyazi olaraq hesablayıb ən optimal nəticəni verə bilər. Lakin hər hansı bir dizaynın arxasındakı ictimai mənanı, mədəni konteksti, istehzası və ya empatiyanı dərk etmək qabiliyyətindən məhrumdur. Buna görə də, maşının yaratdığı məhsul texniki cəhətdən qüsursuz ola bilər, lakin ona "ruh" verən yenə də dizaynerin seçimi və fəlsəfi yanaşmasıdır.

Dizaynerin yeni rolu: yaradıcıdan kuratora doğru. Yaradıcı prosesin transformasiyası dizaynerin funksiyalarının yenidən təşkil edilməsini tələb edir. Keçmişdə dizaynerin vaxtının 80%-i icraya (çizim, rəngləmə, piksel tənzimləmələri), 20%-i isə konseptual düşüncəyə sərf edilirdisə, süni intellekt bu nisbəti tərsinə çevirir. Avtomatlaşdırma sayəsində texniki icra saniyələr alır və mütəxəssis artıq daha çox bir "kurator" və ya "art-direktor" qismində çıxış edir. Bakhshi, Frey və Osborne müasir yaradıcı iqtisadiyyatın təhlili zamanı

qeyd edirlər ki, "Gələcəyin dizaynerləri alətləri idarə edən texniklər deyil, alqoritmlərlə əməkdaşlıq edən, onlara semantik məna və insan dəyərlərini aşıl原因an məna rəhbərləri olacaqlar" [4, s. 31].

Dizaynerin "kurator" rolu maşının təqdim etdiyi yüzrlə variant arasından düzgün olanı seçməyi, onu brendin, məhsulun və ya kampaniyanın mənəvi dəyərlərinə uyğunlaşdırmağı tələb edir. Bu proses V.Papanekin "Dizayn insan ekologiyası və sosial dəyişiklik üçün bir vasitədir" [5, s. 28] kimi tərif etdiyi dizaynın sosial məsuliyyətini daha da qabardır. Süni intellekt sosial məsuliyyət, etika və ya qərəzsizlik kimi anlayışları anlamadığı üçün, hər bir alqoritmik vizualizasiyanın etik süzgəcdən keçirilməsi yalnız insan dizaynerin üzərinə düşür.

Eyni zamanda, bu transformasiya dizayn təhsilində də köklü dəyişikliklər tələb edir. Artıq tələbələrə yalnız proqram təminatının düymələrini basmaq deyil, süni intellektlə effektiv "prompt" (əmrilər) yazmaq, nəticələri tənqidi təhlil etmək və generativ modellərin məhdudiyyətlərini anlamaq öyrədilməlidir.

Etik problemlər və müəlliflik hüquqları. Süni intellektin dizaynda istifadəsinin ən kəskin tərəflərindən biri etik məsələlər və müəlliflik hüquqlarıdır. Maşın öyrənməsi modelləri milyonlarla insan tərəfindən yaradılmış müəllif hüququ olan vizual əsərlər üzərində "təlim keçir". Generativ model yeni bir dizayn yaradarkən əslində həmin rəssamların üslublarının fraqmentlərini birləşdirir. Bu hal dizayn sənayesində "orijinalıq" anlayışının yenidən sorğulanmasına səbəb olmuşdur. Əgər bir dizayn maşın tərəfindən milyonlarla başqa dizaynın verilənlər bazası əsasında yaradılsa, onun həqiqi müəllifi kimdir: kodu yazan proqramçı, ilkin əsərlərin sahibləri olan rəssamlar, yoxsa "prompt"u daxil edən dizayner? Bu suallar hələ də hüquqi müstəvidə tam həllini tapmamışdır və müasir dizaynerlərin fəaliyyətində ehtiyatlılıq tələb edən əsas risk faktorlarından biridir.

NƏTİCƏ.

Süni intellektin müasir dizayna tətbiqi vizual mədəniyyət tarixində mətbəənin, fotoqrafiyanın və rəqəmsal qrafika proqramlarının kəşfi qədər əhəmiyyətli bir hadisədir. Tədqiqat nəticəsində aydın olur ki, yaradıcı prosesin transformasiyası ənənəvi dizaynerin sıradan çıxması mənasını vermir; əksinə, dizayn fəaliyyətinin daha intellektual, konseptual və fəlsəfi müstəviyə keçməsinə ifadə edir. Süni intellekt rutin, təkrarlanan və vaxt aparan texniki tapşırıqları öz üzərinə götürərək, dizaynerlərə əsl insan yaradıcılığının təməli olan "niyə" və "kimin üçün" suallarına daha çox vaxt ayırmaq imkanı yaradır.

Məqalədə aparılan təhlillər sübut edir ki, maşınlar kombinatıv yaradıcılıqda, böyük verilənlər bazasının emalında və vizual variantların sürətli generasiyasında mükəmməl vasitələr olsa da, onlar mədəni konteksti,

insan emosiyalarını və sosial mənaları dərk etmək iqtidarında deyillər. Məhz bu səbəbdən, insan və maşın yaradıcılığının simbiozu müasir dizaynın qızıl standartına çevrilməkdədir.

Gələcəyin dizaynerləri təkcə forma və rəng ustaları deyil, həm də süni intellekt sistemləri ilə səmərəli dialoq qura bilən, onların yaratdığı nəticələri tənqidi təfəkkür süzgəcindən keçirən vizual kuratorlar olacaqlar. Bu keçid dövründə qarşıda duran ən böyük çağırış, texnologiyanın heyranedici sürəti qarşısında dizaynın humanistik dəyərlərini, etik standartlarını və fərdi "orijinallıq" hissini qoruyub saxlamaqdır. Yaradıcı prosesin transformasiyası davam edir və bu prosesdə qalib gələnlər süni intellektə rəqib kimi deyil, güclü bir həmmüəllif kimi yanaşmağı bacaranlar olacaqdır.

Ədəbiyyat siyahısı

- 1.Manovich, L. (2018). AI Aesthetics. Strelka Press.
- 2Cross, N. (2011). Design Thinking: Understanding How Designers Think and Work. Berg Publishers.
- 3.Boden, M. A. (2004). The Creative Mind: Myths and Mechanisms (2nd ed.). Routledge.
- 4.Bakhshi, H., Frey, C. B., & Osborne, M. (2015). Creativity vs. Robots: The Creative Economy and the Future of Employment. Nesta.
- 5.Papanek, V. (1984). Design for the Real World: Human Ecology and Social Change (2nd ed.). Academy Chicago Publishers.

DOSTOYEVSKI YARADICILIĞINDA “ÖLÜ EVDƏN QEYDLƏR” ƏSƏRİNİN YERİ

Aynur Zahir qızı Bədəlova

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universitetinin müəllimi

<https://orcid.org/my-orcid?orcid=0009-0002-9288-6218>

badalovaaynurrr@gmail.com

Xülasə

Məqalədə F. M. Dostoyevski yaradıcılığında roman janrının yaranması, ictimai-tarixi zəmini, məzmun xüsusiyyətləri araşdırılır. XIX əsrdə Rusiyada kapitalist münasibətlərin inkişafı, sosial ziddiyyətlərin kəskinləşməsi və cəmiyyətdə baş verən mənəvi dəyişikliklərin yazıçının yaradıcılığına təsiri nəzərdən keçirilir. Dostoyevskinin dünyagörüşünün formalaşmasında rus ədəbiyyatının görkəmli nümayəndələrinin rolu qeyd olunur. “Ölü evdən qeydlər” əsəri Dostoyevski yaradıcılığının inkişafında mühüm mərhələ olmaqla, rus ədəbiyyatında realizm ənənəsinin güclənməsinə, sosial ədalətsizliklərin və insan psixologiyasının bədii əksinə əhəmiyyətli töhfə vermişdir. Əsərdə irəli sürülən fəlsəfi və mənəvi ideyalar yazıçının sonrakı romanlarında daha geniş şəkildə inkişaf etdirilmişdir.

Açar sözlər: ədəbiyyat, proses, yaradıcılıq, iztirab.

Abstract

The article examines the emergence of the novel genre in the work of F. M. Dostoevsky, as well as its socio-historical context and thematic characteristics. It explores the impact of 19th-century developments in Russia—specifically the rise of capitalist relations, the intensification of social contradictions, and shifting societal values—on the writer's creative output. The role played by prominent figures of Russian literature in shaping Dostoevsky's worldview is highlighted. “The house of the Dead” represents a pivotal stage in the evolution of Dostoevsky's work, making a significant contribution to strengthening the tradition of realism in Russian literature and offering a profound artistic portrayal of social injustices and human psychology. The philosophical and moral ideas introduced in this work were further developed in the author's subsequent novels.

Keywords: literature, process, creativity, suffering

Giriş

F. M. Dostoyevski XIX əsr rus ədəbiyyatının görkəmli nümayəndələrindən biri olmaqla, romanlarında dövrün ictimai, tarixi və fəlsəfi problemlərini geniş şəkildə əks etdirmişdir. Yazıçının əsərlərində dövrün sosial problemləri, insanların həyat şəraiti, cəmiyyətdə gedən dəyişikliklər, azadlıq, bərabərlik və ədalət məsələləri geniş əksini tapmışdır. Dostoyevski peşəkar tarixçi olmasa da, onun bədii əsərləri və publisistik fəaliyyəti XIX əsr Rusiyasının ictimai həyatının öyrənilməsi baxımından mühüm material verir. Onun ictimai-tarixi baxışlarının formalaşması 1840-cı illərin ikinci yarısından başlayır. Bu dövr Rusiyada kapitalist münasibətlərin inkişaf etməyə başladığı, sənaye çevrilişinin təsirinin artdığı, ilkin kapital yığımının sürətləndiyi və sosial təbəqələr arasında ziddiyyətlərin kəskinləşdiyi mərhələ idi. Cəmiyyətdə iqtisadi dəyişikliklərlə yanaşı, insan münasibətlərində və mənəvi dəyərlərdə də ciddi dəyişikliklər baş verirdi. Dostoyevskinin dünyagörüşünün formalaşmasında N. M. Karamzin, İ. İ. Lajeçnikov, M. N. Zaqoskin, K. P. Masalski, D. İ. Begiçev, Q. R. Derjavin və V. A. Jukovski kimi yazıçı və ədiblərin yaradıcılığının da müəyyən təsiri olmuşdur.

Yazıçının həyatında Petraşevski dərnəyi ilə əlaqəsi, həbs olunması, Petropavlovsk qalasında keçirdiyi müddət və katorqa həyatı onun sonrakı yaradıcılığında mühüm iz buraxmışdır. Katorqa illərində insan xarakterini, müxtəlif sosial təbəqələrdən olan insanların həyatını və onların psixologiyasını daha yaxından müşahidə etmək imkanı əldə edən Dostoyevski sonrakı əsərlərində bu müşahidələrdən geniş istifadə etmişdir. 1859-cu ildə mərkəzi Rusiyaya qayıtdıqdan sonra da onun diqqətində sosial problemlər, insanın cəmiyyətdəki mövqeyi və dövrün ictimai ziddiyyətləri dayanmışdır.

Dostoyevski ictimai problemləri öyrənməklə yanaşı, tarix, iqtisadiyyat və kilsə tarixi ilə də maraqlanmışdır. O, qardaşına yazdığı məktublardan birində tarixçilərdən, iqtisadçılardan, “Отечественные записки” jurnalından, kilsə atalarının əsərlərindən və kilsə tarixindən məlumat istəyirdi. Bu maraqlar yazıçının ictimai-tarixi baxışlarının genişlənməsinə və sonrakı bədii yaradıcılığında dövrün sosial problemlərinə daha dərinlən müraciət etməsinə şərait yaratmışdır.

1860-cı illərdə Dostoyevskinin ictimai-tarixi baxışlarında yeni mərhələ başlayır. Katorqa təcrübəsi onun əvvəlki sosial-utopik təsəvvürlərinin dəyişməsinə, ictimai hadisələrə daha real yanaşmasına təsir göstərir. Bu dövrdə romantik təsəvvürlər tədricən realist baxışlarla əvəzlənir, insanın cəmiyyətdəki vəziyyəti, sosial ədalətsizlik, azadlıq və bərabərlik məsələləri yaradıcılığında daha geniş yer tutur. II Aleksandrın hakimiyyətə gəlməsi və ölkədə həyata keçirilən islahatlar da yazıçının diqqətindən kənarda qalmamışdır.

1861-ci il kəndli islahatı ilə bağlı məsələlər Dostoyevskinin publisistik fəaliyyətində mühüm yer tutmuşdur. Qardaşı ilə birlikdə nəşr etdirdiyi “Vremya” jurnalında kəndli islahatı və onun Rusiyanın ictimai həyatına təsiri

geniş müzakirə edilmişdir. Sonrakı illərdə “Vremya” jurnalının bağlanması, “Epoxa” jurnalının nəşrə başlaması və burada “Записки из подполья” əsərinin çap olunması Dostoyevskinin dövrün ictimai fikri ilə bağlı mövqeyinin daha aydın şəkildə ifadə olunmasına imkan vermişdir. “Yeraltından qeydlər”də yazıçının inqilabçı-demokratlarla, xüsusilə N. Q. Çernışevskinin əsərində irəli sürülən baxışlarla polemikası özünü göstərir.

Dostoyevskinin yaradıcılığında 1860-cı illərdən etibarən ictimai problemlərin bədii şəkildə ifadəsi daha geniş xarakter alır. “Qumarbaz”, “Cinayət və cəza” və “İdiot” romanlarında dövrün sosial münasibətləri, pul və kapitalın insan həyatına təsiri, şəxsiyyətin cəmiyyətdəki vəziyyəti, yoxsulluq, mənəvi sarsıntılar və insanın daxili aləmi müxtəlif istiqamətlərdə əks etdirilir. Xüsusilə “Cinayət və cəza” romanında XIX əsr Rusiyasının sosial həyatı ilə insanın daxili dünyası arasında sıx əlaqə yaradılır. Romanın yaranması üzərində uzun illər davam edən yaradıcılıq işi Dostoyevskinin insan xarakterinə və onun daxili aləminə münasibətinin tədricən formalaşdığını göstərir.

Dostoyevskinin roman yaradıcılığında ictimai-tarixi problemlərin əks olunması sonrakı əsərlərində də davam edir. 1870-ci illərdə yazılmış “Cinlər” romanında dövrün siyasi hadisələri və inqilabi hərəkətin yaratdığı problemlər ön plana çıxır. “Karamazov qardaşları” romanında isə yazıçının sosial, tarixi, fəlsəfi və dini düşüncələri daha geniş şəkildə ümumiləşdirilir. Beləliklə, Dostoyevskinin roman yaradıcılığı ayrı-ayrı insan talelərinin təsviri ilə məhdudlaşmayaraq XIX əsr Rusiyasının ictimai həyatında baş verən proseslərin, cəmiyyətdəki ziddiyyətlərin və insanın bu proseslər qarşısında vəziyyətinin bədii ifadəsinə çevrilir.

Dostoyevskinin roman yaradıcılığının tədqiqi onun əsərlərində ictimai həyatla insanın daxili aləmi arasındakı əlaqənin, yazıçının tarixi və sosial hadisələrə münasibətinin, insan xarakterinin və psixologiyasının bədii ifadə xüsusiyyətlərinin müəyyənləşdirilməsi baxımından xüsusi maraq doğurur. Yazıçının romanlarında dövrün sosial problemləri ilə yanaşı, şəxsiyyətin daxili ziddiyyətləri, onun düşüncələri və yaşadığı mənəvi sarsıntılar da geniş şəkildə əks olunur. Bu baxımdan Dostoyevskinin roman yaradıcılığı bütöv şəkildə nəzərdən keçirildikdə onun yaradıcılıq inkişafının əsas istiqamətləri daha aydın görünür.

Dostoyevskinin roman yaradıcılığının formalaşmasında onun şəxsi həyat təcrübəsi ilə yanaşı, insan xarakterinə və sosial mühitə dair müşahidələri də mühüm yer tutur. Yazıçının yaradıcılığında insanın daxili aləminə maraq erkən dövrdən özünü göstərsə də, Sibir sürgünü və katorqa həyatı onun insan təbiətinə münasibətini daha da dərinləşdirmişdir. Bu baxımdan yazıçının sonrakı roman yaradıcılığını tədqiq edərkən əvvəlcə onun sürgün təcrübəsinin bədii ifadəsi olan “Ölü evdən qeydlər” əsərinə nəzər salmaq məqsədəuyğundur.

1861-ci ildə qələmə alınmış “Ölü evdən qeydlər” Dostoyevskinin Sibir sürgünü zamanı yaşadıklarına əsaslanan avtobioqrafik, zəngin, realist əsərdir. Yazıçı burada həbsxana həyatının real mənzərəsini, məhkumların gündəlik

yaşayışını, düşüncə tərzini, bir sözlə, cəza sisteminin bütün qəddarlığını və məhrumiyyətlərini dərin müşahidələr və psixoloji yanaşmalarla təsvir edir. Əsər insan təbiətinin sərt şəraitlərdə necə dəyişdiyini, daxili aləminin hansı sarsıntılara məruz qaldığını açmaq məqsədi daşıyır.

Həyatının ən ağır illərini keçirən gənc yazıçı ilk dörd ilini Omsk şəhərinin həbsxanasında, qalan altı ilini isə Sibirin müxtəlif yerlərində keçirmişdi. “Ölü evdən qeydlər” əsərində Dostoyevski məhz Omsk həbsxanasındakı həyatı, məhbuslarla qarşılaşmalarını və oradakı sərt reallıqları əsərin əsas mövzusu kimi təsvir edir. Onun məhbuslarla qurduğu münasibət və onların həyat hekayələri yazıcının dünyagörüşündə dərin izlər buraxmış, insan təbiətinə və ədalət sisteminə baxışlarını köklü şəkildə dəyişdirmişdir.

Əsərdə diqqətçəkən cəhətlərdən biri insan obrazlarının qeyri-adi psixoloji dərinliklə işlənməsidir. Hər bir məhkumun fərqli həyat hekayəsi təqdim olunur. Yazıçı onların heç birini mühakimə etmir, əksinə, bu insanları anlamağa, onların keçmişini və yaşantılarını oxucuya çatdırmağa çalışır. Onların arasında sadələvh kəndlilərdən başlayaraq amansız qatillərə, inqilabçılara qədər müxtəlif xarakterlərlə qarşılaşıq. Bu obrazlar həm dövrün sosial quruluşunu, həm də insan ruhunun dərin ziddiyyətlərini açmaq üçün vasitəyə çevrilir.

Dostoyevski üçün əsas məsələ insanın etdiyi cinayət deyil, bu cinayətin arxasında duran mənəvi böhran və daxili parçalanmadır. Yazıçı göstərmək istəyir ki, insan nə qədər dərin uçurumlara yuvarlansa da, onun içində yenidən doğulmaq, mənəvi yüksəlişə çatmaq bacarığı vardır. Bu baxımdan “Ölü evdən qeydlər” əsərində insanın cinayət və cəza qarşısındakı vəziyyəti ilə yanaşı, onun daxili dünyasında baş verən dəyişikliklər də ön plana çəkilir.

Əsərdə tənqid olunan əsas məsələlərdən biri də cəza sistemidir. Dostoyevski həbsxananı insan şəxsiyyətini məhv edən, onu mənəvi cəhətdən yox edən bir sistem kimi təqdim edir. Onun fikrincə, bu sistem insanı düzəltmək əvəzinə, daha da qəddarlaşdırır, onun ictimailəşmək qabiliyyətini itirməsinə və cəmiyyətə uyğunlaşmaq imkanlarının məhv olmasına səbəb olur. Məhbuslar burada yalnız cəza çəkmir, həm də mənəvi olaraq susdurulurlar. Onlar üçün ən dözülməz olan mənasızlıq hissi, şəxsiyyətin heç sayılması və ümidin tükənməsidir.

Əsərin “ölü ev” adlandırılması da müəllif tərəfindən dərin mənə ifadə edir. Bu yer artıq ölmüş həyatların yaşadığı bir məkandır, burada zaman da donmuş, insanlıq da dondurulmuş vəziyyətdədir. Beləliklə, həbsxana insanın mənəvi vəziyyətini müəyyənləşdirən mühit kimi təqdim olunur.

Dostoyevskinin bu əsərdə toxunduğu mühüm məqamlardan biri də dini və mənəvi axtarışlardır. Sürgün illərində onun Tanrıya inamı yenidən dirçəlmiş, pravoslav dəyərlərə daha dərin bağlılıq yaranmışdır. Əsərdə bu mənəvi dönüş özünü müxtəlif epizodlarda göstərir. Yazıçı bəzi məhbusların sadəliyi və iman gücü qarşısında

heyranlığını gizlətmir. O, inanır ki, insanı xilas edən nə hüquqi cəza, nə də fiziki işgəncədir. Əsl islah yalnız mənəvi oyanış və daxili dəyişiklik sayəsində mümkündür. Bu baxımdan əsər həm də mənəvi oyanışın, təmizlənmənin və bağışlanmanın mümkünlüyü ideyasını daşıyır. Cəmiyyətin laqeyd olduğu və “islahedilməz” saydığı insanlar arasında belə vicdanın, mərhəmətin və həqiqi insani keyfiyyətlərin yaşadığını göstərmək Dostoyevskinin əsas məqsədlərindən biridir.

Nəticə olaraq, “Ölü evdən qeydlər” əsəri Dostoyevski yaradıcılığının inkişafında mühüm mərhələ olmaqla yanaşı, rus ədəbiyyatında realizm ənənəsinin güclənməsinə, sosial ədalətsizliklərin və psixologizmin ədəbiyyatda ifadəsinə xidmət etmişdir. Əsərdəki dilin sadəliyi və real həqiqətlərin bədii ifadəsi oxucunun diqqətini çəkir. Həmçinin, bu əsər sonrakı illərdə yazılmış “Cinayət və cəza”, “İdiot”, “Karamazov qardaşları” kimi romanlarda daha geniş şəkildə işlənəcək fəlsəfi və mənəvi ideyaların ilkin formasını təşkil edir.

Ədəbiyyat

1. Dostoyevski, F. M. (2009). Seçilmiş əsərləri (Cild 2). Bakı: Şərq-Qərb. 744 s.
2. Qaraoğlu, F. (2018). Tarixdə iz buraxanlar: Fyodor Dostoyevski. Bakı Xəbər.
3. Mirzəzadə, R. (2016). Bəşərin ölməz dühası, həqiqi insan aşığı. Həftə içi.
4. Şərifova, S. (2018). Klassiklər və müasirlər söz müstəvisində. Bakı: Elm və Təhsil. 568 s.
5. Бахтин, М. М. (1963). Проблемы поэтики Достоевского. Москва: Советский писатель. 363 с.
6. Баталова, Т. П. (2021). Проблема повествования в «Записках из Мертвого Дома» Ф. М. Достоевского. Проблемы исторической поэтики, 19(1), 221–238. <https://doi.org/10.15393/j9.art.2021.9042>

**AZƏRBAYCAN UŞAQ ƏDƏBİYYATINDA BƏDİİ FORMALAR
OBRAZLAR-XIX ƏSR**

Doçent Doktor, AYGUN AHMADOVA

**Azərbaycan Devlet Pedaqoji Universiteti, Edebiyat ögretim teknolojisi bölümü
(ahmadovaa708@gmail.com) ORCID: 0000-0002-2464-2513**

ÖZET

Azərbaycan edebiyatında 19. yüzyl iki gelişim döneminden geçmiştir. Birincisi başlangıç oluşum dönemi, ikincisi ise olgunluk dönemidir. İlk dönemde edebiyat alanındaki aydınlanmanın başlıca temsilcileri A. Bakikhanov, I. Gutgashinli, G. Zakir ve M. Ş. Vazeh iken, ikinci dönemde M. F. Akhundov, H. Zardabi, S. A. Şirvani ve N. Vezirov öne çıkmıştır. Klasik edebiyatımızın değerli bir temsilcisi olan G. Zakir'in eserleri, fikir derinliği, içeriği ve biçimiyle yaşadığı toplumun sanatsal kültüründe niteliksel bir sıçrama yaratmıştır. Bu sıçrama, klasik mirasın sanatsal yaratıcılığı, toplumun kültürel yaşamının yükselişi, toplumsal yaraların derinleşmesi, çelişkilerin daha da şiddetlenmesi ve şairin kendi öznel duyguları, arzuları ve eylemleri sayesinde ortaya çıkmıştır. Tüm bunlar, sanatsal biçimler, temalar ve imgeler yaratmaktan başka bir şey yapamazdı. Gasim Bey Zakir, Azərbaycan edebiyatında realizmin önde gelen temsilcilerinden, aydınlanmış gerçekçi hicvin kurucusudur.

Azərbaycan sanat dilinin gelişimine büyük katkılar sağlayan aydın entelektüellerden biridir. Eğitimci ve pedagog Firidun Bey Koçarlı, Zakir'in eserlerini değerlendirirken şunları yazmıştır: - "Gasim Bey Zakir'in anadilimize olan sevgisine katkıları büyüktür. Anadil, her sanatçının düşüncelerini ve duygularını tam ve doğru bir şekilde yansıtmak için elindeki en önemli silahtır. Gasim Bey Zakir bu silahı ustaca kullanmış ve M.P. Vagif'ten sonra Azərbaycan sanat dilini daha da zenginleştirmiş ve geliştirmiştir." G. Zakir'in edebi mirası, gerçekçi dalının gelişim tarihinde yeni bir aşama açan bir olay olarak Azərbaycan edebiyat hazinesine girmiştir. Şair, gerçekçi yaklaşımı ve eserlerindeki içerik zenginliğiyle seleflerinden ve haleflerinden sıyrılmıştır.

Anahtar kelimeler: sanat dili, edebi miras, bir olay, şairin kendi, sanatsal biçimler

**ART FORMS AND IMAGES IN AZERBAIJAN CHILDREN'S
LITERATURE - 19TH CENTURY**

Associate Professor, Aygun Ahmadova

Azerbaijan State Pedagogical University, Department of Literature Teaching Technology

(ahmadovaa708@gmail.com) ORCID: 0000-0002-2464-2513

ABSTRACT

Azerbaijani literature underwent two distinct stages of development during the 19th century: an initial formative period and a subsequent period of maturity. While A. Bakikhanov, I. Gutgashinli, G. Zakir, and M. Sh. Vazeh were the primary representatives of the literary enlightenment during the first period, M. F. Akhundov, H. Zardabi, S. A. Shirvani, and N. Vezirov rose to prominence in the second. The works of G. Zakir—a distinguished representative of our classical literature—precipitated a qualitative leap in the artistic culture of his society through their depth of thought, content, and form. This advancement emerged from the interplay of the classical literary heritage, the elevation of the society's cultural life, the deepening of social ills, the intensification of contradictions, and the poet's own subjective emotions, desires, and actions. Collectively, these factors inevitably gave rise to new artistic forms, themes, and imagery. Gasim Bey Zakir stands as a leading figure of realism in Azerbaijani literature and the founder of enlightened, realistic satire.

He is one of the enlightened intellectuals who made significant contributions to the development of the Azerbaijani artistic language. In his assessment of Zakir's works, the educator and pedagogue Firidun Bey Kocharli wrote the following: "Gasim Bey Zakir made significant contributions through his love for our native language. The native language is the most important tool at an artist's disposal for fully and accurately reflecting their thoughts and emotions. Gasim Bey Zakir wielded this tool masterfully; following M.P. Vagif, he further enriched and developed the language of Azerbaijani art." G. Zakir's literary legacy has entered the treasury of Azerbaijani literature as a milestone that ushered in a new stage in the development of the realistic tradition. The poet distinguished himself from both his predecessors and successors through his realistic approach and the richness of content in his works.

Keywords: artistic language, literary legacy, milestone, the poet himself, artistic forms

GİRİŞ

Bütövlükdə Azərbaycan ədəbiyyatında XIX əsir, iki inkişaf dövrü keçirmişdir. Birinci ilk təşəkkül dövrü, ikinci yetkin dövürdür. Birinci dövüdə ədəbiyyat sahəsində maarifçiliyin əsas nümayəndələri A. Bakıxanov, İ.Qutqaşanlı, Q.Zakir və M.Ş.Vazeh, ikinci dövüdə, M.F.Axundov, H.Zərdabi, S.Ə.Şirvani, N.Vəzirovdur.

Klassik ədəbiyyatımızın layiqli nümayəndəsi Q.Zakirin əsərləri ideya dərinliyi, məzmunu və forması ilə yaşadığı cəmiyyətin bədii mədəniyyətində keyfiyyət sıçrayışı idi. Bu sıçrayış klassik irsin bədii yaradıcılığı, cəmiyyətin mədəni həyatının yüksəlişi, ictimai yaraların dərinləşməsi, ziddiyyətlərin daha da kəskinləşməsi və şairin öz subyektiv hiss, arzu, amalı hesabına yaranmışdı. Bütün bunlar bədii formalar, mövzular, obrazlar yaratmaya bilməzdi.

Qasım bəy Zakir Azərbaycan ədəbiyyatında realizmin görkəmli nümayəndəsi, maarifçi realist satiranın banisidir. O, Azərbaycan bədii dilinin inkişafı sahəsində böyük xidməti olan maarifçi ziyalılardandır. Maarifçi, pedaqoq Firidun bəy Köçərli, Zakir yaradıcılığını qiymətləndirərək yazırdı: “Qasım bəy Zakirin ana dilimizin sevilməsində xidmətləri böyükdür. Ana dili hər bir sənətkarın əlində fikrini və hissini dolğun, düzgün əks etdirmək üçün əsas silahdır. Qasım bəy Zakir bu silaha yiyələnmiş, M.P.Vaqifdən sonra Azərbaycan bədii dilini daha da zənginləşdirmiş və incələşdirmişdir”.

Q.Zakirin ədəbi irsi Azərbaycan ədəbiyyatı xəzinəsinə, onun realist qolunun inkişafı tarixinə yeni bir mərhələ açan hadisə kimi daxil olmuşdur. Şairin əsərlərindəki realist yardımçılığı, məzmun zənginliyi ilə sələflərindən və xələflərindən seçilirdi. Şair əsərlərini xalqın başa düşdüyü bədii dildə yazmışdır. Buna görə də M. F. Axundov, F. Köçərli, Ə. Haqverdiyev, A. Şaiq Azərbaycan dilinin incəliklərindən, gözəlliklərindən danışarkən Zakirin adını dönə-dönə çəkmişlər. Şairin yaradıcılığında XIX əsrin birinci yarısına məxsus Azərbaycan ədəbi-bədii dilinin əsas xüsusiyyətləri, səciyyəvi cəhətləri, poetik deyim tərzini aydın bir ifadə şəkilində öz əksini tapmışdır. Q.Zakir Azərbaycan bədii dilini yeni pilləyə qaldıraraq, məzmunca dolğun, formaca bitkin satirik şeirləri, qoşmaları, gəraylıları ilə öz dövrünün şairlərindən seçilirdi.

Qasım bəy Zakir 1784-cü ildə Şuşanın Sarıcalı kəndində doğulmuşdur. Onun əslə Qarabağda məşhur olan Cavanşirlər nəslindəndir. Ulu babası Kazım ağa Şuşa şəhərinin əsasını qoyan Pənah xanın doğma qardaşıdır. Q.Zakir ilk təhsilini Şuşada mollaxanada almış, ərəb, fars, dillərini öyrənmişdir. Bu dilləri bilməsi ona Yaxın Şərqlə Əbdülqasım Firdovsi, Nizami Gəncəvi, Sədi Şirazi, Hafız Şirazi kimi söz istedadlarının əsərləri ilə tanış olmaq imkanı vermişdir.

Gənclik illərini at belində, müxtəlif müharibələrdə və döyüşlərdə keçirən Qasım bəy Zakir 1830-cu ildən başlayaraq təsərrüfatçılıqla məşğul olmağa başlayır. Şair, ilin yay fəslini Şuşada, qalan fəsillərini isə dayısı Mehdiqulu xanın ona bağışladığı Xındırstan kəndində həyatını davam etdirirdi.

1829-cu ildə oğlu Əli bəy vaxtsız vəfatı şairi kədərləndirir və o, “Əziz oğlumun vəfatı tarixi” adlı fars dilində bir şeir yazır. Bir müddət yaradıcılığına fasilə verən şair, təsəllini qızı Nənəşdən olan nəvələrində tapır. Nəvələrinə savad öyrədir və onlarda şeirə maraq oyadır. Bu tərbiyənin köməyi ilə nəvələrinin üçü İbrahimbəy Azər, Abdullabəy Asi və Xudadatbəy sonralar şair olaraq yetişmişlər. Lakin yaradıcılıqları babaları kimi Azərbaycan ədəbiyyatında öz yerini tapa bilməmişdir.

Qasım bəy Zakir müasirləri arasında da dərin hörmət və böyük nüfuz qazanmışdır. Azərbaycanın Baba bəy Şakir (1772-1844), İsmayıl bəy Qurtqaşılı (1806-1861), Mirzə Fətəli Axundzadə (1812-1878), Xurşidbanu Natəvan (1832-1897) kimi tanınmış ziyalılarla ədəbi məclislərdə tez-tez görüşürdü.

Qasım bəy Zakiri sevməyib, onun yaradıcılığına hörmət etməyənlər çox idi. Qarabağda öz fitnə-fəsadları ilə ad çıxarmış Cəfərqulu xan Nəva, Şuşa qazisi Mirzə Əbülqasim, yerli çar hakimi Konstantin Tarxan-Mouravov kimi xalqın düşmənləri, Zakirin satiralarında özlərini görürdülər. Zakirin satirik tənqidinə hədəf olmuş bu adamlar şairi dövlət yanında etibardan salıb onu tutdurmaq üçün müəyyən bəhanələr axtarırdılar. Beləliklə, Zakiri hökumətdən qaçaq düşmüş qardaşı oğlu Behbud bəy Cavanşiri evində saxladığına görə günahlandıraraq, Zakirin özünü də ailə üzvləri və yaxın qohumları ilə birlikdə həbs edərək, Şuşa həbsxanasına gətirirlər. Bununla da ürəyi soyumayan Tarxan-Mouravov Xındırstan kəndini qarət edərək və kənd camaatını tamamilə yoxsul vəziyyətə salır. Şair bir il qədər Şuşa həbsxanasında qaldıqdan sonra mühakimə olunmadan Bakıya sürgün edilir.

Bakıda sürgün həyatı keçirən qoca şair, M.F. Axundova yazdığı məktublarda şairin həyatının çox ağır keçdiyi bəlli olur. Şair yaxın dostu Axundova yazır ki, onun “simü-zəri” yoxdur ki, özünü təmizə çıxartsın və yerli hakimlərin tələsindən canını qurtarsın.

Gözüm yolda qaldı, könül intizar,
Gəlmədi cavabi-namələr səndən.
Bir aydan artıqdır gedib uşaqlar
Yetişmədi bizə bir xəbər səndən.

O zaman Tiflisdə Cənibinlik idarəsində işləyən İsmayıl bəy Qurtqasınlı, Mirzə Fətəli Axundov Bakı qubernatoru Mixail Kolyubakin, Gürcü knyazı İliko Orbeliani Zakirin şikayətlərini dinləyib, sürgündən azad olmasına çalışırlar. Şair bir neçə ay Bakıda sürgün həyatı keçirəndən sonra bu şəxslərin səyi nəticəsində sürgündən azad olaraq, vətəni Şuşaya qayıdır. Lakin o, ömrünün axırınadək baş hakimliyin nəzarəti altında yaşamaq məcburiyyətində olur. 23 yaşlı oğlu Nəcəfqulu bəy və 20 yaşlı qardaşı oğlu İsgəndər isə 3 il Rusiyada sürgün həyatı keçirirlər. Bəzi təliqədə verilən məlumata əsasən, qaçaq Behbud bəy, Qarabağlı Əli kişi tərəfindən öldürülür. Onun meyidi Şuşa həbsxanasının yaxınlığında olan canilərə məxsus qəbristanlıqda dəfn olunmuşdur. Zakirin qızı Nənəş xanım isə gizlin bir vasitə ilə Behbud bəyin nəşini ordan çıxardaraq, müsəlmanlara aid olan qəbristanlıqda dəfn edir. Qeyd etmək lazımdır ki, Zakirin təhdid, təqib və sürgündə olduğu illər şairin bədii yaradıcılığının tam yeni istiqamət almasına qüvvətli təsir göstərmişdir.

Nəzarət altında yaşamaq şairin ömrünün son aylarında fərəhsiz ömür sürməsinin səbəblərindən biridir. Bunlardan biri də maddi ehtiyac içində yaşamasıdır. Dostlarının təşəbbüsü ilə şairə 1857-ci ildən başlayaraq 36 manat təqaüd təyin edilmişdir. Lakin təqaüd kağızı Şuşaya çatanda artıq qoca şair dünyasını dəyişmişdi. Qasım bəy Zakir ömrünün sonlarını maddi ehtiyac və çətinliklər içərisində başa vurmuşdur. O, 1857-ci ildə Şuşada vəfat etmiş və şəhərin Mirzə Həsən qəbiristanlığında dəfn edilmişdir.

Yaradıcılığı-Qasım bəy Zakirin satiraları əsas etibarilə çar hakimləri və çarizmin müstəmləkəçi qanun və qaydaları əleyhinə çevrilmişdir. Zakirin satirasında ən amansız tənqid olunanlar gücsüzlərin və acizlərin hüquqlarını tapdalayanlardır. Kəskin tənqid və kinayəli gülüş Zakir satiralarının əsas xüsusiyyətlərindəndir. O, ictimai nöqsanları sadəcə təsvir etməklə kifayətlənmirdi, eyni zamanda onlara qarşı özünün kəskin tənqidi münasibətini, nifrət və qəzəbini də bildirirdi. Bu cəhətdən XIX əsrin görkəmli simalarından sayılan Q. Zakir yaradıcılığı xüsusi əhəmiyyət kəsb edir.

Zakir çar hakimlərinin və yerli ağaların rüşvətxorluğunu xüsusi bir qəzəblə lənətləmişdir. “Divan əmələcatı” şairdə dərin nifrət oyadır. Çünki qanun-qaydanı qorumalı olan bu “həşərat” əslində tamahkar və soyğunçudur. Yazıq o adamın halına ki, bunların əlinə düşsə! Tora düşənin şirəsini sormayana qədər bunlar o adamdan əl çəkməzlər. Satiralarının birində Zakir öz tənqidini konkret həyatı hadisə üzərində quraraq göstərir ki, Hacı Qurban adlı, mal-qara sahibi, varlı-dövlətli bir şəxsi “divan əmələcatı” o kökə salmış ki, axırda qonşu kəndə getmək üçün bir yabı da tapmır. Zakir divanxanalardakı süründürmələri maraqlı bir şəkildə oxucularına təsvir edir.

Ərzə verə bir adamın pədəri,
Fərzəndinə olmaz zahir əsəri,
Yetmiş ildən sonra nəvvadələri
Məgər ondan tapa bir rahi-nicat.

O, dövrün haqsızlıqlarını qələmə alaraq çar məmurlarının “insaf və mürvvətdən” kənar olduğunu narahatçılıqla şeiriyyatına köçürdü. Q.Zakirin əsərlərində, tənqid etdiyi ruhani obrazları, dövrün dələduzları idi. Şair onları bir ateist kimi ifşa etməmişdir. O, İslam dinini qəbul edirdi. Dini etiqlatlara əməl edirdi. Lakin İslam dinini təhrif edən və istismarçı sinifə haqq qazandıran ruhanilər amansız satira atəşinə tutmaqla yanaşı eyni zamanda onları rüsvay etməkdən çəkinmirdi. Şair ruhanilər ifşa edən bir sıra maraqlı məzmununda əsərlər yazmışdır. “Elat əhlinin tərifi və qazinin əsl-nəcəbi haqqında”, “Qarabağ qazisinə”, “Şuşa mollaları haqqında”, “Dər tərifi-əhval əxlaqi-əhli-ruzigar”. Bu şeirlərdə şairin əsas hədəfi, dini tərqiqlərdir.

O, müxtəlif janrlara müraciət edərək, təsvirlərinə açıq təkəkkürlə yanaşırdı. Onun şeirlərində lirik qəhrəmanın həyəcan və iztirabları qələmə alınmışdır. Həyat rişəli satirik məzmunlu əsərləri, mənzum hekayələri ilə şair feodal əxlaqının müxtəlif tərəflərini tənqid edərək, ictimai ədalətsizliyə qarşı dini əsarətin, mövhumatın və fanatizmin xalqın mədəni inkişafına mənfi təsir etdiyini, bir səbəb kimi göstərirdi. Onun ictimai məzmunlu “Gözüm yolda qaldı, könül intizar”, “Dost yolunda cəfa çəkdim, can üzdüm”, “Dərdbilməzlər qınar mənə, heç deməz”, “Bir saat havada qanad saxlayın”, “Cəfa çəkdim, bağ yetirdim” misraları ilə başlanan qoşma və gəraylıları və bəzi satirik məzmunlu məktubları yeniyetmələrin fikri, əxlaqi tərbiyəsinə, həyat həqiqətlərini anlamalarına kömək edən əsərlər kimi qiymətlidir. Bunlarla bir sırada maarifçi şairin ədəbi irsində XIX əsr milli uşaq ədəbiyyatımızın inciləri səviyyəsində olan mənzum hekayələri, təmsilləri də faydalı və gərəkli əsərlərdir.

Şairin satirasında gülüş yaşadığı mühitə təsir etmişdir. Bu gülüşdən xalqı uzaq tutmağa çalışan bəy, xan, mülkədar, nə çar məmurları, nə ruhanilər, nə də xalqı soyub-talayan başqa tüfeyli fırıldaqçılar yaxalarını qurtara bilməmişlər. Q.Zakir avam kütlənin gözünü açmaq, onların savadlanmasına yardım etmək məqsədilə yorulmadan yaradıcılığını davam etdirirdi. O, xalqına zülm edən mürtəce qüvvələrə qarşı gülüşün bütün növlərindən-satira, istehza, kinayə və yumordan bacarıqla istifadə etmişdir. Elə buna görə özünün həyatı zillətdə keçmişdir.

Öləndə Zakiri-xəstə
Növcəvanlar dəstə-dəstə
Gəlməsin qəbrimin üstə,
Deyin, cananədən ayrı.

Qasım bəy Zakir bizim unudulmaz və yaradıcılığı zəngin olan klassiklərimizdəndir. Kökü real həyata bağlı olan satira mövzunu Q. Zakir öz qələmi ilə daha yüksək mərhələyə qaldırdı və mühitin eybəcərliklərini əks etdirirdi. Onun Seyid Əzim Şirvani və Mirzə Ələkbər Sabir arasında körpü təşkil edən satirik şeirləri XX əsrin satirik şeirinin ideya-bədii mənbələrindən biri olmuşdur.

Zakirin “Durnalar” şeiri onun ictimai motivli qoşmalarındandır. Bakıda sürgündə olarkən yazılmış bu şeirin mövzusu şifahi xalq ədəbiyyatında geniş yayılmışdır. Belə ki, folklorda durnalar qəribliyin, kövrəklik və gözəlliyin timsalı, simvolu kimi alınmış, vəsf olunmuşdur. Zakirin “Durnalar” şeiri sələflərinin şeirlərindən siyasi məzmunu ilə seçilir. Bu qoşmada həzin bir kədər, kövrək duyğular canlı, şirin və yığcam dillə təsvir olunmuş, dövrün zülmü, ictimai haqsızlıq çox incə və sadə şəkildə qələmə alınmışdır.

Diyari – qürbətdə müddətdi varam,
Gecə - gündüz canan deyib ağlaram,
Mən də sizin kimi qəribü zaram,
Eyləməyin məndən haşa, durnalar!

Laçın yatağıdır bizim məkanlar,
Yavaş gedin, səs-səmirniz, anılar,
Qorxuram toxuna ötən zamanlar,
Sürbəniz dağılıb çaşa durnalar!

F.Köçərlinin fikri ilə desək Zakir Azərbaycan bədii dilini daha da zənginləşdirmiş və incələşdirmişdir. Şairin fikrincə, bədii söz elə deyilməlidir ki, orada sözün mənası da dərinləşməlidir. Q.Zakirin sadə Azərbaycan dilində yazdığı əsərlərdə leksikonunun ümumxalq sözləri təşkil edir. O, Azərbaycan dilinin bir çox gözəlliklərini şeirə, sənətə gətirmişdir.

Q.Zakirin zəngin ədəbi irsi içərisində Azərbaycan qadınlarının həyatı, dünyagörüşü, daxili aləmi və məhəbbətini özündə əks etdirən şeirlər xüsusi yer tutur. Şair qadının daxili gözəlliyi ilə yanaşı, zahiri gözəlliyini də qiymətləndirmişdir.

Yadlar ilə danışmaya, gülməyə,
Namünasib yerə gedib-gəlməyə,
Hər sözü şəninə layiq bilməyə,
Namusu qeyrəti, arı gərəkdir.

Zakirin yaradıcılığında məzmun hekayə və təmsilləri mühüm yer tutur. Onun müxtəlif mövzularda yazdığı “Məlikzadə və Şahsənəm”, “Əmirzadə”, “Məşuq və cavan qız”, “Aşıqın təam bişirməyi”, “Aşıq və məçuq haqqında”, Zövcü- axər”, “Tərən və elçi”, Dəvəsi itən kəs”, “Dəvriş ilə qız”, “Həyasız dəvriş”, “Əxlaqsız qazi”, “Xalqa vəz deyən” mənzum hekayələrində məhəbbət insanın ülvə və nəcib hissi kimi təsvir olunur. Məhəbbətdə sədaqət, mətanət və dözümlülük, vəfada möhkəmlilik bu hekayələrin bir qisminə əsas məzmun təşkil edir.

Şairin, “Tərən və elçi” hekayəsində Nizami ənənəsini davam etdirərək padşahları xalqla yaxşı rəftar etməyə, idarə işlərində tədbirli olmağa, hökm və qərar verərkən diqqətli olmağa çağırır. Hekayədə Yəmən padşahına müraciətində deyir:–“Heç adətdə elçiyə yoxdur zaval”–sözləri ilə ölümə məhkum olunanları azad edən vəzirin simasında ağıllı başçılar surətini yaradır. Hekayə maraqlı həkimanə sözlərlə bitir.

“Təəmmül etməsə padşah əgər,
Peşmanlıq əlin dizinə döyər.
Əvvəl imtahandır, sonra fərmayış,
Yerinə qayıtmaz, çünki düşdü diş”.

Zakirin yaradıcılığında olan bu kimi həkimanə ifadələr hekayələrinin mənasını dərinləşdirir. “Dəvrişlə qız” hekayəsində dəvrişin simasında ruhani cildinə girən tufeyli bir obraz diqqət mərkəzindədir. Dilənçilik məqsədi ilə qapı-qapı gəzən dəvriş yoxsul bir ailədə, evdə tək qalan qıza rast gəlir, əlindəki çomağın gücü ilə qızdan qızıl və gümüş, un və yemək şeyləri tələb edir. Qız isə kasıb olduqlarını söyləyib dəvrişi cavabı ilə sarsıdanda, dəvriş bu yoxsul ailəni söyür. Müəllif hekayədə cəsarətli qız obrazı yaradaraq, dəvrişin dilənçi sifətini və pis niyyətini

açır. Bu obraz M.F.Axundovun komediyalarında yaranan Sona və Səkinə kimi müsbət qadın surətlərinin rüşeyimi kimi tədqiqatçılar tərəfindən qiymətləndirilir.

XIX əsr ədəbiyyatımızda Q.Zakir, A.Bakıxanov Qüdsidən sonra keçmiş şərq təmsilçiliyindən nisbətən fərqli olan yeni təmsilçiliyin ikinci nümayəndəsidir. Zakirin yaradıcılığında təmsillərin əhəmiyyəti müstəsinadır. Onun nəşr olunmuş “Aslan, Qurd və Çaqqal”, Dəvə və eşşək”, Tülkü və Qurd”, “Xain yoldaşlar haqqında” (İlan, Dəvə, Tısbəğa), “Tülkü və şir”, “Sədaqətli dostlar haqqında” (Tısbəğa, Qarğa, Kəsəyən ,Ahu) 6 təmsili çap olunmuşdur. Şirin bu təmsillərində məşhur “Kəlilə və Diminə”nin və böyük rus yazıçısı İ.A.Kırilovun (1769-1844) təmsillərinin müəyyən təsirini görmək olur. Təmsillərdə təsvir olunan müxtəlif heyvanların timsalında yaşadığı dövrün, Azərbaycan həyatının mülkədarları, kəndliləri, tacirləri, məmur və din xadimləri əks olunaraq, tənqid olunur.

“Tülkü və Şir” təmsilində şirin timsalında xalqa zülm edən zalımı, tülkünün isə hiyləgər, “püfən” insan xarakterini oxucularına göstərir. Şir zorakılıq edərək qarşısına çıxan gücsüz heyvanları söz tələsinə salaraq onları yeyir. Tülkünün hiyləsi isə şirin gücündən üstün olur. Tülkü hiyləsi ilə şiri məhf edir.

Zakirin didaktik məzmunlu əsərləri yeniyetmələrin poetik və əxlaqi etik tərbiyəsində indi də öz dəyərini saxlayır, gənc oxucuların mütaliəsindən heç vaxt kənarda qalmır. Xalqını, öz doğma yurdunu məhəbbətlə sevən şair hər bir təmsilində, insanları qəflət yuxusundan ayılmağa çalışır. Müdafiəsiz zəhmətkeş xalqa rəğbət, məhəbbət hissi bəsləyən şairin əsas fikri budur ki, fəqir və zəiflər birləşsələr, hər işdə qalib gələ bilərlər. Elə buna görə də təmsil qoluzorlulara xəbərdarlıq kimi səslənir. Zakir təmsillərini yazarkən şifahi xalq yaradıcılığına müraciət etmişdir. Zakir təmsillərini yeni tarixi şəraitlə, müasir həyatın tələblərinə uyğun olaraq yazmışdır. Bu əsərlərdə təbliğ olunan ideya şairin dövrü ilə həmahəng idi. O, bir tərəfdən dövrünün ictimai və siyasi hadisələrinə özünün eyhamları ilə işarələr edir, o, biri tərəfdən zamanə gənclərinə vəfa sədaqət, mərdlik, kimi nəcib tərbiyəvi məsləhətlər verirdi. Q.B.Zakir yaradıcılığı bütün əsirlər üçün münasib bir yaradıcılıqdır.

Şairin, əxlaqi tərbiyəvi xarakter daşıyan təmsilləri sırasında “Dəvə və eşşək” təmsilində Zakir, nadan adamların dünya görmüş ağıllı adamların nəsihətlərini dinləmədikləri üçün acı aqibətin yemi olduqlarını təsvir edir. Təmsildə göstərilir ki, Dəvə və Eşşək karvandan aralı qalırlar. Bu heyvanlar bir müddət yük əzabından xilas olurlar. “Basəfa” və “Ələfzar” çöldə yeyib kökəllirlər. Lakin onların sakit həyatları çox uzun sürmür. Eşşək göy

otlardan yeyib kökəlinə səsinə dahada ucaldır. Beləliklə hər iki heyvan insanların yenidən əlinə keçir və ağır yük altında karvana qatılırlar. Nəticədə eşşək nadanlığı, “bi-həngam” hərəkəti ilə çox məşəqqət çəkir və məhfil olur. Müəllif təmsili aşağıdakı nəsihətamiz misralarla tamamlayır:

“Guş etməyən nəsəhlərin sözünə,
Toxunur aqibət bəla özünə”.

Zakir “Tülkü və qurd”, “Xain yoldaşlar haqqında” adlı təmsillərində xalqın canlı danışiq dilindən, xalq ədəbiyyatından geniş istifadə etmişdir: “Quyruğun basdın ilanın”, “Kiçikdən xəta, böyükdən əta”, “Əvvəl suyu yoxla, sonra soyun”, “Bir paydan bir kişi doyar, gər bölünə, ikisin də ac qoyar”, “Yaxşı gündə mənəm-mənəm deyənlər”, “Ovu göydə alıb, göydə yeyənlər”, “Güclüyə nə duz, nə çörək”, “Heç adətdə yoxdur elçiyə zaval”, “El namusu elə düşər”, “Hər meşəyə güman aparma, boşdur” və s

“Sədaqətli dostlar haqqında” təmsili ictimai məzmunu etibarilə daha səciyyəvidir. Təmsilin iştirakçıları tısbağa, kəsəyən, ahu və qarğadır. Tora düşmüş ahunu azad etməkdən ötrü dostlar birlikdə işə girişib öz məqsədlərinə nail olurlar. Təmsilin sonunda vəfalı dostlar yenə birlikdə firəvan həyat sürürlər. Şair təmsildə oxucusuna çatdırmaq istəyir ki, dost-dostdan həmişə xəbərdar olmalıdır. Dost dara düşdükdə ona kömək etməli, şad günündə sevinməli, dar günündə ona sahib çıxmalıdır.

Q.Zakirin “Sədaqətli dostlar haqqında” təmsilini “Xain yoldaşlar haqqında” təmsillə müqayisə etdiyimiz də sədaqətin, dostluğun, vəfanın necə gözəl hərəkət, yalançılığın, tamahkarlığın, hörmətsizliyin isə bəyənilməyən, bir hərəkət olduğunu açıq aydın görürük. Bu təmsillərin oxucularımızın bir şəxsiyyət kimi formalaşmasında rolu böyükdür. Q. Zakirin təmsillərindən bir qismi daha çox əxlaqi-tərbiyəvi xarakter daşıyır. (“Dəvə və eşşək”, “Tülkü və qurd”, “İlan, dəvə, tısbağa”). Təmsillərdə yoldaşlıqda vəfalı olmaq, ağıllı nəsihətlərə əməl etmək, zəhmətlə dolanmaq kimi gözəl insani xasiyyətlər təbliğ olunur, qəbul olunmayan xasiyyətlər: yaltaqlıq, yalançılıq, xəyanət, hiylə və sairə tənqid olunur. Xalq təmsillərini xalqdan alıb yenidən nəzmə çəkmiş Q.Zakir hər bir məsələni olduğu kimi açıqlayır. O, “Xain yoldaşlar haqqında” təmsilinin sonunda yazır:

Müşküldü nəzm etmək hər belə nəsri,
Əhf eyləsin arif gər olsa kəsri

Müəllifin fikrincə, təmsillər təkcə nəslrlə yox, nəzmlə də yazılır, lakin folklor janrına müraciət etdiyimizdə folklor daxilində təmsil, epik növün daxilində nəslrlə yazıldığını görürük. Demək ki, “Dünya ədəbiyyatı”nda olduğu kimi “Azərbaycan ədəbiyyatı”nda da təmsilin nəzmlə yazıldığının sübutunu Zakirin yaradıcılığında rast gəlirik. Hər bir təmsil yazan şair sonunda öz qənaətlərini və nəticələrini oxucularına göstərir, bu da əsərin əxlaqi-tərbiyəvi təsir gücünü ifadə edir.

Zakirin təmsillərində işlədilmiş məcaz və kinayələrdə xalq yaradıcılığının təsiri hiss olunmaqdadır. Onun təmsillərində: “mənim yabım tək”, “çulun alığın soydu”, “quşqunlu eşşək”, “yaman yerə yetib işimiz”, “ilim-ilim itər”, “indi ki, quyruğun basdın ilanını”, “tez dızıxdılar”, “bostanın növbəri gələcək”, “kiçikdən xəta, böyükdən əta”, “güclüyə nə duz, nə çörək”, “yaxşı gündə mənəm-mənəm deyənələr”, “heç adətdə elçiyə yoxdur zaval”, “kürəyə düşməyən olmaz yumuşaq” kimi atalar sözü və zərb məsələlərə rast gəlmək olur. Bütün bunlar şairin xalq ədəbiyyatından necə geniş istifadə etdiyinin sübutudur. Q.Zakirin yaradıcılığı ilə dünyagörüşü arasında müəyyən ziddiyyətlər var idi. Şair bir tərəfdən istismara əsaslanan ictimai təbəqələri rüsvay edir, digər tərəfdən də özünün bəylik imtiyazlarını müdafiyyə edirdi. Görüşlərindəki məhdudluq onu belə fikirə gətirib çıxatmışdır ki, guya baş hakimlərin ölkədəki rəzalətdən xəbərləri olsa, ictimai haqsızlıq aradan qalxar və hər kəs cəzasını alar.

Haq özü şahiddir, dövləti-ali
Bu qədər deyildir ədlədən xali.

“Dövləti ali”nin ədalətli olduğunu güman etməsi Zakiri öz satiralarında barışmaz və mübariz olmağa qoymurdu. Eyni zamanda şairin yaşadığı mühitdə həddindən artıq rəzalət görməsi bir çox hallarda üzünü keçmişə tutaraq “əyyami-sələfin” həsrətini çəkirdi. Keçmişdəki cəmiyyətin geri qayıtmasını şeirlərində bəlli edirdi.

Ədalət var idi bundan əzələ,
Yaman yerə yetib iş gələ-gələ.

Zakirin mühafizəkar əsərlərində (köhnə qaydaları, adət və ənənələri sevən) dini-feodal görüşlərin onun yaradıcılığına təsir etdiyini bəzi hallarda rast gəlirik. Bu da ondan irəli gəlir ki, dünya görüşünün bəzi məhdud cəhətləri, reallıqdan qaçması idi. Onun lirikasında real münasibətlər tərənnüm olunsada, bununla yanaşı

ziddiyyətli cəhətlər əsərlərində ümumiləşmiş halda özünü büruzə verərək, köhnəlmiş, sxolastik poeziyanın (formal məntiq) üslub buxovundan yaxasını qurtara bilməməsi idi.

KAYNAKLAR

1. Azərbaycan ədəbiyyatı tarixi. 3 cildə. II cild. Bakı: 1960.
2. Feyzulla Qasımzadə. XIX əsr Azərbaycan ədəbiyyatı tarixi. Bakı: 1974.
3. Kamran Məmmədov. Qasimbəy Zakir. Bakı: 1957.
4. Kamran Məmmədov. Qasım bəy Zakir. Bakı: 1984.
5. Kamran Məmmədov. XIX əsr Azərbaycan şeirində satira. Bakı: 1975

SÖHPƏTÜL ƏSMAR POEMASININ MƏZMUN VƏ İDEYASI

Doçent Doktor, AYGUN AHMADOVA

Azərbaycan Devlet Pedaqoji Universiteti, Edebiyat ögretim teknolojisi bölümü

(ahmadovaa708@gmail.com) ORCID: 0000-0002-2464-2513

ÖZET

M. Fuzuli'nin tüm eserlerinde eğitim ve yetiştirme konusu öne çıkmaktadır. Şair, bu sorunları çözmek için alegorik imgeler kullanır, yaşam meselelerine nüfuz eder, büyük önem taşıyan bilimsel-felsefi, didaktik-öğütsel fikirler ortaya koyar, yeni neslin manevi ve ahlaki niteliklerini, bu veya onlara bilinen diğer kavramların özgün özelliklerini biçimlendirir ve karakteristik özelliklerini ön plana çıkarır. Şairin şiirleri arasında "Sohbatul Asmar" ve "Haftcam" alegorik eserlerdir. Bu şiirlerin yazılış tarihi kesin olarak belirlenememiştir. Sadece "Bengi Bade" ve "Leyli ve Mecnun"un yazılış yılları kesindir. Sohbatul-asmar, şairin ilk edebi deneyimi olarak kaydedilebilir.

M. Fuzuli'nin eserleri, fikir, konu ve üslup açısından iki kaynakla bağlantılıdır: hem sözlü halk edebiyatı hem de klasik Doğu şiirindeki ve onun ilerici geleneklerindeki Sufi edebiyatı. Şair, alegorik eserlerinde başlangıçta bu kaynakların motiflerine dayalı temsili imgeler kullanmıştır. Fuzuli'nin alegorik eserleri arasında "Sohbatul-asmar" hem içerik hem de yapı bakımından oldukça sadedir. Amin Abid Gültekin, "Sohbatul-asmar" şiirinin Fuzuli'ye ait olduğunu ilk öne süren ve bunu basında da dile getiren kişidir. Bu kısa şiirin merkezinde, şairi her zaman heyecanlandıran ve düşündüren bir konu yer almaktadır: Hırs ve kibiri kınama, şiirde sanatsal bir çözüm bulmaktadır; bu konu, yaşamın tarihsel döneminin ortaya koyduğu bir meseledir.

Anahtar kelimeler: sanat dili, edebi miras, bir olay, şairin kendi, sanatsal biçimler

THE CONTENT AND IDEA OF THE POEM "SOHBAT-UL-ASMAR"

Associate Professor, Aygun Ahmadova

Azerbaijan State Pedagogical University, Department of Literature Teaching Technology

(ahmadovaa708@gmail.com) ORCID: 0000-0002-2464-2513

ABSTRACT

Issues of education and moral upbringing feature prominently in all of M. Fuzuli's works. To address these matters, the poet employs allegorical figures and delves into the realities of life, putting forward significant scientific-philosophical and didactic ideas; by highlighting the moral-ethical qualities of the new generation and the defining characteristics of various concepts familiar to them, he helps shape their character. Among the poet's narrative poems, "Sohbat al-Asmar" and "Haft-Jam" are allegorical works. The exact dates of composition for these poems have not been determined; only the years in which "Bangi-u-Bada" and "Leyli and Majnun" were written are known. "Sohbat al-Asmar" can be regarded as the poet's earliest literary endeavor. In terms of ideas, themes, and artistry, M. Fuzuli's works are linked to two sources: oral folk literature and the Sufi literature—along with its progressive traditions—found in classical Eastern poetry. In the allegorical works he penned based on motifs from these sources, the poet employed symbolic characters in an original manner.

Among Fuzuli's allegorical works, "Sohbat al-Asmar" is remarkably simple in both content and structure. It was Emin Abid Gultekin who first proposed that the poem "Sohbat al-Asmar" was authored by Fuzuli and publicly discussed this attribution. At the heart of this short poem lies an issue that consistently stirred the poet's emotions and thoughts: the condemnation of vanity and arrogance—a theme that finds its artistic resolution in the poem and reflects a concern raised by the historical era in which he lived.

Keywords: artistic language, literary legacy, milestone, the poet himself, artistic forms

GİRİŞ

M.Füzulinin bütün əsərlərində təlim-tərbiyə məsələsi özünü qabarıq şəkildə göstərir. Şair bu məsələlərin həlli yolunda alleqorik obrazları hərəkətə gətirir, həyat məsələlərinə nüfuz edir, böyük əhəmiyyət daşıyan elmi-fəlsəfi, didaktik-nəsihətamiz fikirlər irəli sürür, yeni nəslin mənəvi-əxlaqi keyfiyyətlərini, onlara məlum olan bu və ya digər anlayışların səciyyəvi xüsusiyyətlərini ön plana çəkməklə, xarakterik cəhətlərini formalaşdırır. Şairin poemaları içərisində “Söhbətül əsmar” və “Həftcam” alleqorik əsərlərdir. Bu poemaların yazıldığı tarix dürüst müəyyən edilməmişdir. Yalnız “Bəngi Badə” və “Leyli və Məcnun” un yazıldığı illər müəyyəndir. Söhbətül-əsmar şairin ilk qələm təcrübəsi kimi qeyd etmək olar.

M.Füzulinin əsərləri ideya, mövzu və sənətkarlıq baxımından iki mənbə ilə: həm şifahi xalq ədəbiyyatı, həm də klassik Şərq şeirindəki sufi ədəbiyyatı və onun mütərəqqi ənənələri ilə əlaqədardır. Şair bu mənbələrin motivləri əsasında qələmə aldığı alleqorik əsərlərində təmsili obrazlardan orijinal şəkildə istifadə etmişdir. Füzulinin alleqorik əsərləri içərisində “Söhbətül-əsmar”, istər məzmun və istərsə də, quruluşu etibarilə olduqca sadədir. “Söhbətül-əsmar” poemasının Füzuliyə aid olmasını ilk dəfə irəli sürən və bu barədə mətbuat da çıxış edən Əmin Abid Gültəkin olmuşdur. Bu kiçik poemanın mərkəzində şairi həmişə həyacanlandıran, düşündürən bir məsələ durur: Şöhrətpərəstliyi və lovğalığı pisləmək poemada öz bədii həllini tapır, bu məsələ həyatın tarixi dövrünün irəli sürdüyü bir məsələ idi.

Əsəri oxuyarkən elə təsəvvür yaranır ki, şair bu əsəri məhz uşaqlar üçün yazmışdır. Əsərin sadə dilə malik olduğunu da nəzərə alsaq, bu fikirdə qalmaq ehtimalı bir qədər də reallaşır. Bu əsər ideya baxımından “Bəngü Badə”nin davamı təsəvvürünü yaradır. Hətta quruluşu etibarilə də həmin əsəri xatırladır. “Bəngü Badə”də verilmiş baharın təsviri, bu əsərdəki bahar təsvirinə olduqca yaxındır. “Söhbətül-əsmar” poeması kiçik bir bahar təsviri ilə başlayır:

Nərgiz ki, göz açdı bağə girdi,
Bir baxmağılan özün itirdi.
Kəcgərdən olub bənəfşeyi-zar,
Bir nəşəyi-meylə oldu xummar...

“İdrakı tamam, təbi gəraa” olan bir “Xücestə sima” gəzməyə çıxanda meyvələin bəhsini eşidir: Aluça.Alu, Gilas, Zərdalu, Rütəb, (xurma) Əngur, (üzüm) Badam, Püstə və sair meyvələin hər biri özünü tərif edib,

başqalarını pisləyir. Səyahətə çıxan “Xücestə sima” meyvələin savaşıdan təngə gəlir, bağdan heç bir ləzzət ala bilmir.

Şaftalu deyərdi

–Padışahəm,

Fısıq ki:

Əncürü içrə mahəm,

Həm cövz deyərdi:

–Xosrovam mən,

Fındıq deyərdi:

–Sərvərəm mən.

Limi ki:

–Mənəm bu bağə mahmud

–Şahəm ki,-deyərdi Şahpalud

Yuxarıda göstəriləyi kimi meyvələr şahlıq, mənəb və şöhrət, mənəm-mənəmlik üstündə savaşırlar. Poemada şah, xosrov, sərvər sözlərini tez-tez təkrar edilməsi çox mənalıdır. Surətlər əsərin ideya məzmununu açmağa kömək edir.

Səyahətə çıxan şəxs bağda dayana bilməyib, orani tərk edir. Evinə qayıtdığı zaman qəflətən yolu bostana düşür, burda da eyni vəziyyətin şahidi olur.

Gördüyümüz kimi şair bu alleqorik poemada saray həyatının canlı mənzərəsini yaratmışdır. Bostanda padşah qovundur. Özünü öyənləri qəzəblə cəzalandırır, məhv edir, özünü isə lovğalığından qeyz ilə ayağa qalxıb öz başını partladır.

Şair bu əsərdə çarpışmalar, vuruşmalarla dolu olan zamanəsini, qan tökməklə öz zəhmətini artırmaq istəyən azgün hakimləri tənqid edir. Poemanın axırında şair zülüm və ədalətsizliklə dolu olan dünyanı pisləyir. Əsərin qəhrəmanı olan gəzməyə çıxan “Xücestə sima” bu fikrə gəlir ki, dövrdə vəfa yoxdur.

Dünya işinin malları yoxdur,
Heç kimsətə etibarı yoxdur,
Eylər birisini sahibi-tac.
Ol birisini eylər ona möhtac.

Bu misralar poemanın ideyasını ifadə edir. Bu kiçik poema süjet və dioliqlarının maraqlı, canlı və əyləncəli olması, həm də didaktik-əxlaqi məzmunu e tibarı ilə eyni zamanda uşaq ədəbiyyatının yaxşı nümunələrindəndir.

“Söhbətül-əsmar” poeması olduqca sadə yazılmışdır və uşaqlar tərəfindən çox aydın başa düşülür. Burada mövcud olan fəlsəfi məzmunu bir tərəfə qoysaq, bu alleqorik əsər, real həyat həqiqətlərinə söykəndiyinə görə, uşaqlar tərəfindən böyük maraqla qarşılır. Müəllif real insanların xarakterik xüsusiyyətlərini təbiətdən alınmış rəmzi, alleqorik obrazlar vasitəsilə təsvir edir, sətiraltı mənalarla mövcud ictimai quruluşa qarşı çıxır, öz dövrünə tənqidi münasibətini bildirir.

Füzuli eyni zamanda istedadlı nasirdir. Onun Sultan Süleyman sarayındakı özbaşnalığı, rüşvətxorluğu və ədalətsizliyi ifşa edən “Şikayətnaməsi” XVI əsr Azərbaycan nəsrinin yaxşı nümunələrindəndir. Fars dilində yazdığı “Rindü zahid”, “Səhhət və Mərz”, ərəb dilində yazdığı “Mətlə-ül-etiqa” adlı əsərlərində Füzuli öz əsrinin elmi-fəlsəfi biliklərini göstərməklə bərabər, mürtəce, köhnə əxlaqi görüşləri tənqid edərək, mənəvi-əxlaqi keyfiyyətləri önə çıxartmışdır. Füzuli sənəti məhz bu sahədə daha oxunaqlı və yaddaqalandır.

Füzuli böyük şair olaraq öz sələflərinə çox hörmət bəsləyir. Üç nəfərin adını xüsusi hörmətlə xatırlayır, onların sənətinə daha yüksək qiymət verir. Bunlardan biri ərəb şairi Əbu Nəvas, biri özbək ədəbiyyatının banisi Əlişir Nəvai, üçüncüsü isə Şeyx Nizami Gəncəvidir. Füzuli bunların hər üçünə "müəzzəm" şair deyirdi. Ancaq Nizamini o birilərdən ayırır. Divanında onun adını çəkir. Füzuli Nizamidən sonra təkrar olunmaz şairdir. O, bu aləmin bütün hadisələrini öz əsərlərində ifadəyə çalışmışdır. Füzulinin faydalandığı bədii vasitələr, təsvir və ifadə vasitələri olduqca çox və müxtəlifdir.

Onda klassik ədəbiyyatın üsullarını gördüyümüz kimi, tamamilə yeni və ilk dəfə işlənən üsullar da görürük. Eyni dərəcədə xalq ədəbiyyatı və xalq canlı dilinin zəngin mənbəyindən alınan xüsusiyyətləri görürük. Füzuli

dilində Şərqin üç məşhur və yayılmış dilinin tarixi mirası tamamilə nəzərə və hesaba alınmışdır. Füzuli həm ərəbcə, həm farsca, həm azərbaycanca yazmışdır. Özü də bir maraq, rəsmiyyət üçün yox, məhz yüksək sənət nümunələri yarada bilmişdir. Hətta üç dildə divan bağlamışdır. Bu fakt isə onun yaradıcılığında, ən incə, ən xırda mətləbləri də işləməyə, saf-çürük etməyə, yaxşısını seçməyə vadar etmişdir. Cəsarətlə demək olar ki, Şərqdə Füzuliyə qədər elə bədii üsul, şeir forması yoxdur ki, Füzuli onu bilməsin və yaradıcılığına qatmasın.

Füzuli əsərlərinin bədii-estetik təsir gücü ondadır ki, bu ədəbi irs zəngin xalq folklor materialları və Şərq ədəbiyyatının ən mütərəqqi ənənələri əsasında yaranmışdır. Şair bu əsərlərdə xalq yaradıcılığı xəzinəsindən, xalqın bədii dühasından gen-bol bəhrələnmiş, orijinal təsvir üsulunun köməyi ilə özünün poetik dünyasını yaratmışdır. Füzuli qədim yunan və Şərq fəlsəfəsi ilə tanış idi. Onun fəlsəfi görüşləri əsasən ərəb dilində nəsr ilə yazdığı "Mətləül-etiqaq" əsərində əksini tapmışdır. Füzuli burada Aristotel, Platon, Empedokl, Demokrit və başqa yunan filosoflarının fikirlərindən, Nizamın fəlsəfi irsindən təsirlənmişdir. Füzulinin başqa əsərlərində də ədəbi fəlsəfi fikirlərə təsadüf edilir.

Məhəmməd Füzuli qəməri tarixlə 963-cü, miladi təqvimlə 1556-cı ildə Kərbəladə taun xəstəliyindən vəfat etmiş, orada da dəfn olunmuşdur. Füzulinin qəbir daşında məşhur beyti həkk olunmuşdur:

Nə yanar kimsə mənə atəşi-dildən özgə,
Nə açar kimsə qapım, badi-səbadan qeyri.

KAYNAKLAR

- 1.Azərbaycan ədəbiyyatı tarixi. Bakı- 1959, s.589. Elmlər akademisi.
- 2.Muhammed Fuzuli. Elmi-tedkiki makalalar. Bakı- 1958, s. 384. Azərbaycan dövlət nəşriyyatı.
- 3.Muhammed Fuzuli. Hemid Araslı. Bakı- 1958, s.293. Azərbaycan dövlət nəşriyyatı
- 4.Eyyüp Azlal "Prof. Dr. Abdülkadir Karahan'ın "Fuzûlî" Merkezli Klâsik Türk Edebiyatı Meselelerine Bakışı" HİKMET-Akademik Edebiyat Dergisi [Journal of Academic Literature], Prof. Dr. Mine MENGİ Özel Sayısı, Yıl 2, Sayı 5, 2016, ss. 286-293 Yükleme Tarihi: 14.06.2016 - Kabul Tarihi: 13.10.2016

FUNDAMENTALS OF PEDAGOGICAL ANTHROPOLOGY

Associate Professor, Amalya Hasanova

Azerbaijan State Pedagogical University, Department of Biology Instructional Technology

(amalya.hasanova59@mail.ru) *ORCID: 0000-0002-2196-3215*

Abstract

Pedagogical anthropology is a field in the philosophy of education and theoretical pedagogy that emerged in the late 60s and early 70s. This trend is represented primarily in European countries, in the philosophical culture of which there have been and still are quite powerful anthropological traditions – the traditions of philosophical anthropology, the anthropological approach to interpersonal communication, to the psychological and socio-psychological aspects of human existence. Pedagogical patterns, theories, models, and recommendations can be built only on the foundation of a holistic and systematic knowledge of a developing person. Knowledge is needed "about the whole breadth of human life" (Ushinsky), acquired by the science of anthropology. It is quite natural that at a certain stage in the development of pedagogy, the science of pedagogical anthropology appears. By its very nature, it is the center of the "golden fund of human knowledge about oneself." This knowledge has been verified and accumulated for thousands of years. The success of a practicing psychologist, consultant, social worker, or any teacher depends on the degree to which the historically accumulated successes of pedagogical human studies are taken into account. Pedagogical anthropology does not just study a person as an educator and being educated, but also educates someone who seriously and systematically studies it. Models of the pedagogical process constructed by science should be based on reliable knowledge about human nature. Pedagogical anthropology is a human science that serves to educate and educate people. She seeks to understand how humanized a person is, how people of different ages influence each other, and how well-behaved a child is at different stages of his life.

Keywords: pedagogical anthropology, philosophical culture, the development of pedagogy, the development of human knowledge, pedagogical process models

PEDAGOJİK ANTROPOLOJİNİN TEMELLERİ

Doçent Doktor, AMALYA HASANOVA

Azerbaycan Devlet Pedaqoji Universitesi, Bioloji öğretim teknolojisi bölümü

(amalya.hasanova59@mail.ru) *ORCID*: 0000-0002-2196-3215

Özet

Pedagojik antropoloji, 60'ların sonlarında ve 70'lerin başında ortaya çıkan eğitim felsefesi ve teorik pedagojide bir alandır. Bu eğilim öncelikle Avrupa ülkelerinde, felsefi antropolojinin gelenekleri, kişilerarası iletişime antropolojik yaklaşım, insan varlığının psikolojik ve sosyo-psikolojik yönleri gibi oldukça güçlü antropolojik geleneklerin olduğu ve hala var olduğu felsefi kültürde temsil edilmektedir. Pedagojik kalıplar, teoriler, modeller ve öneriler, yalnızca gelişmekte olan bir kişinin bütünsel ve sistematik bir bilgisi temelinde oluşturulabilir. Antropoloji bilimi tarafından edinilen "insan yaşamının tüm genişliği hakkında" (Ushinsky) bilgiye ihtiyaç vardır. Pedagojinin gelişiminde belirli bir aşamada pedagojik antropoloji biliminin ortaya çıkması oldukça doğaldır. Doğası gereği, "insan bilgisinin kendisi hakkındaki altın fonunun" merkezidir." Bu bilgi binlerce yıldır doğrulanmış ve biriktirilmiştir. Uygulayıcı bir psikoloğun, danışmanın, sosyal hizmet uzmanının veya herhangi bir öğretmenin başarısı, pedagojik insan çalışmalarının tarihsel olarak birikmiş başarılarının dikkate alınma derecesine bağlıdır. Pedagojik antropoloji, bir kişiyi yalnızca eğitimci ve eğitilmiş olarak incelemekle kalmaz, aynı zamanda onu ciddi ve sistematik olarak inceleyen birini de eğitir. Bilim tarafından inşa edilen pedagojik sürecin modelleri, insan doğası hakkında güvenilir bilgiye dayanmalıdır. Pedagojik antropoloji, insanları eğitmeye ve eğitmeye hizmet eden bir insan bilimidir. Bir insanın nasıl insanlaştırıldığını, farklı yaşlardaki insanların birbirlerini nasıl etkilediğini ve bir çocuğun hayatının farklı aşamalarında ne kadar iyi eğitildiğini anlamaya çalışır.

Anahtar kelimeler: pedagojik antropoloji, felsefi kültür, pedagojinin gelişimi, insan bilgisinin gelişimi, pedagojik süreç modelleri

Introduction

Anthropology is a branch of biology that studies the physical nature of man and his races in all its manifestations of variability. In the literature in anthropology, there are: 1. Human morphology, which includes anatomical, physiological, biochemical, and age anthropology. A separate section of age-related anthropology is pedagogical anthropology. 2. Anthropogenesis considers the origin of humans as a biological species. 3. Racial studies studies the biology of a person depending on his belonging to a particular race or nationality. In foreign literature, the concept of anthropology is practiced more widely. In addition to physical anthropology, it includes ethnography devoted to the material, social and spiritual culture of the people, as well as folk art and some sections of archaeology, psychology, linguistics and sociology. Anthropology can be divided into zoological, general and special. Certain issues of anthropology attracted the attention of philosophers and natural scientists back in the ancient world (Aristotle, Hippocrates, Galen). The works of Vesalius and Linnaeus contributed to the development of anthropology. The latter, in his book "The System of Nature" (1735), for the first time pointed out the position of man in the animal world, placing him in the class of mammals, the order of primates, as part of the genus and species of homosapiens. In his book The Natural History of Animals (1749-1788), Biophon studied the growth characteristics of the human body, the influence of the environment on the body, and some human developmental anomalies. A turning point in the development of anthropology is the publication of the books of Ch. Darwin's "The Origin of species by natural selection" (1859) and "The Origin of man and sexual selection" (1871) [1]. In 1859, the Paris Anthropological Society was organized. The formation of anthropology as a science in Russia should be attributed to 1864, when the anthropological department of the Society of Natural History Lovers was opened in Moscow. In 1919, the formation of anthropology was associated with the names of Bogdanov, Anuchin, Erisman, Lesgaft. Pedagogical anthropology stands out in pedagogy as a fundamental and at the same time as an auxiliary science. Since the specificity of man is consciousness as the highest form of the psyche, it is quite natural to call the science of pedagogical human studies psychological and pedagogical anthropology. The subject of it is the object of pedagogy – a developing person. The main task of pedagogical anthropology is to find the natural phenomena between biologically programmed human development and all kinds of effects on it [2].

Discussion of results. Pedagogical anthropology provides the theory and practice of educators with a guideline for taking into account the natural diversity of personality traits. Psychological and pedagogical anthropology is necessary for the development of methodological options for teaching and upbringing, i.e. it allows the application of scientific knowledge in practice. Expanding the range of educational tools based on knowledge of

the laws of human development is the main task of anthropology. Pedagogical anthropology is the foundation of pedagogy. She studies the nature of the child, groups of children, as well as the environment in which children grow up. Anthropology solves questions about the essence of man, as a nurturer and educator. She explores the essence of upbringing, education, and all interactions in the world around her. One of the reviving ones is the anthropological approach, which was first developed and substantiated by K.D. Ushinsky. In his understanding, it meant the systematic use of data from all human sciences as a subject of education and their consideration in the construction and implementation of the pedagogical process. Ushinsky attributed human anatomy, physiology and pathology, psychology, logic, philosophy, geography (which studies the earth as a human habitation, man as a tenant of the globe), statistics, political economy and history in a broad sense (the history of religion, civilization, philosophical systems, literature, arts and education) to a wide range of anthropological sciences. In all these sciences, as he believed, facts and relationships are stated, compared and grouped, in which the properties of the object of education, i.e., a person, are revealed. "If pedagogy wants to educate a person in all respects, then it must first get to know him in all respects, too" - this position of K.D. Ushinsky was and remains an invariable truth for modern pedagogy. Both the sciences of education and the new forms of educational practice of society are in dire need of their humanistic foundation. The relevance of the anthropological approach lies in the need to overcome the "childlessness" of pedagogy, which does not allow it to discover scientific laws and design new patterns of educational practice based on them. Knowing little about the nature of its object and its subject, pedagogy cannot perform a constructive function in managing the processes being studied. Her return to the anthropological approach is a prerequisite for the integration of pedagogy with psychology, sociology, cultural and philosophical anthropology, human biology and other sciences. P. F. Kapterev (1849-1922) promoted personality-oriented pedagogy, and believed that pedagogy was inconceivable without physiology. "A school's teaching will have a profound impact if it follows the students' natural disposition, tastes, inclinations, and abilities, and provides them with as much freedom as possible in their favorite subjects." The founders of pedagogical anthropology emphasize its humanity. A teacher should always remember that a person is unique. In the second half of the 20s. Numerous functions of pedagogical anthropology were assumed by pedagogical and age psychology: Ananyev, Vygotsky, Elkonin, Blonsky, etc. Modern pedagogical anthropology understands education as a process that preserves the human essence, therefore it is valuable for the present, the future, society and every person. Pedagogical anthropology as a whole can be characterized as a way of anthropological substantiation of education [3]. This is a fairly general description of the tasks and goals of pedagogical anthropology, which is specified by representatives of this

trend within the philosophy of education in various directions. Some of them emphasize that pedagogical anthropology is an empirical theory and philosophical analysis of the concepts of pedagogy. Others see the main task of pedagogical anthropology in the development of the theory of personality and its genesis. Still others see pedagogical anthropology as a private field of educational sciences. The fourth assess pedagogical anthropology as the science of the interdisciplinary field of communication, which a person enters and which are the subject of various sciences combined by it. These "divergences" in the interpretation of the subject and goals of pedagogical anthropology are determined primarily by those traditions with which certain representatives of pedagogical anthropology are associated [4].

Conclusion. It is difficult to question the distinctiveness of the philosophical-anthropological approach to human communicative ability. At the same time, clarifying how it differs from linguistic, psychological, sociological, or cultural-historical approaches is not so easy. Communicative ability—like other human capacities—is a subject of research across many scientific disciplines. In contrast, the philosophical-anthropological approach enables the integration of the various characteristics of communicative ability into a unified whole. Many definitions of philosophical anthropology merely outline the boundaries of its subject matter. Unlike other definitions—whether from other anthropological or disciplinary perspectives—such definitions typically say nothing about the specific characteristics of the philosophical-pedagogical-anthropological approach itself. Furthermore, when studying the nature of human communicative ability, it is necessary to examine specific aspects of both its genetic (cultural-historical) and behavioral dimensions.

REFERENCES

1. Galdia M. Strategies and tools for legal translation / M. Galdia// Comparative Legilinguistics. – 2013. – Vol.16. – P. 77-94.
2. Müller, M. What makes an event a mega-event? Definitions and sizes / M. Muller // Leisure Studies. –2015. – Vol. 34 No. 6. – P. 627-642.
- 3.Soblirov A.M., Bazhev A.Z., Bazhev A.A., Chechenov B.H. Features of using artificial intelligence technologies in the process of physical education // Physical culture and health. 2024. No. 2 (90). pp. 160-164.
4. Chernyshov S.V., Sablin A.B., Reznikov D.V. The effectiveness of the introduction of digital technologies in physical education classes in higher education institutions // Physical education and student sports. – 2025. – T4, vol. 3. Pp.251-256.

ŞƏXSİYYƏTİN İNKİŞAFINDA YARADICILIQ QABİLİYYƏTLƏRİNİN NEYROPSİXOLOJİ ƏSASLARI

Doçent Doktor, AMALYA HASANOVA

Azərbaycan Devlet Pedaqoji Universiteti, Bioloji ögretim teknolojisi bölümü

(amalya.hasanova59@mail.ru) ORCID: 0000-0002-2196-3215

Özet

KİŞİLİK GELİŞİMİNDE YARATICILIĞIN NÖROPSİKOLOJİK TEMELLERİ

Nöropsikoloji, sinir sistemi ile insanın zihinsel aktivitesi arasındaki ilişkiyi inceleyen psikolojinin dalıdır. Bu araştırma dizisi, bilişsel, duygusal ve davranışsal işlevlerimizin altında yatan beyin süreçlerini anlamada önemli bir rol oynamaktadır. Nöropsikolojinin ana yönlerinden biri, beyin hasarı veya işlev bozukluğuyla ilişkili psikolojik bozuklukları değerlendirmek ve düzeltmek için yöntemlerin geliştirilmesidir. Nöropsikolojideki değerlendirme yöntemleri, bilişsel işlevin farklı yönlerinin ölçülmesine izin veren çeşitli psikometrik araçları içerir. Buna zeka, dikkat, hafıza, dil, soyut düşünme ve diğer zihinsel süreçleri değerlendirmek için testler dahildir. Bu araçlar, nöropsikologların fonksiyonel bozuklukların seviyesini değerlendirmelerine, eksiklikleri belirlemelerine, hastadaki bilişsel yetenek kaybının derecesini ve doğasını belirlemelerine olanak tanır. Ancak nöropsikoloji değerlendirmeye sınırlı değildir. Bu alanın önemli bir kısmı ruhsal bozuklukların ve ruhsal bozuklukların düzeltilmesi ve iyileşmesidir. Düzeltme teknikleri arasında bilişsel davranışçı terapi, hafıza ve dikkat eğitimi, beyni eğitmek için bilgisayar programları, travmatik beyin hasarı rehabilitasyonu ve diğer yaklaşımlar yer alır. Bu yöntemlerin amacı, bilişsel işlevi iyileştirmek ve hastaların yaşam kalitesini iyileştirmektir. Modern nöropsikolojik araştırmalar, fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme ve elektroensefalografi (EEG) gibi nöro-öğrenmeyi de yoğun bir şekilde kullanmaktadır. Bu teknikler, beyin aktivitesinin gerçek zamanlı olarak gözlemlenmesine ve belirli görevleri yerine getirirken beynin farklı bölgelerinin aktivasyonundaki değişikliklerin tespit edilmesine izin verir. Bu, çeşitli psikolojik bozukluklarda hangi beyin süreçlerinin etkilendiğini ve beynin hangi bölgelerinin düzeltilmeye tabi olabileceğini daha doğru bir şekilde anlamaya yardımcı olur.

Anahtar kelimeler: kişilik gelişimi, nöropsikoloji, beyin aktivitesi, nörofizyolojik eğilimler, yöntemlerin geliştirilmesi, psikofizyolojik özellikler

NEUROPSYCHOLOGICAL FOUNDATIONS OF CREATIVE ABILITIES IN PERSONALITY DEVELOPMENT

Associate Professor, Amalya Hasanova

Azerbaijan State Pedagogical University, Department of Biology Instructional Technology

(amalya.hasanova59@mail.ru) ORCID: 0000-0002-2196-3215

Abstract

Neuropsychology is a branch of psychology that studies the relationship between the nervous system and human mental activity. This line of research plays an important role in understanding the brain processes that underlie our cognitive, emotional and behavioral functions. One of the main aspects of neuropsychology is the development of methods to assess and correct psychological disorders associated with brain damage or dysfunction. Assessment methods in neuropsychology include various psychometric instruments that allow measuring various aspects of cognitive function. This includes tests to assess intelligence, attention, memory, language, abstract thinking, and other mental processes. These tools allow neuropsychologists to assess the level of functional disorders, identify deficiencies and determine the degree and nature of the loss of cognitive abilities in the patient. However, neuropsychology is not limited to assessment. An important part of this area is the correction and restoration of mental disorders and mental disorders. Correction methods include cognitive-behavioral therapy, memory and attention training, computer programs for Brain Training, brain injury rehabilitation, and other approaches. The purpose of these methods is to improve cognitive function and improve the quality of life of patients. Modern neuropsychological research is also actively using Neuro-Education, such as functional magnetic resonance imaging and electroencephalography (EEG). These methods allow you to observe brain activity in real time and detect changes in the activation of various brain regions when performing certain tasks. This helps to more accurately understand which brain processes are affected in various psychological disorders and which areas of the brain may be susceptible to correction.

Keywords: personality development, neuropsychology, brain activity, neurophysiological trends, development of methods, psychophysiological features

Giriş. İnsanın yüksək səviyyəli ali sinir fəaliyyəti, zehni əks olunmanın bütün zəncirini təmin edən proseslərin məcmuudur. Neyrofizioloji meyllər xarici mühitdən məlumat almaq, müxtəlif fəaliyyət növlərində onun işlənməsi və tənzimlənməsi prosesidir. Daha yüksək sinir fəaliyyəti, şəxsiyyətin formal-dinamik xüsusiyyətlərini təyin edən temperamentin əsasını təşkil edir. Psixikanın məzmun tərəfi gerçəkliyin ətraf mühitlə təmasda əks olunması əsasında qurulursa, dinamik xüsusiyyətlər fitri meyllərdir. Sosial, fərdi, genetik cəhətdən müəyyən edilmiş meyllər vasitəsilə refraksiya, şəxsiyyətin unikallığını formalaşdırır [1].

Neyropsixologiya, sinir sistemi ilə insanın zehni fəaliyyəti arasındakı əlaqəni öyrənən psixologiyanın bir qoludur. Bu tədqiqat xətti idrak, emosional və davranış funksiyalarımızın əsasını təşkil edən beyin proseslərini anlamaqda mühüm rol oynayır. Neyropsixologiyanın əsas cəhətlərindən biri beyin zədələnməsi və ya disfunksiyası ilə əlaqəli psixoloji pozğunluqları qiymətləndirmək və düzəltmək üçün metodların hazırlanmasıdır. Neyropsixologiyada qiymətləndirmə metodlarına idrak funksiyasının müxtəlif aspektlərini ölçməyə imkan verən müxtəlif psixometrik alətlər daxildir [2]. Buraya zəka, diqqət, yaddaş, dil, mücərrəd düşüncə və digər zehni prosesləri qiymətləndirmək üçün testlər daxildir. Bu vasitələr neyropsixoloqlara funksional pozğunluqların səviyyəsini qiymətləndirməyə, çatışmazlıqları müəyyənləşdirməyə və xəstədə idrak qabiliyyətlərinin itirilməsinin dərəcəsini və təbiətini təyin etməyə imkan verir. Bununla birlikdə, neyropsixologiya yalnız qiymətləndirmə ilə məhdudlaşmır [3]. Bu sahənin vacib bir hissəsi psixi pozğunluqların və zehni pozğunluqların düzəldilməsi və bərpasıdır. Düzəliş metodlarına idrak-davranış terapiyası, yaddaş və diqqət təhsili, beyin təhsili üçün kompüter proqramları, beyin zədəsi reabilitasiyası və digər yanaşmalar daxildir. Bu metodların məqsədi idrak funksiyasını yaxşılaşdırmaq və xəstələrin həyat keyfiyyətini artırmaqdır. Müasir neyropsixoloji tədqiqatlar funksional maqnit rezonans görüntülmə və elektroensefalografiya (EEG) kimi neyro təhsildən də fəal şəkildə istifadə edir. Bu üsullar beyin fəaliyyətini real vaxtda müşahidə etməyə və müəyyən tapşırıqları yerinə yetirərkən müxtəlif beyin bölgələrinin aktivləşməsindəki dəyişiklikləri aşkar etməyə imkan verir. Bu, müxtəlif psixoloji pozğunluqlarda hansı beyin proseslərinin təsirləndiyini və beynin hansı sahələrinin düzəldilməyə həssas ola biləcəyini daha dəqiq anlamağa kömək edir [4].

Neyropsixologiya daim inkişaf edən və zehni fəaliyyətin beyin mexanizmlərinin anlaşılmasına əhəmiyyətli töhfə verən dinamik və çoxşaxəli bir sahədir. Neyropsixologiyada istifadə olunan qiymətləndirmə və düzəliş üsulları zehni xəstəliklərin diaqnozunu və müalicəsini yaxşılaşdırmağa kömək edir və müxtəlif nevroloji və psixoloji problemləri olan xəstələr üçün daha yaxşı reabilitasiya strategiyalarının inkişafına kömək edir. Neyropsixologiyada vacib bir istiqamət neyroplastikliyin öyrənilməsidir. Beynin təcrübə və öyrənməyə cavab

olaraq quruluşunu və funksiyasını dəyişdirmə qabiliyyəti neyrofiziologiyasının əsasını təşkil edir. Bu sahədəki araşdırmalar, beynin bir zədə və ya xəstəlik nəticəsində funksiya itkisini necə kompensasiya edə biləcəyini və idrak bacarıqlarını artırmaq üçün neyroplastikliyi necə stimullaşdıracağını anlamağa imkan verir. Neyroplastikliyin qiymətləndirilməsi metodlarına EEG və ya fMRI istifadə edərək beyin fəaliyyətindəki dəyişikliklərin ölçülməsi kimi neyrofizioloji tədqiqatlar daxildir. Neyroplastik prosesləri aktivləşdirmək üçün xüsusi kompüter proqramları və təlimlərindən də istifadə olunur. Neyropsixologiya işin vacib bir tərəfi hər bir insana fərdi yanaşmadır [5]. Hər bir insan bənzərsiz olduğundan qiymətləndirmə və düzəliş metodları insanın xüsusi ehtiyaclarına və xüsusiyyətlərinə uyğunlaşdırılmalıdır. Buraya idrak funksiyalarının güclü və zəif tərəflərini nəzərə alan fərdi reabilitasiya və təlim proqramlarının hazırlanması daxil ola bilər. Neyropsixologiya klinik praktikada da böyük əhəmiyyətə malikdir. Neyropsixoloji qiymətləndirmə Alzheimer, şizofreniya və ya depressiya kimi nevroloji və psixiatrik xəstəliklərin diaqnozu üçün vacib bir vasitə ola bilər. Həm də reabilitasiya zamanı müalicənin və düzəlişin effektivliyini təyin etməyə kömək edir. Nəticə olaraq, neyropsixologiya insan beyninin fəaliyyətini anlamaqda və zehni pozğunluqları və idrak çatışmazlıqlarını qiymətləndirmək və düzəltmək üçün metodlar hazırlamaqda mühüm rol oynayır. Müasir tədqiqat metodları və fərdi yanaşmalardan istifadə edərək, neyropsixoloqlar xəstələrin həyat keyfiyyətini yaxşılaşdırmağa kömək edir və zədələnmədən və ya xəstəlikdən sonra idrak funksiyalarını bərpa etməyə kömək edirlər [6].

Neyropsixologiyanın müxtəlif sahələri mövcuddur:

Eksperimental. Bu, lokal beyin zədələnməsi hallarında bütün növ ruhi pozğunluqların və onların inkişaf səbəblərinin eksperimental öyrənilməsinə əhatə edir.

Klinik. Bu, lokal beyin zədələnməsi inkişaf etmiş xəstələri müayinə edir.

Pediatrik. Bu, lokal beyin zədələnməsindən əziyyət çəkən uşaqlarda ruhi pozğunluqların xüsusiyyətlərinin öyrənilməsinə yönəlmişdir.

Reabilitasiya. Bu, psixoloji metodlardan istifadə etməklə zehni funksiyaların bərpasına yönəlmişdir.

Psixofizioloji. Bu, ali ruhi pozğunluqların başlanğıc və irəliləməsinin fizioloji mexanizmlərini öyrənir. Okuloqrafiya, elektroensefaloqrafiya və digər diaqnostik metodlar kimi psixofizioloji tədqiqat metodlarından istifadə edir.

Ekoloji. Bu, mənfi ətraf mühit amillərinin insanın emosional vəziyyətinə, zehni funksiyalarına və şəxsiyyətinə təsirini təhlil edir.

Diaqnostik. Bu, beynin zədələnmiş sahələrini və əməliyyatdan əvvəl və sonra ali zehni funksiyaların vəziyyətini müəyyən etmək üçün neyropsixoloji metodlardan istifadə edir. Lakin, bu gün neyropsixologiya

sağlam insanlarda ali sinir fəaliyyətinin öyrənilməsinə diqqət yetirərək fəal şəkildə inkişaf edir. Məsələn, interhemisferik asimmetriyanın öyrənilməsinə çox diqqət yetirilir [7].

Nəticə. Neyropsixologiyanın bir elm olaraq aktuallığı, inkişaf geriliyi olan uşaqlara və ümumi təhsil müəssisələrində təhsil alan, lakin ümumiyyətlə öyrənməyə və sosiallaşmaya uyğunlaşmaqda çətinlik çəkən yetkinlərə kömək etməyə yönəlmiş praktik psixologiyanın artan ehtiyaclarından irəli gəlir. Normal və deviant inkişaf problemləri ilə işləyən mütəxəssislərin metodoloji arsenalında neyropsixologiyada empirik irəliləyişlər ciddi yer tutmuşdur. Psixoloqlara uyğunlaşma və sosiallaşma problemləri olan uşaqlara və yeniyetmələrə daha effektiv yardım göstərməyə imkan verən əhəmiyyətli bir nəzəri təməl mövcuddur. Hazırda diaqnostik və psixoterapiya fəaliyyətləri ilə məşğul olan psixoloqlara yönəlmiş neyropsixologiya dərsləkləri kifayət qədər deyil. Buna görə də, neyropsixologiyanın əsas bölmələri və nailiyyətləri ilə tanışlıq təhsil sistemində işləyən mütəxəssislər üçün vacibdir. edir. Neyropsixologiyanın əsas məqsədi, xüsusən də minimal beyin disfunksiyası olan yüngül beyin qüsurlarının neyropsixoloji diaqnozu və müalicəsini mənimsəmək, eləcə də neyropsixoloji müayinədə diaqnostik bacarıqlar və beyin zədələnməsinin müxtəlif yerlərində ali zehni funksiya pozğunluqlarının tanınmasına imkan verən biliklər inkişaf etdirməkdir [8].

Neyropsixoloq, diaqnostik testlərə əsaslanaraq, daha yüksək zehni funksiyaları və davranışları bərpa etməyə, düzəltməyə və inkişaf etdirməyə kömək edən tövsiyələr verə bilən bir mütəxəssisdir. Onlar insanın zehni fəaliyyətdəki güclü və zəif tərəflərini və onları necə düzgün şəkildə balanslaşdırmağı müəyyən edə bilirlər. Neyropsixologiya fərdin funksional vəziyyətinə əsasən idrak yükünü müəyyən edə və idarə edə bilər. Mütəxəssisin tövsiyələrinə əməl etməklə müştərilər dözümlülüyü artırır, performansını yaxşılaşdırır və nitq və yaddaş problemlərini aradan qaldırır bilirlər. Nəhəng informasiya axını və yüksək iş yükü dövründə bu, hər zaman olduğundan daha aktualdır.

KAYNAKLAR

- 1.Həsənova A.M, Rüstəmli R.A., (2021) Müasir təbiətşünaslığın sosial-sinergetik konsepsiyası, ADPU nəşriyyatı, Bakı – 91-130 s.
- 2.Steinmetz, J. D. et al. Global, regional, and national burden of disorders affecting the nervous system, 1990–2021: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021. *Lancet Neurol.***23**, 344–381 (2024).
- 3.Bloem, B. R., Okun, M. S. & Klein, C. Parkinson's disease. *Lancet***397**, 2284–2303 (2021).
- 4.Kehagia, A. A., Barker, R. A. & Robbins, T. W. Neuropsychological and clinical heterogeneity of cognitive impairment and dementia in patients with Parkinson's disease. *Lancet Neurol.***9**, 1200–1213 (2010). [DOI]
- 5.Lamberti, V. M. J. et al. Profile of neuropsychiatric symptoms in Parkinson's disease: surgical candidates compared to controls. *J. Parkinson's Dis.***6**, 133–142 (2016).
- 6.Abraham, A. Why the standard definition of creativity fails to capture the creative act. *Theory Psychol.***35**, 40–60 (2025).
- 7.Dietrich, A. Types of creativity. *Psychonom. Bull. Rev.***26**, 1–12 (2019).
- 8.Jung, R. E. & Vartanian, O. *The Cambridge Handbook of the Neuroscience of Creativity* (Cambridge University Press, 2018).

PACKAGING INNOVATION IN BATANG

Inda Millata Afna¹, Naila Septiani², Nasywa Awaliyah³, Aini Anjali Putri Kamalia⁴, Rani Suci Rahmadani⁵

^{1,2,3,4,5} Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Email: inda.millata.afna24031@mhs.uingusdur.ac.id, naila.septiani24046@mhs.uingusdur.ac.id, nasywa.awaliyah24008@mhs.uingusdur.ac.id, aini.anjali.putri.kamaila24001@mhs.uingusdur.ac.id, rani.suci.rahmadani24020@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Packaging innovation refers to the development of packaging that extends beyond its conventional function as a container and product protector by incorporating functional, aesthetic, economic, competitive, and environmental values. This study discusses the development of packaging innovation in Batang Regency through two main perspectives: large-scale industrial development and local environmentally friendly innovation. The development of the Batang Integrated Industrial Estate (KITB) has strengthened the region's packaging industry ecosystem through the entry of manufacturing companies, including Thong Guan Industries Bhd., which is involved in the production of various plastic packaging materials. This development indicates Batang's potential to become part of national and global packaging supply chains. At the local level, packaging innovation is also demonstrated through Lumiseed, an environmentally friendly secondary packaging innovation developed by students of SMA Negeri 1 Subah. Lumiseed utilizes agricultural waste, particularly banana stems and corn husks, as materials for seed paper packaging. Unlike conventional packaging, the material can be planted after use, allowing it to provide additional environmental value while supporting the principles of a circular economy. These developments demonstrate that packaging innovation in Batang is not limited to increasing production capacity, but also involves resource efficiency, waste reduction, local material utilization, and environmental sustainability. However, local innovations still face challenges related to production capacity, intellectual property protection, market expansion, and integration with the broader industrial ecosystem. Collaboration among government, industry, educational institutions, communities, and innovators is therefore important to strengthen packaging innovation. Packaging innovation in Batang can consequently serve as a link between industrial development, local creativity, agricultural resources, environmental sustainability, and regional economic growth.

Keywords: *Packaging Innovation, Circular Economy, Sustainable Packaging, Local Creativity, Batang Regency*

MATERIALS AND PRODUCTION PROCESSES OF SARUNG GOYOR IN THE DEVELOPMENT OF HALAL CREATIVE PRODUCTS IN PEMALANG

Syihabud Din¹, Nafal Fikri², May Naila Khoiroh³, M. Nasrul Rusydi Al Arzaqinaa⁴

^{1,2,3,4} Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Email: syihabud.din24035@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

The development of halal creative products in the craft subsector involves not only product design and aesthetic value but also the selection of materials and production processes. These aspects determine product quality, durability, functionality, and cultural identity. This article examines the materials and production processes of Sarung Goyor, a traditional textile craft originating from Pemalang Regency, Central Java, Indonesia. Sarung Goyor is primarily produced in Wanarejan Utara Village, Taman District, where traditional weaving practices contribute to both local economic activities and cultural preservation. Its production involves several stages, including yarn preparation, yarn processing, dyeing, motif formation, weaving using non-machine looms (*Alat Tenun Bukan Mesin* or ATBM), and finishing. The continued use of ATBM demonstrates the importance of manual craftsmanship, technical skills, and inherited knowledge in shaping the distinctive characteristics of the product. Therefore, the value of Sarung Goyor extends beyond its raw materials to include the production expertise and cultural traditions embedded in the manufacturing process. From the perspective of the halal industry, material transparency, cleanliness, product safety, and appropriate handling throughout production, storage, packaging, and distribution are important considerations in developing competitive creative products. Although traditional craftsmanship provides a strong foundation for product differentiation, further development requires improvements in quality management, design innovation, packaging, and marketing strategies to respond to changing consumer preferences. This article highlights the potential of integrating traditional materials, craftsmanship, and production practices with relevant halal-oriented standards to strengthen the competitiveness of local crafts. By maintaining its cultural authenticity while adapting to contemporary market demands, Sarung Goyor can be developed into a broader range of creative products, including fashion items and accessories. Such an approach offers opportunities to preserve local heritage, increase economic value, and support the sustainable development of the craft industry in Pemalang Regency.

Keywords: *Sarung Goyor; traditional crafts; materials; production processes; halal creative products; ATBM.*

PANTURA CULINARY ROUTE: DEVELOPING CULINARY TOURISM AS A STRATEGY FOR REGIONAL ECONOMIC GROWTH AND CULTURAL PRESERVATION

Indah Naela Zulfa¹, Nabilati Naela Makhasin², Rhessa Maulida³, Himmatul Aliyah⁴, Mahya Akmelia⁵

Faculty of Islamic Economics and Business, UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan

Field of Study: Sharia Economics

Email: indah.naela.zulfa24015@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

The Pantura Culinary Route represents a strategic approach to developing culinary tourism along Indonesia's northern coastal corridor by integrating local food heritage, tourism destinations, and regional economic activities. This paper aims to examine the potential of culinary tourism as an instrument for promoting regional economic growth while preserving local cultural identity, particularly in areas along the North Coast of Java. The discussion focuses on the role of traditional cuisine, local culinary enterprises, tourist villages, and culinary festivals in establishing an integrated and sustainable tourism route. This paper employs a descriptive qualitative approach based on a literature review and conceptual analysis of culinary tourism development. The analysis highlights the importance of collaboration among local governments, micro, small, and medium-sized enterprises (MSMEs), tourism communities, and cultural stakeholders in strengthening the competitiveness of regional culinary destinations. The Pantura Culinary Route can serve as a platform for promoting distinctive local dishes, expanding market access for culinary entrepreneurs, creating employment opportunities, and increasing tourist engagement with local traditions. Furthermore, integrating culinary experiences with cultural attractions and community-based tourism may strengthen destination identity and support the sustainability of local economic activities. However, its implementation requires coordinated destination planning, adequate infrastructure, effective promotion, and the preservation of culinary authenticity. This paper proposes the Pantura Culinary Route as a conceptual framework for connecting culinary heritage with inclusive regional development. Its implementation is expected to contribute to sustainable tourism development while safeguarding the cultural and gastronomic diversity of the North Coast of Java.

Keywords: Pantura Culinary Route, Culinary Tourism, Regional Economic Development, Cultural Heritage, Sustainable Tourism.

PRODUCTIVE WAQF MANAGEMENT IN COMMUNITY ECONOMIC EMPOWERMENT AT PONDOK MODERN TAZAKKA, BATANG REGENCY, INDONESIA

Tabik Asghar Ramadhani, Muhammad Haikal Adzimil Anam, Muhammad Hidayatullah, M Abdul

Latif, Ghatfaan Alhamda Rahman

Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

tabik.asghar.ramadhani24189@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Productive waqf is an Islamic economic instrument that integrates religious values, social welfare, and sustainable economic development. Unlike consumptive waqf, productive waqf involves managing endowed assets to generate continuous economic benefits while preserving the principal assets. This study aims to examine the management of productive waqf in empowering the community's economy at Pondok Modern Tazakka, Batang Regency, Indonesia. The discussion focuses on four fundamental management functions: planning, organizing, actuating, and controlling. Planning involves determining asset development strategies, identifying business opportunities, allocating resources, and establishing long-term objectives. Organizing emphasizes the division of responsibilities, coordination, and the establishment of an effective management structure. Actuating involves implementing productive activities through business development, asset utilization, and cooperation with various stakeholders. Meanwhile, controlling ensures that waqf management activities remain consistent with established objectives through regular monitoring, financial evaluation, and risk management. In addition, transparency, accountability, and the professionalism of nazhir (waqf managers) are essential factors in strengthening public trust and optimizing the benefits of waqf assets. Collaboration with Islamic financial institutions, government agencies, educational institutions, and local entrepreneurs can further support business development, technological innovation, and market expansion. Productive waqf management at Pondok Modern Tazakka demonstrates the potential of Islamic endowment assets to support institutional sustainability while creating broader economic benefits for surrounding communities. Therefore, effective, transparent, and sustainable management is essential to maximizing the role of productive waqf in community economic empowerment.

Keywords: productive waqf, waqf management, community economic empowerment, nazhir, Pondok Modern Tazakka.

CULINARY HERITAGE AS CULTURAL IDENTITY: HISTORICAL ROOTS, SOCIAL VALUES, AND PRESERVATION STRATEGIES IN BATANG REGENCY

Adhi Wira Pradana Sugiyantoro¹, Muhammad Naziif Haniif², Irfandi Rizqullah³, Sauqi Masda Qama⁴, Miftakhudin⁵

^{1,2,3,4,5} Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Email: adhi.wira.pradana.sugiyantoro24146@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Culinary heritage serves as more than a biological necessity; it is a profound manifestation of cultural identity, historical narratives, and social values. This paper explores the culinary heritage of Batang Regency, Central Java, as a reflection of its society's cultural identity and ecological knowledge. By analyzing authentic local dishes, this study highlights the socio-cultural significance embedded within Batang's traditional gastronomy. Dishes such as Sego Megono and Lontong Lemprak symbolize profound social equality, deconstructing economic stratification and fostering egalitarian communal interactions through accessible pricing and modest dining traditions like lesehan. Furthermore, this culinary diversity reflects the agrarian society's deep ecological connection by utilizing locally sourced natural resources. From a historical perspective, the legacy of Serabi Kalibeluk, dating back to the Mataram Sultanate era in 1663, exemplifies the community's consistency in preserving ancient production methods, leading to its formal recognition as a National Intangible Cultural Heritage. However, amidst the challenges of globalization, modernization, and shifting consumption patterns, preserving this heritage requires a comprehensive, multisectoral approach. The study identifies various strategic preservation efforts that transform traditional culinary conservation into engaging educational and artistic mediums. These include the implementation of urban heritage tourism, the creation of the traditional "Tari Serabi Kalibeluk" dance, and the integration of the "Sepiring Rasa Batang" educational illustration book into formal school curricula. Ultimately, this research emphasizes that the sustainable preservation of traditional culinary heritage must synergize authentic local community involvement, cultural tourism development, and cross-generational education to ensure Batang's culinary identity endures modernization.

Keywords: Culinary Heritage, Cultural Identity, Batang Regency, Social Equality, Heritage Preservation, Gastronomy Tourism.

FUNDING STRATEGIES FOR THE DEVELOPMENT OF PRODUCTIVE WAQF AT PONDOK MODERN TAZAKKA, BATANG REGENCY, INDONESIA

Tabik Asghar Ramadhani, Muhammad Haikal Adzimil Anam, Muhammad Hidayatullah, M Abdul

Latif, Ghatfaan Alhamda Rahman

Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

tabik.asghar.ramadhani24189@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Funding strategies play an essential role in the development of productive waqf by providing the financial resources needed to develop waqf assets while preserving their principal value and legal status. This study aims to examine various funding strategies for productive waqf development, particularly in the context of Pondok Modern Tazakka, Batang Regency, Indonesia. The discussion highlights several funding approaches, including cash waqf, digital fundraising, optimization of existing waqf assets, partnerships with Islamic financial institutions, business unit development, and reinvestment of waqf-generated income. Cash waqf provides opportunities for broader public participation and can support productive economic activities, including micro, small, and medium enterprises (MSMEs). Meanwhile, digital fundraising can expand the reach of waqf collection and improve public access to information, provided that transparency and transaction security are maintained. Optimizing existing waqf assets through agriculture, plantations, commercial activities, and other business ventures can also generate sustainable income. Furthermore, cooperation with Islamic banks, Islamic microfinance institutions, cooperatives, and other stakeholders can strengthen financial resources and business development. Reinvestment is equally important because part of the income generated can be allocated to asset maintenance, operational expenses, and further business expansion. In the context of Pondok Modern Tazakka, combining these funding strategies with effective planning, professional management, transparent reporting, and risk control can improve the sustainability of productive waqf. Therefore, a diversified funding strategy supported by strong institutional governance has the potential to strengthen waqf asset development, support educational and social programs, and contribute to the economic empowerment of surrounding communities.

Keywords: productive waqf, funding strategies, cash waqf, Islamic finance, economic empowerment.

BUILDING CONSUMER TRUST IN DEVELOPING THE HALAL CREATIVE CULINARY INDUSTRY IN BATANG REGENCY

Irfandi Rizqullah¹, Muhammad Nazihi Haniif², Adhi Wira Pradana Sugiyantoro, Sauqi Masda Kama⁴, Miftakhudin⁵

^{1,2,3,4,5} Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Email: irfandi.rizqullah24151@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Consumer trust is a fundamental factor in the development of the halal culinary industry, particularly for Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs) seeking to strengthen their competitiveness and market presence. This study discusses the role of halal certification, food safety, product quality, information transparency, branding, and cultural identity in building consumer trust in traditional culinary products in Batang Regency, Indonesia. Halal certification serves as a credibility signal by providing consumers with assurance that products have undergone specific halal verification procedures. However, consumer trust cannot be established through certification alone. Consistent taste, hygiene, packaging, service quality, and clear product information are also essential in shaping consumer perceptions and purchasing decisions. In Batang Regency, traditional culinary products such as megono, lontong lemprak, and Serabi Kalibeluk have considerable potential to become part of the region's culinary tourism identity. Their cultural heritage and established social networks provide valuable foundations for strengthening consumer relationships. Nevertheless, traditional values need to be supported by professional business management, consistent product standards, and effective communication strategies. Branding and digital marketing can help MSMEs communicate product origins, cultural stories, halal status, and distinctive characteristics to broader audiences. Consumer trust can therefore be developed through four interconnected elements: halal assurance, food safety and quality, information transparency, and positive consumer experiences. Collaboration among business actors, local government, tourism stakeholders, and MSME communities is also important in maintaining these elements consistently. By integrating cultural preservation with halal assurance and professional marketing practices, traditional culinary businesses in Batang Regency can improve their competitiveness, expand market access, and contribute to the development of a sustainable halal creative industry and culinary tourism.

Keywords: consumer trust, halal certification, MSMEs, culinary branding, traditional culinary, Batang Regenc

ARTISAN REGENERATION AND THE SUSTAINABILITY OF PEMALANG CRAFTS AS CREATIVE HALAL PRODUCTS

M. Nasrul Rusydi Al Arzaqina, May Naila Khoiroh, Nafal Fikri, Syihabud Din

Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

m.nasrul.rusydi.al.arzaqina24016@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Artisan regeneration is essential for preserving traditional crafts and ensuring the sustainability of local creative industries. In Pemalang, Sarung Goyor represents a traditional textile craft that relies on inherited skills, cultural knowledge, and manual weaving techniques. This study aims to examine the role of artisan regeneration in preserving traditional skills while supporting innovation and the development of creative halal products. This study uses a descriptive qualitative approach based on a review of relevant literature, previous research, and information about the Sarung Goyor industry in Pemalang. The analysis focuses on intergenerational knowledge transfer, skills training, digital technology, entrepreneurship, and the involvement of younger generations. The findings indicate that artisan regeneration can be developed through family traditions, practical training, and collaboration between experienced artisans and young people. Senior artisans contribute technical skills and cultural knowledge, while younger generations can introduce innovations in product design, digital marketing, and business management. Digital documentation can also help preserve traditional weaving techniques, motifs, and local knowledge. Furthermore, cooperation among families, educational institutions, communities, businesses, and government can strengthen training opportunities and support the sustainability of the craft industry. Regeneration can also promote halal values through clean production processes, product quality, ethical business practices, and honest marketing. In conclusion, sustainable artisan regeneration requires intergenerational cooperation, continuous skills development, and opportunities for innovation. By combining traditional knowledge with modern technology and entrepreneurship, Pemalang crafts can preserve their cultural identity, support local economic development, and strengthen their potential as creative halal products.

Keywords: artisan regeneration; traditional crafts; Sarung Goyor; cultural preservation; digital technology; creative halal products

CULTURAL FESTIVALS AND CREATIVE ECONOMY: DEVELOPING COMMUNITY-BASED TOURISM THROUGH THE WONG GUNUNG FESTIVAL IN PEMALANG, INDONESIA

Nindi Aulia, Fika Dea Lova, Cahya Amelia, Ismi Nur Hanifah, Dwi Tika Wulansari

Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

nindi.aulia24194@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Cultural festivals play an important role in preserving local traditions, strengthening regional identity, and creating economic opportunities through tourism and the creative economy. This article examines the potential of the Wong Gunung Festival in Pulosari, Pemalang Regency, Central Java, as a strategy for developing community-based tourism by integrating local culture, natural resources, and creative economic activities. The discussion uses a descriptive qualitative approach based on a literature review and secondary sources, including research on the Wong Gunung Festival and the Kamis Wage Traditional Market in Penggarit Tourism Village. The findings indicate that the Wong Gunung Festival represents a community-driven initiative that has continued for a decade, demonstrating the importance of local participation and collaboration across villages in tourism development. The festival provides opportunities to promote regional identity, introduce local cultural attractions, and encourage economic activities involving small businesses, farmers, artisans, culinary entrepreneurs, and performing artists. The experience of the Kamis Wage Traditional Market further illustrates how cultural values can be transformed into engaging tourism experiences while generating business opportunities and increasing local community income. Nevertheless, the development of cultural festivals requires a balance between commercial interests and cultural preservation to prevent the loss of local authenticity. Strengthening digital promotion, improving local creative products, expanding collaboration among stakeholders, and maintaining community participation are essential for ensuring long-term benefits. This article concludes that the Wong Gunung Festival has considerable potential to become a cultural tourism identity for Pemalang. With sustainable management and inclusive community involvement, cultural festivals can serve not only as celebrations of tradition but also as instruments for strengthening local economies, preserving cultural heritage, and supporting sustainable tourism development.

Keywords: Cultural Festival, Creative Economy, Community-Based Tourism, Wong Gunung Festival, Local Culture, Pemalang

CULINARY FESTIVALS AS CULTURAL ATTRACTIONS AND DRIVERS OF CREATIVE ECONOMY AND TOURISM DEVELOPMENT IN BATANG REGENCY

Adhi Wira Pradana Sugiyantoro Miftakhudin¹, Muhammad Naziih Haniif², Irfandi Rizqullah³, Sauqi Masda Kama⁴, Adhi Wira Pradana Sugiyantoro⁵

^{1,2,3,4,5} Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Email: miftakhudin24158@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Culinary festivals have significant potential to serve as cultural attractions that connect local food, cultural identity, community creativity, and tourism development. This paper discusses the role of culinary festivals in strengthening the creative economy and promoting tourism in Batang Regency, Central Java, Indonesia. The discussion focuses on the potential of local culinary products, the involvement of micro, small, and medium enterprises (MSMEs), community collaboration, market expansion, and digital promotion. Local specialties such as Megono, Lontong Lemprak, Mie Kenyol, and Serabi Kalibeluk represent the region's culinary heritage and can be introduced to a wider audience through well-organized festival activities. The 2025 Batang Creative Economy Festival illustrates how creative events can provide opportunities for local businesses to promote their products, reach new consumers, and contribute to regional economic activities. Furthermore, collaboration among local government, MSMEs, cultural communities, and tourism stakeholders is essential for creating festivals that reflect local characteristics and provide meaningful visitor experiences. Digital technology can also extend the impact of festivals through social media promotion, online marketing, and digital documentation. Therefore, culinary festivals should not be viewed merely as temporary food markets but as integrated cultural tourism experiences that combine local cuisine, traditions, creativity, and community participation. Sustainable festival management, strategic locations in tourist destinations, and continuous innovation are important for maximizing their benefits. Ultimately, culinary festivals can strengthen Batang's regional identity, support MSME development, expand market access, and encourage tourist visits, contributing to a more competitive and sustainable local creative economy.

Keywords: Culinary Festivals, Cultural Attractions, Creative Economy, Tourism Development, MSMEs, Batang Regency

ROADMAP FOR THE DEVELOPMENT OF BATANG REGENCY'S HALAL CREATIVE ECONOMY: STRENGTHENING BUSINESS CAPACITY, MARKET COMPETITIVENESS, AND SUSTAINABILITY

Nabilatul Fauziah, Naeza Fara Diba, Zahrotul Milatina, Anasta Nafsi, M. Reza Kurniawan

Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

hendri.hermawan@uingusdur.ac.id

Abstract

The development of a halal creative economy in Batang Regency requires a long-term roadmap to transform local potential into a competitive, integrated, and sustainable economic sector. This paper discusses the strategic direction for developing the halal creative economy by connecting business capacity, halal value chain integration, market expansion, and regional economic growth. The proposed roadmap emphasizes the importance of identifying priority subsectors based on local potential, business readiness, market opportunities, and value-added creation. It also highlights the need to strengthen halal compliance, business legality, product quality, branding, digital marketing, financing access, and cooperation among stakeholders. The roadmap is structured into three development stages: foundation, acceleration, and consolidation. The foundation stage focuses on mapping business conditions, determining development priorities, strengthening basic business capabilities, and establishing baseline indicators. The acceleration stage aims to improve productivity, encourage product innovation, expand market access, utilize digital technology, and increase business scale. Meanwhile, the consolidation stage focuses on maintaining growth through stronger business governance, quality control, halal compliance, sustainable partnerships, and continuous innovation. The effectiveness of the roadmap should be assessed through measurable outcomes, including business upgrading, market expansion, increased production capacity, employment growth, and stronger collaboration among stakeholders. Periodic evaluation is also necessary to ensure that development strategies remain responsive to changes in consumer preferences, technology, regulations, and market competition. Overall, the roadmap provides a strategic framework for aligning government policies, business development initiatives, academic support, community participation, and halal ecosystem strengthening. Through coordinated implementation, Batang Regency can optimize its local creative potential, enhance the competitiveness of halal products, and promote inclusive and sustainable regional economic development.

Keywords: Halal creative economy, roadmap, halal value chain, MSMEs, regional economic development

LOCAL HALAL PRODUCT MARKET OPPORTUNITIES IN BATANG REGENCY, INDONESIA

Naeza Fara Diba¹, Zahrotul Milatina², Nabilatul Fauziyah³, Anasta Nafsi⁴, Muhammad Reza Kurniawan⁵
^{1,2,3,4,5} Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Abstract

The development of the halal industry presents significant opportunities for local products to expand their market reach and contribute to regional economic growth. This study aims to examine the market opportunities for local halal products in Batang Regency, Indonesia, and identify strategies to strengthen their competitiveness in domestic and international markets. This study employs a descriptive approach based on a review of relevant literature and secondary data concerning the global halal economy, Indonesia's halal industry, and regional product development. The findings indicate that the growing global demand for halal products, Indonesia's large Muslim population, and the increasing use of digital technology provide favorable conditions for local businesses in Batang Regency. Local culinary products, batik, and handicrafts have the potential to enter broader halal value chains by combining product quality, halal assurance, and distinctive local cultural characteristics. However, these opportunities cannot be fully realized without adequate business readiness. Key challenges include limited halal certification, uneven product quality, restricted market access, insufficient digital marketing capabilities, and limited participation in broader promotional networks. Furthermore, the concentration of halal exports in processed food products highlights the importance of diversifying local halal industries into sectors such as Muslim fashion, handicrafts, and halal tourism. To address these challenges, this study proposes a gradual market expansion strategy, beginning with local and regional markets before targeting national and international markets. Supporting measures include accelerating halal certification, improving product innovation and packaging, strengthening digital marketing, enhancing production capacity, and establishing product curation programs facilitated by local government. Collaboration among government institutions, business actors, and relevant stakeholders is also essential to building a sustainable halal business ecosystem. In conclusion, Batang Regency has promising opportunities to develop its local halal products into competitive and value-added commodities. Realizing this potential requires an integrated strategy that connects halal assurance, local cultural identity, innovation, and market development to support small and medium-sized enterprises and strengthen the regional economy.

Keywords: halal products, market opportunities, Batang Regency, local products, halal industry, small and medium-sized enterprises.

DIGITAL CONTENT MONETIZATION

Nisa Agustin, Zabrina Elvaretta, Rofiqoh Aliyah Arifin, Faizura Syifa Ramadhani, Pinky Nila Nawawiza
Universitas Islam Negeri K. H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

Abstract

Digital content monetization has become an important opportunity for Generation Z to transform creativity, digital skills, and audience engagement into sources of income. This chapter discusses the concept of digital content monetization, its various revenue models, the challenges faced by content creators, and its potential contribution to the creative economy. Monetization can be implemented through several methods, including advertising, endorsements, affiliate marketing, subscriptions, crowdfunding, and the sale of products or services. To develop a sustainable creator business, content creators need to build a strong personal brand, understand their target audience, maintain content consistency, manage their finances effectively, and diversify their income sources. Nevertheless, digital content monetization also presents challenges, such as dependence on digital platforms, changes in algorithms, income uncertainty, and the potential loss of authenticity in commercial partnerships. In Central Java, digital content creation offers opportunities to promote local products, halal culinary businesses, Muslim fashion, and regional cultural potential to wider audiences. These activities can strengthen the visibility of local businesses and create additional economic opportunities within the creative economy. Furthermore, monetization practices should consider Islamic ethical principles, particularly honesty, transparency, responsibility, and compliance with halal values. These principles are important to ensure that commercial activities provide benefits without misleading audiences or compromising ethical standards. Therefore, digital content monetization should not be viewed solely as a means of generating income but also as a form of digital entrepreneurship that requires creativity, business strategies, and ethical responsibility. By combining these elements, Generation Z can develop more sustainable creator businesses while contributing to local economic development.

Keywords: Digital Content Monetization, Generation Z, Creator Economy, Digital Entrepreneurship, Islamic Ethics, Creative Economy

SOCIAL COMMERCE

Aini Anjali Putri Kamalia¹, Nasywa Awaliyah², Inda Millata Afna³, Naila Septiani⁴, Rani Suci Rahmadani⁵

^{1,2,3,4,5} Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Email: aini.anjali.putri.kamalia24001@mhs.uingusdur.ac.id,
nasywa.awaliyah24008@mhs.uingusdur.ac.id, inda.millata.afna24031@mhs.uingusdur.ac.id,
naila.septiani24046@mhs.uingusdur.ac.id, rani.suci.rahmadani24020@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Digital transformation has driven changes in the way micro, small, and medium-sized enterprises (MSMEs) conduct their business activities, including in building relationships with consumers through *social commerce*. *Social commerce* utilizes social media not only as a promotional tool but also as a space for interaction and transactions that integrates content, communication, and purchasing within a single digital ecosystem. In the context of the halal creative economy in Batang Regency, this development provides opportunities for local craft, fashion, and culinary products to expand their market reach by presenting products, production processes, stories, and local values through digital content. Content creativity, consumer interaction, and *live streaming* play important roles in increasing product visibility, building consumer trust, and encouraging purchasing decisions. However, the adoption of *social commerce* still faces challenges, including limited digital literacy, intense content competition, the need for consistent promotion, and the importance of presenting product information and halal claims honestly and in accordance with actual conditions. Therefore, the adoption of *social commerce* among halal creative economy MSMEs in Batang can be carried out gradually by selecting appropriate platforms, developing creative and informative content, engaging with consumers, and evaluating consumer responses and content performance. Through these strategies, *social commerce* has the potential to serve as a bridge between local Batang products and a broader digital consumer market.

Keywords: *Social Commerce; Digital Transformation; MSMEs; Halal Creative Economy; Batang Regency; Digital Marketing.*

BATIK RIFA'İYAH HERITAGE AS CREATIVE CAPITAL: TRANSFORMING CULTURAL VALUES INTO ECONOMIC AND CREATIVE OPPORTUNITIES

**Ika Ismatul HAWA¹, Adellia Saniyatuz ZAHRO², Syaliva Dhu SA'ATIN³, Mutia Aira RAMADHANI⁴,
Sabrina ZAHROH⁵**

**^{1,2,3,4,5} Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics
and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia**

Email: ismatulhawa243@gmail.com

Abstract

Batik Rifa'iyah represents a significant form of cultural heritage that has the potential to be developed as creative capital within the creative economy of Pekalongan Regency. This study examines how the cultural values embedded in Batik Rifa'iyah can be transformed into creative and economic value while maintaining their historical, social, and religious meanings. Creative capital in this context extends beyond the physical batik products and includes traditional knowledge, craftsmanship, history, cultural identity, creativity, and values preserved by the Rifa'iyah community. The findings indicate that the production of Batik Rifa'iyah is closely connected to the history and daily life of the community, making it distinct from conventional batik products. Its cultural significance provides an opportunity to develop product storytelling that communicates the origins of motifs, their philosophical meanings, the production process, Islamic values, and the personal stories of artisans. Such an approach can encourage consumers to perceive Batik Rifa'iyah not merely as a textile product but also as a representation of cultural experience and community identity. Furthermore, strengthening Batik Rifa'iyah as creative capital requires systematic documentation and digital preservation of traditional knowledge. Limited written documentation of motif philosophies and their historical foundations remains a challenge because much of this knowledge has been transmitted orally across generations. Therefore, digital archiving, motif documentation, interviews with senior artisans, and the development of cultural catalogs are important strategies for preserving and promoting this heritage. Ultimately, transforming Batik Rifa'iyah into creative capital can support cultural sustainability while creating new economic opportunities for the community and ensuring the transmission of its heritage to future generations.

Keywords: Batik Rifa'iyah; Creative Capital; Cultural Heritage; Creative Economy; Cultural Sustainability.

FROM LOCAL FOOD TO TOURIST DESTINATIONS: DEVELOPING HALAL CULINARY TOURISM AND VILLAGE-BASED TOURISM IN BATANG REGENCY, INDONESIA

Miftakhudin¹, Muhammad Naziif Haniif², Irfandi Rizqullah³, Sauqi Masda Qama⁴, Adhi Wira Pradana Sugiyantoro⁵

^{1,2,3,4,5} Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Email: miftakhudin24158@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Halal culinary tourism has emerged as an important opportunity to strengthen local tourism while creating broader economic benefits for communities. This study explores the development of halal culinary tourism in Batang Regency, Central Java, Indonesia, by examining the integration of traditional culinary heritage, tourism villages, and Micro, Small, and Medium Enterprise (MSME) networks. Rather than positioning culinary products merely as food consumed by tourists, this study views local cuisine as part of the tourism experience and as a potential source of destination identity and economic value. The development of Tourism Village Bawang illustrates how local resources, community participation, and MSMEs can be integrated into tourism activities through culinary experiences, local products, and village-based tourism packages. At the same time, the development of MSME networks demonstrates the importance of connecting local producers with tourism managers, government institutions, investors, industries, and wider markets. Innovation in product development, packaging, branding, digital marketing, and halal assurance can increase the competitiveness of traditional culinary products and transform them into creative halal tourism products. Digital platforms and tourism events also provide opportunities to expand market access and strengthen collaboration among local economic actors. The study argues that the development of halal culinary tourism should be approached as an integrated ecosystem rather than as an isolated culinary sector. By connecting traditional food, tourism villages, MSMEs, communities, investment, and digital networks, Batang Regency has the potential to develop a distinctive halal culinary tourism model that strengthens local identity, visitor experiences, and sustainable community-based economic development.

Keywords: Halal Culinary Tourism; Tourism Villages; MSMEs; Local Cuisine; Sustainable Tourism

DEVELOPING DIGITAL SKILLS

Sultan Daffa Amrulloh, Mutiah Puspita Andiny, Raya Ajeng Pertiwi, M Farrel Azka Wimaramzy,

Ardan Yudha Wiratama

Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

Abstract

The digital transformation of Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs) in Central Java requires not only the adoption of digital technology but also the development of digital competencies, innovation, and a supportive business ecosystem. This chapter discusses strategies for strengthening MSME digital readiness through digital competency development, business model innovation, regional startup ecosystems, and strategies for developing creative halal MSMEs. Digital competency enables MSMEs to utilize digital platforms more effectively, while business model innovation allows them to adapt to changing consumer needs and market competition. The development of regional startup ecosystems can further support MSMEs through technological solutions, access to markets, financial services, logistics, and business management. In addition, the integration of halal values, local cultural identity, product innovation, digital marketing, and collaboration among stakeholders can strengthen the competitiveness of creative MSMEs. The discussion emphasizes that digitalization should not be limited to moving business activities from offline to online, but should involve a comprehensive transformation toward digital, creative, and halal business practices. Collaboration among government institutions, universities, financial institutions, technology companies, startups, creative communities, marketplaces, and business actors is therefore essential. Through an integrated approach, digital transformation can contribute to strengthening the competitiveness and sustainability of creative and halal MSMEs in Central Java.

Keywords: digital transformation, MSMEs, digital competency, business model innovation, startup ecosystem, halal industry.

IMPACT OF HEXAGONAL WARPING ON QUANTUM CAPACITANCE OF TOPOLOGICAL-INSULATOR SURFACE STATES IN Bi_2Te_3

Fida Muhammad and Abdullah Yar

Department of Physics, Kohat University of Science and Technology,

Kohat-26000, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan

Abstract:

We investigate the influence of hexagonal warping on the quantum capacitance of topological insulator surface states in Bi_2Te_3 . Starting from the symmetry-allowed warped Dirac Hamiltonian, we derive the anisotropic energy spectrum and density of states, revealing the evolution from circular Dirac contours to strongly distorted, snowflake-like Fermi surfaces. Combining analytical weak-warping results with finite-temperature numerical calculations, we show that hexagonal warping progressively suppresses the quantum capacitance, with the leading correction governed by the characteristic k^6 warping contribution. While the response remains nearly linear at low chemical potential, pronounced anisotropy at higher energies significantly modifies the density of states and electronic compressibility. Our results establish quantum capacitance as a sensitive probe of hexagonal-warping-induced Fermi-surface reconstruction and provide a practical framework for identifying warping effects in Bi_2Te_3 and related topological-insulator surfaces.

**PLANT-DERIVED CATALYSTS FOR SUSTAINABLE SYNTHESIS OF BIOACTIVE
HETEROCYCLIC COMPOUNDS: A COMPREHENSIVE REVIEW OF GREEN CHEMISTRY
APPROACHES,**

Sule M. Tanyam¹ Rashida Mahmud Kachalla² Salihu Muhammad Aliyu³

Federal Polytechnic Bali Department of Biochemistry/Chemistry¹

Department of Chemistry Modibbo Adama University Yola²

Department of Chemistry Federal University of Agriculture Zuru³

Corresponding author: suletanyammalamjo@gmail.com

Abstract

The growing demand for environmentally sustainable chemical processes has stimulated increasing interest in green approaches to the synthesis of biologically active heterocyclic compounds. Plant-derived catalysts have emerged as promising alternatives to conventional chemical catalysts because of their renewable origin, chemical diversity, low environmental impact, and potential for supporting simpler and safer synthetic processes. This comprehensive review examines the application of plant-derived catalytic systems in the sustainable synthesis of bioactive heterocyclic compounds, with emphasis on green chemistry principles, reaction mechanisms, and emerging applications. Plant extracts, phytochemicals, plant-derived acids, bases, enzymes, and biomass-based catalytic materials are critically discussed in relation to their catalytic roles in the formation of important heterocyclic scaffolds, including nitrogen-, oxygen-, and sulfur-containing compounds. The review evaluates environmentally benign synthetic strategies such as aqueous and solvent-free reactions, microwave- and ultrasound-assisted synthesis, and low-energy catalytic processes. Mechanistic aspects, catalyst composition, reaction efficiency, product selectivity, and factors influencing catalytic performance are also considered. Furthermore, characterization approaches and the reported antimicrobial, antioxidant, anticancer, anti-inflammatory, and other biological activities of the resulting heterocyclic compounds are examined. Particular attention is given to catalyst recyclability, waste reduction, energy efficiency, and biomass valorization. Key challenges include variation in plant composition, reproducibility, catalyst standardization, scalability, mechanistic uncertainty, and limited life-cycle assessment. Future research should focus on standardized plant-derived catalysts, mechanistic elucidation, computationally guided catalyst development, and scalable applications. Overall, plant-derived catalysis offers a promising pathway toward greener and more sustainable heterocyclic chemistry.

Keywords: *Plant-derived catalysts; Green chemistry, Heterocyclic compounds, Sustainable synthesis, Biomass valorization, Catalysis and Bioactive compounds*

GROWTH OF ENTIRE SOLUTIONS OF LINEAR DIFFERENTIAL EQUATIONS OF INFINITE ORDE

Dr FETTOUCH Houari.,

Laboratory of Pure and Applied Mathematics,

University of Mostaganem, UMAB, Algeria.

ORCID: 0000-0002-8488-3431

fettouch72@yahoo.fr

ABSTRACT

In this paper, we investigate the growth behavior of entire solutions of a certain class of linear differential equations in a neighborhood of an isolated essential singularity. By means of a suitable conformal mapping, we transfer known growth results from the complex plane to the local setting near the singular point. This approach allows us to establish parallels between classical growth theory in the complex plane and the corresponding local behavior around an essential singularity. Our results demonstrate that many properties concerning the order of growth and related characteristics remain structurally analogous **under this transformation**.

Keywords: entire solutions, proximity local growth, complex plane.

Introduction and statement of results

Throughout this paper, we assume that the reader is familiar with the fundamental results and the standard notations of the Nevanlinna value distribution theory of meromorphic function on the complex plane $\mathbb{C}$ and in the unit disc $D = \{z \in \mathbb{C} : |z| < 1\}$ (see [haym, yang]). The importance of this theory has inspired many authors to find modifications and generalizations to different domains. Extensions of Nevanlinna Theory to annuli have been made by [bieb, khri, kond, korh, mark]. In this paper, we concentrate our investigation near an isolated essential singular point. We start to give the appropriate definitions. Set $\bar{\mathbb{C}} = \mathbb{C} \cup \{\infty\}$ and suppose that $f(z)$ is meromorphic in $\bar{\mathbb{C}} - \{z_0\}$, where $z_0 \in \mathbb{C}$. Define the counting function of f by

$$N_{z_0}(r, f) = - \int_{\infty}^r \frac{n(t, f) - n(\infty, f)}{t} dt - n(\infty, f) \log r,$$

where $n(t, f)$ counts the number of poles of $f(z)$ in the region $\{z \in \mathbb{C} : t \leq |z - z_0|\} \cup \{\infty\}$ each pole according to its multiplicity; and the proximity function by

$$m_{z_0}(r, f) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \ln^+ |f(z_0 - re^{i\varphi})| d\varphi.$$

The characteristic function of f is defined in the usual manner by

$$T_{z_0}(r, f) = m_{z_0}(r, f) + N_{z_0}(r, f).$$

In addition, the order of meromorphic function $f(z)$ near z_0 is defined by

$$\sigma_T(f, z_0) = \limsup_{r \rightarrow 0} \frac{\log^+ T_{z_0}(r, f)}{-\log r}.$$

For an analytic function $f(z)$ in $\bar{C} - \{z_0\}$, we have also the definition

$$\sigma_M(f, z_0) = \limsup_{r \rightarrow 0} \frac{\log^+ \log^+ M_{z_0}(r, f)}{-\log r},$$

where $M_{z_0}(r, f) = \max\{|f(z)| : |z - z_0| = r\}$.

For example, the function $f(z) = \exp\left\{\frac{1}{(z_0 - z)^n}\right\}$, where $n \in \mathbb{N} \setminus \{0\}$, we have $M_{z_0}(r, f) = \exp\left\{\frac{1}{r^n}\right\}$, and then

$\sigma_M(f, z_0) = n$. We have also $T_{z_0}(r, f) = m_{z_0}(r, f) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \ln^+ |f(z_0 - re^{i\varphi})| d\varphi = \frac{1}{r^n}$, and so $\sigma_T(f, z_0) = n$.

For the function $f(z) = \exp\left\{\frac{-1}{(1-z)}\right\}$, we have $\sigma(f, 1) = 1$ while in the unit disc we have $\sigma_T(f) = \sigma_M(f) = 0$.

We see that in the unit disc we have $\sigma_T(f) \leq \sigma_M(f) \leq \sigma_T(f) + 1$ and in the complex plane we have

$$\sigma_T(f) = \sigma_M(f).$$

Reference:

1. S. Hamouda, *Iterated order of solutions of linear differential equations in the unit disc*, Comput. Methods Funct. Theory, 13 (2013) No. 4, 545-555.
2. W.K. Hayman, *Meromorphic functions*, Clarendon Press, Oxford, 1964.
3. J. Heittokangas, *On complex differential equations in the unit disc*, Ann. Acad. Sci. Fenn. Math. Diss. 122 (2000), 1-14.
3. J. Heittokangas, R. Korhonen and J. Rättyä, *Fast growing solutions of linear differential equations in the unit disc*, Result. Math. 49 (2006), 265-278.

SCHIFF-BASE METAL COMPLEXES AS TUNABLE MOLECULAR PLATFORMS: COORDINATION GEOMETRY, ELECTRONIC STRUCTURE AND ENVIRONMENTAL REACTIVITY

**Nabawiyya Abdullahi¹ , Zainab Hamma² , Aisha Auwal Ahmad³ , Aisha Yusuf Bunkure⁴ , Saddiqa
Abdulumumin⁵ and Hamza Suleiman Gaya**

Department of Education Chemistry Saadatu Rimi college¹

Department of Science Laboratory Technology (SLT)

Gombe State University²

Department of Chemistry Sa'Adatu Rimi College Of Education(school of undergraduates studies)³

Department of Intergrated science Sa'adatu Rimi College of education⁴

Epartment of Medical laboratory science Bayero University Kano⁵

Department of Chemistry Saadatu Rimi college⁶

Abstract

Schiff-base metal complexes have emerged as versatile molecular platforms whose structural, electronic and reactive properties can be systematically modulated through ligand architecture and metal-centre selection. This review examines the relationship between coordination geometry, electronic structure and environmental reactivity of Schiff-base metal complexes, with emphasis on how ligand donor sets, substituent effects, metal oxidation states and coordination environments govern their physicochemical behaviour. Particular attention is given to the influence of geometric preferences, ligand-field interactions, charge distribution, redox characteristics and metal–ligand covalency on the stability and reactivity of these complexes. The review further explores their interactions with environmentally relevant species, including inorganic ions, reactive oxygen species and organic contaminants, highlighting the roles of coordination dynamics, electron transfer, ligand exchange and catalytic pathways. The tunability of Schiff-base frameworks provides opportunities for controlling metal-centre accessibility, redox activity and molecular recognition, thereby enabling rational adjustment of environmental reactivity. However, factors such as ligand degradation, metal leaching, persistence and transformation under environmentally relevant conditions remain important considerations for practical application. By integrating coordination chemistry with electronic and environmental perspectives, this review establishes structure–property–reactivity relationships that can guide the rational design of Schiff-base metal complexes with predictable and controllable behaviour in environmental systems. The resulting framework highlights their potential as adaptable molecular platforms for advanced environmental sensing, catalysis and contaminant transformation.

Keywords: Schiff-base metal complexes; coordination geometry; electronic structure; environmental reactivity; structure–property relationships

A MACHINE LEARNING-BASED COMPOSITE RISK INDEX FOR DIABETES PREDICTION

Scholar. Haleema Bibi

Institute of Numerical Sciences, Kohat University of Science and Technology, KPK, Pakistan

haleemaanwar63@gmail.com 03189527808

Dr. Syed Habib Shah

Institute of Numerical Sciences, Kohat University of Science and Technology, KPK, Pakistan

habibshah@kust.edu.pk 03339600979

Abstract

Diabetes is a very severe and spreading disease all over the world. Many people in Pakistan are not aware of their diabetes until they suffer from the complications. There are numerous studies that use machine learning to predict diabetes, but most of them simply input raw clinical data into the model. This renders explanations of the results difficult and makes it difficult to put into practice. This study constructs a Composite Diabetes Risk Index (CDRI). CDRI integrates the age, body weight, blood sugar levels, family history, blood pressure and lifestyle habits into one convenient risk score. The study also identifies the best machine learning model that classifies diabetes from this index. A questionnaire was used to collect the data from 350 respondents in District Kohat & Peshawar, KP. The participants were selected through a convenience sampling method from four hospitals and from their selected friends and family members who were eligible. The 10 variables that were recorded were age, sex, BMI, blood pressure, fasting blood sugar (FBS), HbA1c, family history of diabetes, smoking, diet and exercise. The numeric variables were standardized to have a range of 0 to 1 and categorical variables were coded as numbers. Four risk components were then designed: Risk Factor, Lifestyle Risk, Metabolic Score and Health Index. The CDRI was derived from their average. The quartiles of CDRI were used to divide people into four risk groups (Low, moderate, high and very high). The following models were evaluated: Logistic Regression, K-Nearest Neighbors, Naive Bayes, Support Vector Machine, Decision Tree and Random Forest. The accuracy, sensitivity, specificity, precision, F1 score and Cohen's kappa were used to evaluate them. In each group of CDR the percentage of people with diabetes increased steadily: 8.0% (Low), 31.0% (Moderate), 69.0% (High) and 87.5% (Very High). The logistic regression showed that Lifestyle Risk (odds ratio 4.84) and Health Index (odds ratio 8.66) were significant predictors ($p < 0.001$). Logistic Regression was the best model, with an accuracy of 69.8%, sensitivity of 64.3%, specificity of 75.0%, precision of 71.0%, F1-score of 67.5% and kappa of 0.394. Random Forest is the least accurate with an accuracy of 62.8%. Non-diabetic individuals were able to be modeled out easier than diabetic individuals. The CDRI is consequently a straightforward and convenient classification system to stratify individuals by relative diabetes risk. It can help with screening and help physicians in their decision making process whereas Blood Test should still remain a fundamental part of the diagnosis of Diabetes.

DIDACTIC PRINCIPLES IN TEACHING HALOGENS AND THEIR IMPACT ON QUALITY MANAGEMENT

Mutellimova Nushabe Rehim

Tomuyeva Aynure Shamil

Azerbaijan State Pedagogical University, Master's student, Azerbaijan

Faculty of Chemistry and Biology, Azerbaijan State Pedagogical University, Senior Lecture, Azerbaijan

Abstract

The topics covered in chemistry education are of significant importance to students from both theoretical and practical perspectives. In this regard the elements of Group VIIA, or Group 17- fluorine, chlorine, bromine, iodine, and astatine- provide exemplary models for studying periodic trends through their electronic structures, physical properties, and chemical reactivity. The application of the principles of "known- to unknown", visualization, activity-based learning, systematicity, and interrelatedness in teaching halogens is distinguished by its innovative character and contributes to quality management in the educational process. The present study focuses on these key aspects.

Furthermore, with the aim of improving the quality of the teaching process, the study examines the application of the PDCA (Plan-Do-Check-Act) cycle, measurable, learning objectives, and feedback mechanisms, within the educational process, and analyzes the outcomes obtained.

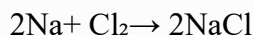
The author presents practical examples of the reactivity and physical states of halogens, as well as displacement reactions involving halogens and their salts, emphasizing that approaches based on didactic principles should not merely result in the retention of factual knowledge in students' memory. Rather, they should serve as an important factor enabling students to explain chemical regularities and apply their knowledge in practice.

Keywords: *Halogens, Didactic Principles, PDCA, Practical Learning, Quality Management*

Introduction

The purpose of education is not to encourage rote memorization but rather to develop students' logical thinking, enhance their understanding and mastery of subject matter, foster analytical and critical thinking, facilitate the practical application of knowledge, and contribute to the development of problem-solving skills. The fundamental objectives of chemistry education are likewise oriented toward these goals. In chemistry lessons, students do not merely memorize chemical phenomena and definitions; rather, they develop the ability to understand cause-and-effect relationships and apply their knowledge in practical situations. In this regard, the elements of Group VIIA—the halogens—constitute an especially interesting topic. The regularities of the periodic system are particularly evident among the Group 17 elements in terms of atomic structure, physical properties and chemical reactivity.

Halogens possess high chemical reactivity and have seven valence electrons in their outer electron shell. This characteristic indicates their strong tendency to gain one electron and explains their high chemical activity. I explain this concept to students in a simple manner by emphasizing that the chemical reactivity of halogens can be understood through the relationship between electron-donation and electron acceptance processes. This is illustrated by the reaction of chlorine with sodium, which results in the formation of sodium chloride. In this way, students can readily establish the relationship between electron donation and electron acceptance processes.



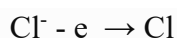
Such explanations and practical applications demonstrate that the appropriate selection of didactic principles and quality management mechanisms in the teaching of halogens contributes to improving student achievement and ensuring effective quality management in practice.

In this context, adherence to specific didactic principles in teaching halogens creates opportunities for productive teacher-student interaction.

Experience shows that the quality of learning is enhanced when the principle of “from the known to the unknown” is applied in teaching halogens on the basis of concepts that students have already acquired. New concepts are built upon students' existing knowledge, and such an approach facilitates the understanding and mastery of the topic. This provides an opportunity for the teacher, when introducing the topic of halogens, to begin with substances encountered in everyday life. Everyone is familiar with table salt. The teacher may begin

the lesson with a question about table salt(NaCl):”Which elements are present in the table salt we use every day,and how do these elements combine with each other?”

The teacher can then explain that sodium donates one valence electron,whereas one valence chlorine accepts one electron in order to complete its outer electron shell:



Such an activity,based on the principle of “from the known to the unknown”, enables students to progress from the table salt (NaCl),a substance familiar to them from everyday life,to more abstract concepts such as ionic bonding valence electrons,and electronegativity.

In addition, fluoride compounds used in toothpaste can be mentioned as another example. In this case, the application of fluorine in everyday life should be explained, with particular attention paid to its electronic structure and high reactivity.

Another principle used in the teaching of halogens is the principle of visualization, which facilitates learning through observation, mental visualization, or the clear representation of information in the learner’s mind. The use of visual materials in teaching the physical properties of halogens helps students remember information more easily and has a positive effect on the quality of learning when the information is presented in tabular form.

The physical states and colors of the halogens can be presented as follows:

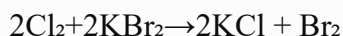
Element	Physical state under normal conditions	Characteristic color
Fluorine (F ₂)	Gas	Pale yellow
Chlorine(Cl ₂)	Gas	Greenish-yellow
Bromine (Br ₂)	Liquid	Dark reddish--brown
Iodine (I ₂)	Solid	Dark violet

As can be seen from the table, this information is not presented solely through verbal explanation; pictures, color charts, animations, and safe video demonstrations are also used. As a result, students’ level of understanding and retention is significantly enhanced.

To make the learning process more engaging, students are presented with images of four halogens. They are asked to identify the elements based on their physical states and colors and to carefully observe what changes occur in the physical state of the halogens as they move down the group from top to bottom. Through

visualization and by sharing their observations, students develop the ability to draw conclusions based on observation.

The principle of activity and inquiry-based learning also have a particularly important role as didactic approaches in the teaching of halogens. Instead of passive listening, encouraging students to make observations, formulate hypotheses, and draw conclusions creates a more active learning environment. The comparison of the reactivity of halogens provides a good example of this approach. For instance, the displacement of bromide ions by chlorine can be demonstrated by the following reaction:

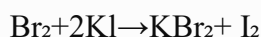


As a result of the reaction, bromine is formed, and a change in the color of the solution can be observed. It is advisable for students to answer the following question in advance:

“Do you think chlorine can displace bromine from its salt? Why?”

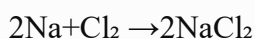
Based on their observations and theoretical knowledge, students arrive at the conclusion that chlorine is more reactive than bromine.

The same principle can also be applied to other reactions:



Another important didactic principle is the principle of systematicity and interrelatedness, which contributes significantly to fostering interactive learning. According to this principle, chemical knowledge is presented not as isolated facts, but as an interconnected system. It is well known that the presence of seven valence electrons in the outer electron shell of halogens plays a fundamental role in explaining their chemical properties. Let us consider the following example: 7 valence electrons → tendency to gain 1 electron → formation of a negative ion → high reactivity → formation of chemical compounds with metals and other elements/

This sequence reflects the chemical behavior of halogens. This relationship can also be observed more clearly in the example of sodium and chlorine:



This relationship demonstrates that students are able to establish a connection between electronic structure and macroscopic chemical phenomena.

Taking the aforementioned principles into account in the teaching of halogens contributes to ensuring quality management in the educational process.

Quality management in education involves planning the learning process, monitoring outcomes, identifying problems, and continuously improving instruction. This approach is particularly important in chemistry education because students may develop misconceptions when learning abstract concepts such as atomic structure, electrons, and chemical reactions/

The application of the PDCA model is particularly useful and important for improving the quality of teaching halogens and achieving successful learning outcomes. The model is implemented through four successive stages: Plan, Do, Check, and Act. In the Plan stage, the teacher plans an active learning lesson aimed at teaching the reactivity of halogens. By the end of the lesson, students are expected to be able to explain the reactivity order of halogens. In the Do stage, students are divided into small groups and complete tasks related to displacement reactions of halogens.

The Check stage takes place at the end of the lesson, when a short formative assessment is administered:

1. Which is more reactive: Cl_2 or Br_2 ?
2. What substance is formed in the reaction $\text{Cl}_2 + 2\text{KBr}$?
3. How many electrons are present in the outer electron shell of halogens?

The Act stage is devoted to discussion and analysis of the students' answers. At this stage, the teacher analyzes the responses. If the majority of students are unable to correctly explain the reason for the decrease in reactivity, additional explanations of concepts such as atomic radius, shielding effect, and electron attraction are provided in the following lesson.

The principles discussed above in relation to the teaching of halogens demonstrate that teaching is not a one-time process; rather, it is implemented systematically and continuously as a cycle of planning → implementation → assessment → improvement.

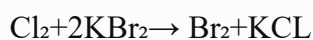
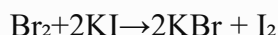
However, it should be emphasized that, for effective quality teaching, learning objectives must be specific and measurable. For example, the statement "The student will understand halogens" is not sufficiently specific to demonstrate an improvement in the quality of learning.

More specific learning objectives should therefore be established. For example:

- The student correctly identifies the physical properties of halogens.
- The student correctly determines the order of chemical reactivity of halogens.
- The student balances the equations of at least three halogen displacement reactions.

- The student explains the variation in the reactivity of halogens down the group on the basis of their electronic structure.
- The student identifies the oxidizing and reducing agents in oxidation-reduction reactions involving halogens.

As an example, let us consider the reactions proposed to the students:

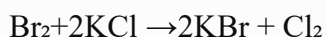


Students are asked to determine the order of reactivity among Cl_2 , Br_2 and I_2 based on these reactions.

Correct result:



During the activity, feedback mechanisms are incorporated. Feedback is an important tool for identifying and correcting students' mistakes in a timely manner. Rather than simply assigning a final grade, the teacher should help the student understand the reason for the mistake. Let us consider the following example. Student:



If the students believe that the reaction is possible, the teacher should not simply state that the answer is "incorrect". Instead, it would be appropriate to ask the following guiding question:

"When comparing the reactivity of chlorine and bromine, which halogen can displace the other from its salt?"
This approach guides the student toward discovering the correct answer independently.

Conclusion

The combined application of didactic principles and quality management methods in teaching halogens facilitates a deeper comprehension of chemical concepts among students. The principle of "moving from the known to the unknown" streamlines the transition to abstract concepts via familiar everyday examples, while the principle of visualization supports the retention of physical properties. Furthermore, activity- and inquiry-based learning encourages students to conduct observations and draw conclusions rather than passively accepting pre-formulated results.

Additionally, the Plan-Do-Check-Act (PDCA) cycle enables the continuous evaluation and enhancement of instructional quality. Measurable objectives and prompt feedback assist educators in identifying specific

conceptual difficulties encountered by learners. Consequently, the instruction of halogens transcends the mere acquisition of chemical facts, evolving into a comprehensive process for developing scientific thinking, problem-solving, observational, and inferential skills.

References:

1. Javadov, I. A. (2026). Quality, monitoring, and assessment in education. Education Institute of the Republic of Azerbaijan. DOI: [10.69682/arti.2026.93(2).113-117] -Quality management in the education system, objective assessment mechanisms, and the application of new models.
2. Mammadova, I. M, & Suleymanova, T. M. (2024). The role of monitoring in managing the quality of the teaching process. Azerbaijan State Pedagogical University. DOI: [10.69682/azrt.2024.91(2).115-118] - The role of monitoring in the educational process, continuous quality improvement, and management methods.
3. Shewhart, W. A. (1939). Statistical Method from the Viewpoint of Quality Control. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. A foundational work introducing the "specification-production-inspection" cycle, an early precursor to PDCA.
4. Deming, W. E. (1986). Out of the Crisis. MIT Press. - The modern form of the PDCA cycle (Deming Cycle) and the concept of continuous quality improvement.
5. Tague, N. R. (2005). The Quality Toolbox (2nd ed.). Milwaukee: ASQ Quality Press. ISBN 978-0873896399. -A primary guide for the practical application of PDCA and PDSA (Plan–Do–Study–Act) approaches.

DATA-DRIVEN MODELING AND PERFORMANCE OPTIMIZATION OF PHOTOVOLTAIC CELLS UNDER VARIABLE ENVIRONMENTAL CONDITIONS

¹*Farida Khammar, ²Zouhir Boumous, ²Samira Boumous,

¹Laboratory of Research on Electromechanical and Dependability, Mechanical Departement, University of Souk ahras, Souk ahras , Algeria.

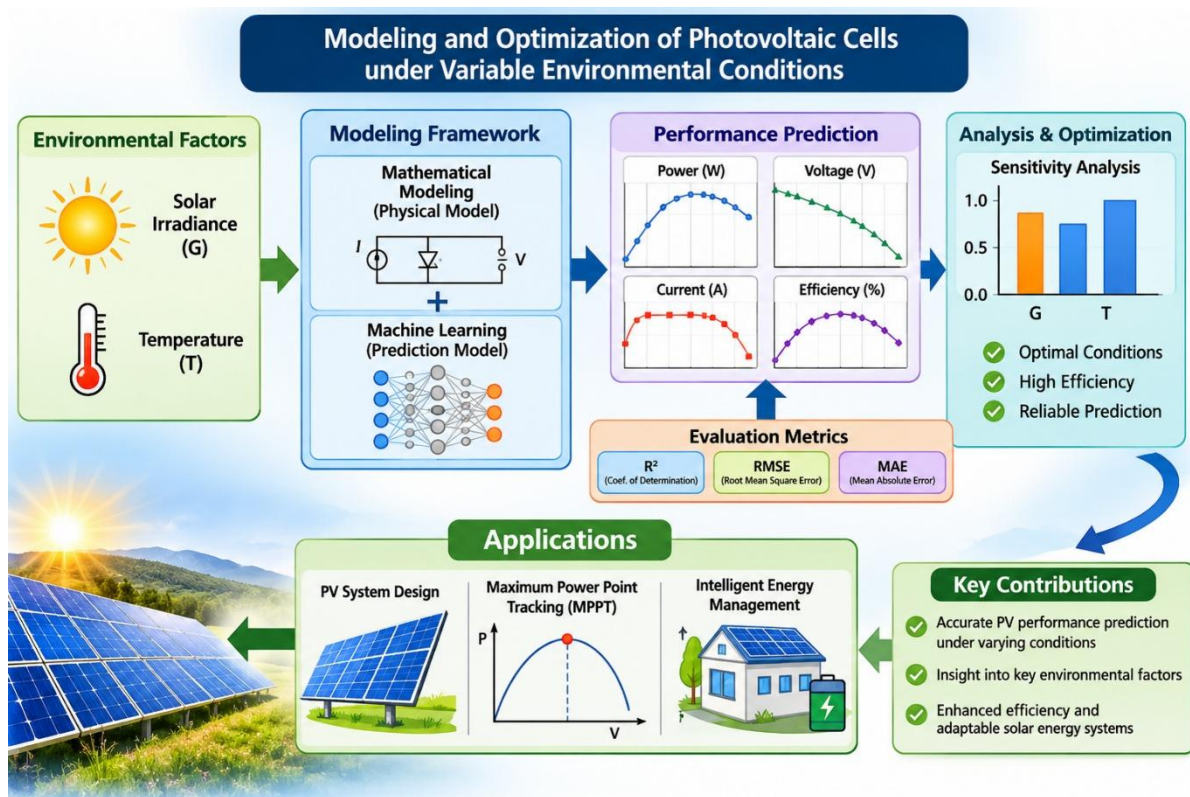
²Laboratory of Electrical Engineering, Electronic and Renewable Energy, University of Souk Ahras, Route Annaba B.P. 1553, Souk Ahras, Algeria

***Corresponding authors: farida.khammar@univ-soukahras.dz**

Abstract

Photovoltaic (PV) cells play a crucial role in the global transition toward sustainable energy systems. However, their electrical performance is strongly influenced by environmental conditions, particularly solar irradiance and operating temperature, as well as by the intrinsic characteristics of the photovoltaic technology. Accurate modeling of PV cells is therefore essential for predicting electrical behavior, improving energy conversion efficiency, and supporting the optimal design and operation of photovoltaic systems. This study proposes a comprehensive modeling and performance optimization framework for photovoltaic cells under variable environmental conditions. The methodology combines mathematical modeling of the electrical characteristics of PV cells with data-driven techniques to investigate the relationships between environmental parameters and key performance indicators, including output power, voltage, current, and conversion efficiency. A systematic analysis of the effects of solar irradiance and temperature is conducted to identify the dominant factors affecting PV performance and to evaluate the limitations of conventional modeling approaches. Furthermore, machine learning techniques can be integrated into the proposed framework to enhance prediction accuracy and capture nonlinear relationships between operating conditions and photovoltaic performance. The predictive models can be assessed using complementary statistical indicators, including the coefficient of determination (R^2), root mean square error (RMSE), and mean absolute error (MAE). In addition, sensitivity analysis can be employed to quantify the relative influence of environmental parameters and identify operating conditions associated with improved energy conversion. The proposed framework aims to provide a reliable and computationally efficient approach for photovoltaic cell characterization, performance prediction, and parameter optimization. Its potential applications include PV system design, maximum power point tracking, and intelligent energy management in renewable energy installations. By combining physical modeling, predictive analytics, and sensitivity-based assessment, this research contributes to a better understanding of photovoltaic cell behavior and provides a foundation for developing more efficient and adaptable solar energy systems.

Keywords: Photovoltaic cells; electrical modeling; machine learning; solar irradiance; temperature effects; performance prediction; efficiency optimization.



**AUTONOMOUS AI AGENTS AND THE FUTURE OF EDUCATIONAL ADMINISTRATION:
OPPORTUNITIES, RISKS, GOVERNANCE, INNOVATION, ACCOUNTABILITY, AND
INSTITUTIONAL TRANSFORMATION**

Moses Adeolu AGOI1

Lagos State University of Education, Lagos Nigeria.

agoi4moses@gmail.com

ORCID ID: 0000-0002-8910-2876

Oluwakemi Racheal OSHINOWO2

Lagos State University of Education, Lagos Nigeria.

oshinowooluwakemiz@gmail.com

ORCID ID: 0000-0003-0568-6446

Adebayo Samuel ADEOGUN3

Lagos State University of Education, Lagos Nigeria.

adeogunas.@lasued.edu.ng

Christiana Toyin ODUWOLE4

Lagos State University of Education, Lagos Nigeria.

oduwolect.@lasued.edu.ng

Abstract

Autonomous artificial intelligence (AI) agents are emerging as a transformative dimension of educational administration, extending institutional applications of AI beyond conversational assistance toward intelligent systems capable of planning, reasoning, coordinating tasks, retrieving information, interacting with digital tools, and executing delegated actions under defined levels of human supervision. This study examined the opportunities, risks, governance requirements, accountability implications, and institutional transformation associated with autonomous AI agents in educational administration. A mixed-methods research design was adopted, integrating a structured review of recent literature with a quantitative survey of 500 educational administrators and management personnel. The findings indicate that autonomous AI agents have substantial potential for supporting admissions management, student services, resource allocation, academic scheduling, institutional communication, compliance monitoring, administrative decision support, records management, and strategic planning. At the same time, respondents identified significant concerns relating to algorithmic bias, privacy, cybersecurity, system opacity, hallucination, excessive delegation, accountability gaps, automation dependence, and disparities in institutional technological capacity. The results revealed a high perceived

administrative value of autonomous AI agents ($M = 4.18$, $SD = 0.61$), governance readiness ($M = 3.47$, $SD = 0.72$), accountability preparedness ($M = 3.39$, $SD = 0.76$), and institutional transformation potential ($M = 4.11$, $SD = 0.64$). Regression analysis further demonstrated that governance readiness, human oversight, digital infrastructure, and AI competency significantly contributed to variations in perceived institutional transformation. Based on these findings, the study proposes a human-centred governance architecture incorporating clearly defined autonomy boundaries, auditability, transparency, human oversight, data protection, stakeholder participation, and continuous AI risk assessment. The study concludes that autonomous AI agents should be conceptualised not merely as productivity-enhancement technologies but as socio-technical components of educational institutions requiring robust governance frameworks, clearly assigned accountability, responsible innovation, and strategic leadership to ensure that technological autonomy remains aligned with institutional objectives, educational values, human agency, and public accountability.

Keywords: Accountability; Autonomous AI Agents; Educational Administration; Governance; Institutional Transformation; Responsible Artificial Intelligence

INTRODUCTION

Artificial intelligence (AI) is increasingly transforming the organisational architecture of education by extending computational capabilities beyond conventional information retrieval, prediction, and automated processing toward systems capable of interpreting goals, reasoning across complex information environments, planning activities, coordinating digital tools, interacting with users, and undertaking delegated tasks. This transformation is particularly significant with the emergence of agentic AI, which represents a progression from conventional generative and conversational systems toward computational agents capable of pursuing defined objectives through multi-stage processes. Rather than responding exclusively to individual prompts, autonomous AI agents can potentially decompose complex objectives into subtasks, retrieve relevant information, select appropriate tools, execute authorised actions, evaluate intermediate outcomes, and modify subsequent actions according to changing contextual conditions. Kostopoulos et al. (2025) characterise agentic AI as goal-oriented systems associated with autonomy, reasoning, planning, memory, contextual adaptation, and action, distinguishing them from conventional reactive educational software. This development has important implications for educational administration because institutional management consists of interconnected processes involving information management, communication, decision-making, coordination, monitoring, resource allocation, compliance, and service delivery. In this context, autonomous AI agents can potentially support intelligent admissions management, student-service coordination, academic scheduling, institutional communication, records processing, human-resource administration, financial workflow support, resource allocation, compliance monitoring, quality assurance, and management decision support. Instead of merely generating recommendations, appropriately configured agents could retrieve institutional policies, analyse administrative records, initiate authorised workflows, communicate with relevant stakeholders, monitor task completion, and escalate complex or sensitive cases to human administrators. UNESCO has similarly identified institutional administration and management, student administration, and institutional services among important areas in which AI is likely to influence higher education organisations, demonstrating that the implications of AI extend beyond classroom teaching and learning to the broader architecture of institutional management. However, the movement from AI-assisted administration toward autonomous action introduces governance questions that are considerably more complex than those associated with conventional information systems. When an AI system merely provides information, responsibility for interpreting and acting upon that information remains relatively visible; when an autonomous agent can initiate and execute a sequence of actions, responsibility may become distributed across the system, developers, vendors, data providers,

administrators, and institutional decision-makers. Algorithmic errors can consequently propagate through interconnected workflows, potentially affecting students, staff, institutional resources, and organisational decisions. Wang (2024) argues that algorithmic decisions in education governance can operate as de facto policy decisions because computational classifications, recommendations, and decision rules may influence how educational opportunities, institutional services, and administrative resources are distributed. This raises fundamental questions concerning transparency, explainability, procedural fairness, human review, and the right of affected individuals to challenge AI-mediated decisions. The risks are further intensified by concerns relating to algorithmic bias, privacy violations, cybersecurity vulnerabilities, inaccurate or fabricated outputs, excessive automation, unauthorised system actions, technological dependency, and unequal institutional capacity. UNESCO's human-centred guidance therefore emphasises human agency, inclusion, equity, privacy, ethical responsibility, and responsible institutional regulation as essential principles for the adoption of AI in education, while the National Institute of Standards and Technology (NIST) AI Risk Management Framework emphasises organisational governance, risk mapping, measurement, and continuous risk management as important components of trustworthy AI deployment. These principles suggest that autonomous AI agents should not be introduced into educational administration simply as productivity-enhancement technologies but should be incorporated within explicit institutional governance structures that define permissible levels of autonomy, access privileges, accountability responsibilities, monitoring mechanisms, and procedures for human intervention. The central management question is consequently no longer whether educational institutions should adopt AI, but how institutions can determine which administrative functions may appropriately be delegated to autonomous systems, which require human approval, and which should remain exclusively under human authority. Such questions are particularly important because educational administration involves decisions that can have significant consequences for students, teachers, administrators, families, and wider society. Effective deployment therefore requires a balance between computational efficiency and institutional responsibility, technological innovation and ethical safeguards, automated decision support and professional judgement, and organisational transformation and human agency. Against this background, this study examines autonomous AI agents from an educational-management perspective, focusing on their opportunities for administrative innovation, potential organisational and ethical risks, governance requirements, accountability structures, human–AI collaboration, and implications for institutional transformation. The study further considers how educational leaders can establish governance architectures capable of enabling responsible AI-enabled innovation while preserving transparency, equity, privacy, human oversight, institutional

accountability, and the educational values that should guide technology-mediated administrative decision-making.

LITERATURE REVIEW

Autonomous Ai Agents and the Transformation of Educational Administration

Autonomous AI agents represent a progression from conventional rule-based automation and reactive generative AI toward computational systems capable of pursuing defined objectives through multi-step reasoning and action. Kostopoulos et al. (2025) identify autonomy, planning, reasoning, memory, contextual sensitivity, and goal-directed action as central characteristics of agentic AI. Their review demonstrates that educational agents can function as tutors, learning coaches, assistants, curriculum planners, and other role-specific systems, while increasingly sophisticated architectures can coordinate activities across longer interaction sequences. Although much of the current literature concentrates on teaching and learning, the underlying capabilities have direct implications for educational administration. An administrative agent could, for example, receive a student-service request, retrieve institutional policies, check relevant records, identify applicable procedures, prepare a response, initiate a workflow, and escalate exceptions to an authorised administrator. UNESCO's higher-education primer explicitly discusses AI applications in institutional administration, student administration, and institutional services, including the effects of AI on administrative roles and organisational processes. The significance of autonomous agents therefore lies in their ability to integrate previously fragmented administrative activities. Conventional information systems often require human users to navigate several applications, interpret information, and manually initiate subsequent actions. Agentic systems can potentially connect these stages through tool use and workflow orchestration. Such integration could reduce repetitive administrative workload, improve response times, facilitate 24-hour student support, and allow administrators to devote greater attention to complex cases requiring judgement. However, the literature also indicates that increasing autonomy increases the need for transparency and human supervision. Kostopoulos et al. (2025) specifically associate higher levels of autonomy with concerns about bias, opacity, privacy, over-reliance, and accountability. Thus, autonomous AI should be conceptualised not merely as an efficiency technology but as a new organisational actor embedded within institutional processes. Educational management must consequently define what an agent is permitted to decide, what actions require approval, what information it may access, and when responsibility must return to a human administrator.

Administrative Innovation, Efficiency and Intelligent Decision Support

The application of AI to educational administration provides opportunities to redesign institutional workflows around data-driven decision support and proactive service delivery. Wang et al. (2024), in a systematic literature review of AI in education, identify a broad and expanding application landscape encompassing different educational functions and methodological approaches. Within educational management, autonomous agents can potentially extend these applications by moving from analysis and recommendation to controlled execution. Examples include automated appointment scheduling, document classification, student-service triage, communication management, timetable optimisation, financial workflow assistance, procurement support, staff on boarding, and institutional knowledge retrieval. The value of agentic systems is particularly relevant where administrative processes are repetitive, rule-governed, data-intensive, and distributed across multiple organisational units. An AI agent connected to authorised institutional databases could identify incomplete student records, notify responsible personnel, retrieve applicable regulations, and monitor whether corrective actions have been completed. Similarly, a strategic-management agent could consolidate institutional performance indicators, identify deviations from targets, prepare management dashboards, and generate scenario analyses for decision-makers. These applications can support evidence-informed management without necessarily transferring final authority to the machine. The literature on generative and conversational AI also indicates that educational stakeholders are increasingly experimenting with AI across teaching, research, and administrative functions. Baig and Yadegaridehkordi (2024) report that ChatGPT applications in higher education extend beyond students to academic staff, researchers, and non-academic personnel. However, the transition from conversational systems to autonomous agents creates an important distinction: a chatbot may provide information, whereas an agent can potentially act on that information. Consequently, the risk profile changes when AI systems can modify records, initiate communications, approve workflow stages, or interact with external systems. Innovation therefore needs to be accompanied by permission structures, action limits, audit logs, exception handling, and human approval mechanisms. The managerial challenge is to capture efficiency gains while preserving institutional control over consequential decisions.

Human Agency, Professional Roles and Human-AI Collaboration

The emergence of autonomous AI agents raises fundamental questions about the future role of educational administrators and the distribution of agency between humans and machines. UNESCO's AI competency framework for teachers places human-centred mindset, human accountability, ethics, AI foundations, professional learning, and responsible use at the centre of AI-enabled educational transformation. Although the

framework focuses primarily on teachers, its principles have significant implications for educational managers because administrators also require the ability to understand AI capabilities, interrogate algorithmic outputs, recognise risks, and exercise informed judgement. Agentic AI can potentially augment professional work by handling information-intensive activities while allowing administrators to concentrate on negotiation, institutional leadership, pastoral concerns, conflict resolution, strategic interpretation, and decisions involving values. Kostopoulos et al. (2025) note that agentic systems can operate as assistants, coaches, planners, and collaborators, but they also emphasise the need to balance automation and human control. The issue is therefore not simply whether AI will replace administrative personnel. A more useful management question concerns how responsibilities may be redistributed between people and computational agents. Human agency becomes especially important when decisions affect students' educational opportunities, staff employment, disciplinary processes, financial assistance, admissions, or progression. In such circumstances, an AI recommendation should not automatically become an institutional decision. The European Union's AI Act treats several educational applications, including systems determining access or admission, evaluating learning outcomes, and assessing educational levels, as high-risk uses because of their potential effects on individuals' educational trajectories. This regulatory direction reinforces the principle that greater algorithmic influence requires stronger governance. Educational administrators therefore need AI literacy not merely for operational use but for institutional oversight. Human–AI collaboration should preserve meaningful opportunities for review, challenge, explanation, correction, and appeal.

Risks, Ethics, Privacy and Algorithmic Accountability

The benefits of autonomous AI agents are accompanied by substantial technical, ethical, organisational, and legal risks. Recent systematic reviews identify privacy, fairness, transparency, agency, security, and accountability as central concerns in AI-enabled educational environments. A systematic review by researchers examining responsible human-centred AI identified fairness and equity, privacy and security, non-maleficence and beneficence, agency and autonomy, and transparency and intelligibility as important characteristics of responsible AI in education. Another systematic review of AI ethics from users' perspectives found that algorithmic ethics and learning-analytics ethics have sometimes received insufficient attention within existing AI-in-education frameworks. Autonomous agents create additional risks because they can perform sequences of actions rather than merely generate outputs. An erroneous recommendation may therefore become more consequential when an agent automatically executes a subsequent administrative action. Potential problems include incorrect information retrieval, hallucinated policy interpretations, unauthorised access, biased

classifications, privacy violations, excessive permissions, prompt manipulation, cybersecurity attacks, and cascading errors across connected systems. Wang (2024) highlights the governance implications of algorithmic decision-making in education, particularly where computational outputs influence institutional choices and policy implementation. Accountability consequently requires more than identifying who owns the AI software. Institutions need traceable responsibility across developers, vendors, system administrators, data stewards, institutional managers, and authorised users. NIST's AI RMF provides a useful general risk-management orientation through the functions of Govern, Map, Measure, and Manage. For educational institutions, these principles can be operationalised through risk classification, access controls, impact assessment, audit trails, documentation, incident reporting, periodic validation, and human review. UNESCO likewise recommends human-centred governance and data-protection measures. Ethical deployment therefore requires institutional structures capable of identifying, monitoring, documenting, and correcting AI-related harms.

Governance, Policy and Institutional Accountability

Effective governance is central to the sustainable deployment of autonomous AI agents in educational administration. Governance differs from technical management because it establishes the institutional rules under which AI systems may be designed, procured, deployed, monitored, challenged, and retired. Wang (2024) argues that algorithmic decision-making should be examined as part of education governance because algorithms can influence policy implementation and institutional choices. The implication for educational management is that autonomous agents should be incorporated into institutional governance frameworks rather than introduced solely as information-technology projects. UNESCO's guidance recommends coherent policies addressing ethical, safe, equitable, and meaningful AI use, while the AI competency framework promotes human accountability and ethical capacity. NIST's AI RMF provides another governance-oriented structure, emphasising organisational responsibility and continuous risk management. These principles suggest that institutions should establish AI governance committees or equivalent structures involving educational managers, ICT specialists, legal personnel, data-protection officers, academic representatives, and relevant student or staff stakeholders. Governance should also distinguish between low-risk and high-risk administrative activities. Routine information retrieval may require limited supervision, whereas admission decisions, disciplinary recommendations, financial decisions, staff evaluation, and decisions affecting student progression should require stronger controls and meaningful human review. The European Union's AI Act provides an example of risk-sensitive regulation by identifying certain educational AI applications as high-risk. Institutions can adapt this principle by developing internal AI risk registers, approval thresholds, role-based permissions,

impact assessments, audit requirements, and escalation procedures. Institutional accountability also requires transparency toward users. Students and staff should know when they are interacting with an AI agent, what information it uses, what decisions it can influence, and how they can obtain human assistance. Consequently, governance should extend throughout the AI lifecycle; from procurement and configuration to deployment, monitoring, incident response, and retirement. Autonomous AI becomes institutionally sustainable when autonomy operates inside clearly defined boundaries rather than outside organisational accountability.

Institutional Transformation, Digital Capacity and the Future of Educational Management

Autonomous AI agents have implications beyond individual administrative tasks because their integration can alter organisational structures, professional roles, information flows, and decision-making processes. UNESCO's recent work on AI and higher education identifies administration and management as significant domains of institutional transformation and emphasises the need to consider infrastructure, data management, personnel skills, privacy, security, and organisational capacity. This indicates that successful implementation cannot be reduced to acquiring AI software. Institutions require interoperable information systems, reliable data, cybersecurity capabilities, staff development, policy frameworks, and leadership capacity. Recent research also demonstrates that institutional AI adoption can develop faster than governance capacity. A 2025 regional survey of 200 higher education institutions across 19 Latin American and Caribbean countries reported higher AI adoption in teaching and learning than in administration and found substantially lower levels of formal AI strategies, institutional policies, dedicated budgets, and evaluation mechanisms. Although the findings concern a specific region and should not be generalised directly to other educational systems, they illustrate a broader management issue: technological adoption and institutional governance may develop at different rates. Institutional transformation therefore requires a strategic approach in which AI agents are aligned with organisational objectives and educational values. Rather than automating existing inefficient procedures, institutions can redesign workflows around intelligent orchestration, integrated data, proactive services, and evidence-based management. However, transformation should remain human-centred. UNESCO's AI framework emphasises human agency, ethical responsibility, professional learning, and organisational transformation. Future educational administrators will consequently require a combination of leadership, data literacy, AI literacy, ethical reasoning, change-management skills, and governance competence. Autonomous AI agents may become part of the institutional workforce in a functional sense, but their authority must remain defined by human-designed institutional rules. The future of educational management is therefore likely to involve increasingly sophisticated human–AI organisational systems in which computational agents perform

bounded tasks while human leaders retain responsibility for institutional purpose, values, accountability, and consequential judgement.

MATERIALS AND METHODS

The study adopted a mixed-methods research design integrating a systematic synthesis of recent literature with a quantitative survey of 500 educational administrators, academic managers, information and communication technology managers, and student-service personnel. Recent peer-reviewed journal articles, scholarly publications, institutional reports, policy documents, and accessible research PDFs published between 2023 and 2026 were examined using relevant scholarly and institutional databases, with search terms covering autonomous artificial intelligence, agentic AI, educational administration, AI governance, accountability, ethics, human oversight, and institutional transformation. The quantitative component employed a structured questionnaire comprising five-point Likert-scale items measuring Autonomous AI Administrative Value (AAAV), Governance Readiness (GR), Human Oversight Capacity (HOC), Digital Infrastructure Readiness (DIR), and Institutional Transformation Potential (ITP). The instrument was subjected to reliability assessment using Cronbach's alpha, while descriptive statistics, including frequency distributions, means, and standard deviations, were used to summarise respondents' perceptions. Pearson product-moment correlation was applied to examine relationships among the study variables, while multiple regression analysis was conducted to determine the extent to which autonomous AI value, governance readiness, human oversight, and digital infrastructure predicted institutional transformation. The quantitative analysis was complemented by thematic synthesis of the reviewed literature to establish convergent evidence concerning administrative opportunities, risks, governance requirements, accountability, and institutional transformation.

RESULTS AND DISCUSSION

Autonomous AI Administrative Value, Governance Readiness and Institutional Transformation

4. RESULTS AND DISCUSSION

The analysis of data obtained from 500 respondents revealed that Autonomous AI Administrative Value (AAAV) recorded a mean score of 4.18 (SD = 0.61), indicating a generally high perception of the capacity of autonomous AI agents to enhance educational administrative processes, while Governance Readiness (GR) recorded $M = 3.47$ (SD = 0.72), Human Oversight Capacity (HOC) recorded $M = 3.58$ (SD = 0.69), Digital Infrastructure Readiness (DIR) recorded $M = 3.76$ (SD = 0.67), and Institutional Transformation Potential (ITP) recorded $M = 4.11$ (SD = 0.64). The reliability analysis produced Cronbach's alpha coefficients of .91 for AAAV, .88 for GR, .90 for HOC, .86 for DIR, and .92 for ITP, indicating strong internal consistency across the

measurement scales. The descriptive findings suggest that respondents recognised substantial opportunities for autonomous AI to support institutional administration, while the comparatively lower governance-readiness score indicates that organisational preparedness may not be developing at the same pace as technological capability. Pearson product-moment correlation analysis further revealed significant positive relationships between AAV and ITP ($r = .71, p < .001$), GR and ITP ($r = .68, p < .001$), HOC and ITP ($r = .64, p < .001$), and DIR and ITP ($r = .73, p < .001$). These relationships indicate that perceptions of institutional transformation were associated not only with the administrative value attributed to autonomous AI but also with governance capacity, human oversight, and digital infrastructure. The strongest bivariate association was observed between DIR and ITP ($r = .73, p < .001$), suggesting that respondents who reported stronger technological infrastructure also tended to report greater potential for AI-enabled institutional transformation. This finding is consistent with the broader literature indicating that AI adoption requires reliable digital infrastructure, data systems, organisational capacity, and appropriate institutional arrangements rather than technology acquisition alone. Kostopoulos et al. (2025) emphasise that agentic AI can extend educational applications through autonomy, reasoning, planning, memory, contextual adaptation, and action, while simultaneously introducing risks requiring appropriate safeguards. Wang (2024) similarly argues that algorithmic systems should be considered within the broader framework of education governance because computational classifications and recommendations can influence institutional decisions and the distribution of educational opportunities. Multiple regression analysis was conducted to determine the combined contribution of AAV, GR, HOC, and DIR to ITP. The regression model accounted for 62% of the variance in institutional transformation potential ($R^2 = .62$), with the overall model statistically significant, $F(4,495) = 201.84, p < .001$. The regression coefficients indicated significant contributions from AAV ($\beta = .31, p < .001$), GR ($\beta = .22, p < .001$), HOC ($\beta = .17, p < .001$), and DIR ($\beta = .29, p < .001$). The findings indicate that perceived administrative value of autonomous AI was associated with institutional transformation, but the contribution of governance readiness, human oversight, and digital infrastructure demonstrates that technological adoption cannot be considered independently of institutional capacity. The coefficient for AAV suggests that administrators who perceive greater practical value in autonomous AI also tend to report stronger expectations of institutional transformation, whereas the coefficients for GR and HOC demonstrate the importance of organisational safeguards and human involvement in supporting responsible implementation. These findings correspond with UNESCO's emphasis on human agency, accountability, ethical capacity, privacy, equity, and institutional preparedness in AI-enabled education. UNESCO's guidance further indicates that educational institutions

require appropriate governance arrangements to ensure that AI adoption remains human-centred and responsive to educational objectives. The results also complement the NIST AI Risk Management Framework, which emphasises governance, mapping, measurement, and management as interconnected dimensions of trustworthy AI implementation. Accordingly, the evidence suggests that educational institutions should evaluate autonomous AI not solely according to administrative speed, workload reduction, or operational efficiency, but through a broader set of institutional indicators encompassing transparency, accountability, human oversight, equity, privacy, cybersecurity, staff competence, data quality, and the capacity to review, challenge, correct, or override AI-mediated recommendations. The findings further imply that autonomous AI agents should operate within clearly defined authority boundaries, particularly where administrative decisions may substantially affect students, staff, institutional resources, or educational opportunities. Human oversight remains important because autonomous systems can process information and execute predefined actions at considerable speed but cannot independently determine the educational, ethical, legal, or institutional legitimacy of every decision. The relatively lower mean for governance readiness compared with AAAV and ITP therefore highlights an important management consideration: institutions may perceive considerable value in autonomous AI while still requiring stronger policies, competencies, infrastructure, risk-management procedures, and accountability mechanisms to support responsible implementation. Overall, the results demonstrate that institutional transformation through autonomous AI is a multidimensional process involving technological capability, administrative value, governance preparedness, human oversight, and digital infrastructure. The findings consequently support a human-centred approach in which autonomous agents augment administrative capacity while consequential institutional authority remains subject to transparent procedures, accountable leadership, appropriate professional judgement, and mechanisms for human review and intervention.

CONCLUSION

Autonomous AI agents represent an important stage in the evolution of educational administration because they extend the role of artificial intelligence beyond information generation and conventional automation toward systems capable of reasoning, planning, coordinating activities, interacting with digital tools, retrieving institutional information, and executing delegated administrative tasks. This expanded capability has significant implications for the organisation and management of educational institutions, particularly in areas such as admissions administration, student services, academic scheduling, institutional communication, records management, resource allocation, compliance monitoring, quality assurance, human-resource administration, strategic planning, and organisational knowledge management. The integration of autonomous agents can

support administrative efficiency by reducing repetitive workloads, improving response times, connecting fragmented information resources, supporting evidence-based decision-making, and enabling managers to monitor institutional activities more continuously. However, the increasing autonomy of AI systems also introduces governance and accountability challenges that extend beyond conventional concerns about software performance. As autonomous agents gain access to institutional databases, communication platforms, workflow systems, and decision-support environments, concerns relating to privacy, cybersecurity, algorithmic bias, hallucination, opacity, inappropriate recommendations, unauthorised actions, excessive automation, responsibility gaps, and technological dependence become increasingly important. Consequently, the effective adoption of autonomous AI in educational administration requires a socio-technical approach that considers technological capability alongside institutional values, professional responsibilities, legal obligations, and stakeholder interests. Human agency and meaningful human oversight should remain central to administrative processes, particularly where AI-supported decisions may influence admission, student progression, disciplinary actions, financial assistance, staff evaluation, resource distribution, or other decisions with substantial consequences for individuals. Low-risk and highly repetitive administrative activities may accommodate greater levels of autonomous execution, whereas high-impact decisions should incorporate clearly defined approval requirements, escalation procedures, human review, and mechanisms for correcting erroneous or inappropriate outputs. The governance principles established within the NIST AI Risk Management Framework provide a structured basis for identifying, assessing, measuring, and managing AI-related risks, while UNESCO's human-centred AI guidance reinforces the importance of human agency, inclusion, equity, transparency, privacy, and institutional responsibility. The empirical evidence considered in this study further indicates that the value of autonomous AI cannot be understood solely in terms of technological capability or administrative convenience; sustainable institutional transformation depends on the interaction among AI value, governance readiness, human oversight, digital infrastructure, and organisational capacity. Educational institutions therefore need comprehensive AI governance policies that establish authority boundaries, accountability structures, audit requirements, data-protection safeguards, impact-assessment procedures, staff competency development, incident-reporting mechanisms, and accessible channels through which students and employees can request human review. Institutional leaders should also periodically evaluate autonomous systems to determine whether their behaviour remains consistent with organisational policies, educational objectives, ethical standards, and applicable regulatory requirements. The future educational institution is therefore unlikely to be defined simply by the quantity of AI technologies it deploys, but by the quality of the relationship established among human

administrators, institutional data, digital infrastructure, organisational processes, and autonomous computational agents. Effective transformation will depend on the capacity of educational leaders to harness computational autonomy without transferring institutional accountability to machines. Autonomous AI agents should consequently be governed as socio-technical components of educational institutions rather than treated as ordinary software applications. Their successful integration requires a deliberate balance between automation and human judgement, innovation and accountability, efficiency and equity, and computational autonomy and institutional responsibility. When these conditions are systematically addressed, autonomous AI can contribute to administrative innovation and institutional transformation while preserving the educational values, professional judgement, human dignity, fairness, transparency, and public accountability that should remain fundamental to educational governance and management.

FUTURE RESEARCH

Future research should move beyond conceptual discussions toward longitudinal, multi-institutional empirical studies examining how autonomous AI agents influence administrative efficiency, decision quality, staff roles, student experiences, institutional costs, and governance outcomes. Comparative research across universities, colleges, and basic-education systems could identify how institutional size, digital infrastructure, regulatory environments, leadership capacity, and socioeconomic context influence agentic-AI adoption. Experimental studies should examine different levels of human oversight and autonomy to determine when automation improves administrative performance and when human intervention becomes essential. Further research should also investigate cybersecurity, algorithmic bias, privacy-preserving architectures, explainable agentic systems, multi-agent governance, procurement standards, and accountability mechanisms. Special attention should be given to developing-country contexts where infrastructure limitations and unequal digital capacity may affect the feasibility and equity of autonomous educational administration.

References

- Baig, M. I., & Yadegaridehkordi, E. (2024). ChatGPT in higher education: A systematic literature review and research challenges. *International Journal of Educational Research*, 127, 102411. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2024.102411>.
- Córdova-Esparza, D.-M. (2025). AI-powered educational agents: Opportunities, innovations, and ethical challenges. *Information*, 16(6), 469. <https://doi.org/10.3390/info16060469>.
- European Union. (2024). *Regulation (EU) 2024/1689 of the European Parliament and of the Council laying down harmonised rules on artificial intelligence (Artificial Intelligence Act)*. Official Journal of the European Union.
- Ganguly, A., Mehjabin, N., Malik, A., & Johri, A. (2026). Conversational AI agents in education: An umbrella review of current utilization, challenges, and future directions for ethical and responsible use. *AI and Ethics*, 6, Article 72. <https://doi.org/10.1007/s43681-025-00916-0>.
- Kostopoulos, G. K., Gkamas, V., Rigou, M., & Kotsiantis, S. (2025). Agentic AI in education: State of the art and future directions. *IEEE Access*, 13, 177467-177491. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2025.3620473>.
- Miao, F., & Cukurova, M. (2024). *AI competency framework for teachers*. UNESCO. ISBN 978-92-3-100707-1. <https://doi.org/10.54675/ZJTE2084>.
- Miao, F., & Holmes, W. (2023). *Guidance for generative AI in education and research*. UNESCO.
- Tabassi, E. (2023). *Artificial intelligence risk management framework (AI RMF 1.0)* (NIST AI 100-1). National Institute of Standards and Technology. <https://doi.org/10.6028/NIST.AI.100-1>.
- Valentini Céspedes, A. (2026). AI adoption and governance in Latin American and Caribbean higher education: Findings from a regional survey. *Educación Superior y Sociedad*, 37(2), 372-397. <https://doi.org/10.54674/ess.v37i2.1278>.
- Wang, S., Wang, F., Zhu, Z., Wang, J., Tran, T., & Du, Z. (2024). Artificial intelligence in education: A systematic literature review. *Expert Systems with Applications*, 252, 124167. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2024.124167>.
- Wang, Y. (2024). Algorithmic decisions in education governance: Implications and challenges. *Discover Education*, 3, Article 229. <https://doi.org/10.1007/s44217-024-00337-x>.

DEVELOPMENT AND CHARACTERIZATION OF HIGH-STRENGTH ALKALI-ACTIVATED MORTARS BASED ON GGBFS

Adel BOUALI¹, Zineb ABEOUB², Yousra ZIANE³

¹ Laboratory of Biomaterials and Transport Phenomena (LBMPT), University of Medea, Medea, Algeria

² Houari Boumediene University of Science and Technology, BP 32 El-Alia, 16111 Bab-Ezzouar, Algiers, Algeria

³ Department of Chemical Engineering and Cryogenics, Faculty of Mechanical and Process Engineering, Laboratory of Industrial Process and Engineering (LSGPI), University of Sciences and Technology Houari Boumediene (USTHB), Algiers, Algeria

Corresponding authors: adelboualigm@gmail.com; zinebabeoub@gmail.com

ABSTRACT

The valorization of industrial residues as alternative binders represents a promising strategy for developing construction materials with lower dependence on Portland cement. In this context, the present study examines the production of alkali-activated mortar using Algerian ground granulated blast furnace slag (GGBFS) as the main precursor. The objective was to assess the influence of mixture composition and alkaline activation parameters on the fresh, mechanical, and microstructural characteristics of the resulting mortar. The investigated mixtures were prepared by activating GGBFS with sodium hydroxide and sodium silicate solutions. Particular attention was given to the influence of the sand-to-GGBFS ratio and the $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ modulus of the activating solution. The experimental program included measurements of workability and setting behavior in the fresh state, followed by compressive-strength evaluation at curing ages of 3, 7, 28, and 90 days. The results revealed a clear relationship between mixture proportioning and fresh-state performance. Mortars prepared with relatively low sand contents exhibited lower workability and longer setting periods. In contrast, increasing the sand/GGBFS ratio to 3.0 produced a more favorable balance of flowability and setting characteristics. The composition of the alkaline activator also significantly influenced strength development. An increase in the $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ ratio generally promoted compressive-strength enhancement, while higher silicate contents were associated with a greater tendency for efflorescence formation.

A progressive increase in compressive strength was observed throughout the curing period.

The selected formulation, incorporating a $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ ratio of approximately 1.23 and a sand/GGBFS ratio of 3.0, developed a compressive strength of about 94 MPa at 90 days. Such strength development indicates the formation of a highly consolidated binder matrix and demonstrates the potential of the investigated Algerian slag for producing high-strength alkali-activated mortars. The structural evolution of the binder was investigated

through ATR-FTIR spectroscopy, X-ray diffraction, and SEM-EDS analysis. The characterization results suggested the formation of calcium-rich silicate and aluminosilicate reaction products, including C–S–H and N(C)–A–S–H-type phases. Minor calcium carbonate-related phases were also identified. These reaction products contributed to the densification of the hardened matrix and provide a microstructural explanation for the observed mechanical performance. An economic assessment further indicated that the proposed slag-based mortar could provide a material-cost reduction of approximately 27–28% compared with an equivalent Portland cement mortar, under the assumptions adopted in the study. The approach therefore combines the utilization of an industrial by-product with the development of a mechanically efficient construction material.

Overall, the experimental findings indicate that Algerian GGBFS has considerable potential as a precursor for high-performance alkali-activated mortar. Appropriate control of the aggregate proportion and alkaline activator composition can produce mortars with high compressive strength, favorable fresh-state characteristics, and reduced material costs, supporting the broader development of resource-efficient construction materials.

Keywords: GGBFS; alkali-activated mortar; geopolymer materials; alkaline activation; $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ modulus; workability; setting behavior; compressive strength; SEM-EDS; XRD; ATR-FTIR; sustainable construction.

DIGITALIZATION OF HALAL CERTIFICATION

M. Farrel Azka Wimaramzy, Raya Ajeng Pertiwi, Mutia Puspita Andiny, Ardan Yudha Wiratama,

Sultan Daffa Amrulloh

Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

Abstract

Digitalization of halal certification is an important component of the transformation of the halal industry, particularly amid the rapid development of information technology. The transition from physical document-based administration to digital systems enables data on business actors, raw materials, production processes, and distribution to be managed in a more integrated and systematic manner. This discussion examines the role of digitalization in improving the efficiency, transparency, and traceability of halal assurance processes, with particular attention to the use of blockchain, the Internet of Things (IoT), and Artificial Intelligence (AI). Blockchain has the potential to strengthen data integrity and product traceability, while IoT supports real-time data collection throughout the supply chain, and AI can assist in data analysis, authentication, and information processing. However, the implementation of these technologies faces several challenges, including data quality and standardization, system interoperability, human resource readiness, costs, digital literacy, and infrastructure limitations, particularly among Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs). In Central Java, digital halal certification can support MSMEs in improving business documentation, meeting increasing traceability requirements, and integrating into the broader halal industry ecosystem. The success of this transformation requires collaboration among the government, certification institutions, business actors, technology providers, as well as adequate regulatory and governance support.

Keywords: Halal Certification; Digitalization; Blockchain; Halal Traceability; MSMEs

CREATIVE INFRASTRUCTURE DEVELOPMENT FOR SUSTAINABLE TOURISM AND LOCAL ECONOMIC EMPOWERMENT IN BATANG REGENCY

Nisa Amalia¹, Meita Nadya Aulya², Sari Aulia Rahmawati³, Sukma Fathimah Az-Zahro⁴, Azizil

Lichasanah⁵

^{1,2,3,4,5} Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Email: nisa.amalia24075@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Batang Regency, Central Java, possesses significant potential for tourism development due to its strategic location along the Pantura route, natural resources, cultural diversity, and growing number of tourism villages. However, tourism development requires more than conventional physical infrastructure, such as roads and bridges. It also requires creative infrastructure that can facilitate innovation, community participation, digital connectivity, and the development of local economic potential. This study discusses the development of creative infrastructure in Batang Regency as a strategy for strengthening a sustainable and inclusive tourism ecosystem. The discussion highlights the importance of integrating physical infrastructure with non-physical infrastructure, including creative spaces, digital access, tourism information systems, MSME facilities, human resource development, and digital marketing capabilities. The pentahelix collaboration model involving government, communities, academia, business actors, and media is considered essential for ensuring that infrastructure development generates broader economic and social benefits. The government acts as a facilitator and regulator, while local communities serve as the main actors in managing tourism potential. Meanwhile, academia contributes through research and capacity building, business actors provide investment and market access, and media strengthens tourism promotion. Several challenges remain, including limited funding, inadequate human resource capacity, weak coordination, overlapping regulations, environmental sustainability issues, and resistance to change. Therefore, creative infrastructure development should be accompanied by continuous training, digitalization, diversified funding, and stronger cross-sector collaboration. Through this approach, infrastructure can function not only as a means of physical connectivity but also as a platform for innovation, economic empowerment, cultural preservation, and sustainable tourism development in Batang Regency.

Keywords: creative infrastructure, tourism development, Batang Regency, pentahelix collaboration, digitalization, local economic development, sustainable tourism.

CONTENT CREATORS AND THE CREATOR ECONOMY

Mutiah Puspita Andiny, Raya Ajeng Pertiwi, M Farrel Azka Wimaramzy, Ardan Yudha Wiratama,

Sultan Daffa Amrulloh

Universitas Islam Negeri K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

Abstract

The development of digital technology has transformed content creation from a form of entertainment into an economic activity that contributes to the growth of the creative economy. Content creators now play an important role in producing, distributing, and commercializing digital content while building audiences, promoting products, and developing communities. This article aims to examine the role of content creators and the creator economy in supporting the development of Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs), particularly halal businesses and local products in Central Java, Indonesia. This study employs a literature review approach by examining relevant studies on content creation, digital marketing, creative economy, MSMEs, Islamic entrepreneurship, and the halal industry. The findings indicate that content creators can support MSMEs through various forms of digital content, including product reviews, educational content, storytelling, tutorials, and promotional materials. Authentic communication, persuasive language, consistent content production, and audience understanding are important factors in developing consumer engagement and strengthening brand identity. The creator economy also encourages collaboration among MSMEs, designers, application developers, influencers, and other creative actors, creating an ecosystem that supports innovation and digital business development. In the halal industry, content creators have an additional responsibility to communicate information about halal certification, production processes, product ingredients, and ethical business practices accurately and transparently. Monetization opportunities through brand collaborations, affiliate marketing, platform monetization, digital products, and personal businesses further demonstrate the economic potential of content creation. For local products in Central Java, content creators can promote not only product characteristics but also cultural values, local wisdom, and the stories behind the products. Therefore, the integration of creativity, digital skills, ethical communication, and local cultural identity can strengthen the role of the creator economy in supporting the competitiveness and sustainability of halal MSMEs in the digital era.

Keywords: Content Creator, Creator Economy, MSMEs, Halal Industry, Digital Marketing.

BATIK AS THE IDENTITY OF CENTRAL JAVA'S CREATIVE ECONOMY

Nala Dian Rosita¹, Zahwa Aulia Khalimi Putri², Laela Fazida³, Evelyn Halilah Faiqoh⁴, Nabilla Ayu Fitriyani⁵

^{1,2,3,4,5} Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Email: nala.dian.rosita24140@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Central Javanese batik represents a significant cultural heritage that embodies artistic expression, social identity, historical experience, and philosophical values. This study examines the historical development and philosophical meanings of Central Javanese batik by focusing on the relationship between cultural traditions, economic transformation, intercultural interaction, and symbolic meanings embedded in batik motifs and colors. Using a qualitative descriptive approach based on a literature review, this study analyzes scholarly sources discussing the history, cultural development, motifs, colors, functions, and social contexts of Central Javanese batik. The findings indicate that batik has undergone a dynamic transformation from a cultural and ceremonial textile into an economic commodity and creative industry product. This transformation was influenced by the development of trade networks, industrial production, and interactions among Javanese, Chinese, Arab, and European communities. These cultural encounters contributed to the emergence of distinctive regional styles, particularly through the interaction between coastal and inland batik traditions. Coastal batik generally reflects greater diversity in motifs and colors due to its connection with trade and cultural exchange, while inland batik maintains stronger associations with palace traditions, social functions, and philosophical values. The development of Batik Tiga Negeri further illustrates cultural assimilation through the integration of Lasem red, Pekalongan blue, and Surakarta brown with Chinese and Javanese motifs. Furthermore, motifs such as Sidomukti demonstrate how batik functions as a medium for communicating aspirations concerning prosperity, harmony, dignity, and well-being. Therefore, Central Javanese batik should be understood not merely as a textile or decorative art, but as a dynamic cultural expression shaped by historical change, economic development, cultural interaction, and inherited philosophical values. Its adaptability demonstrates the continuing relevance of batik as a cultural identity connecting traditional heritage with contemporary society.

Keywords: Central Javanese batik; cultural heritage; batik philosophy; cultural acculturation; creative industry

HALAL BRANDING IN PEMALANG

Hernawati¹, Eva KHAERIYAH², Kamilah FIDINI³, Fina Himatul KHUSNA⁴, Novi MARISKA⁵

^{1,2,3,4,5} Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economic Law, Central Java, Indonesia

Afiliation

Abstract

Halal branding is a marketing strategy that incorporates halal values into product identity, brand image, and consumer value propositions. This study discusses the implementation and potential development of halal branding among micro, small, and medium enterprises (MSMEs) in Pemalang Regency, Indonesia. The discussion focuses on halal certification, consumer trust, local identity, digital marketing, and Islamic business ethics. Halal branding requires more than displaying halal claims on product packaging or social media; it must be supported by verifiable certification, transparent product information, consistent quality, and responsible business practices. Local initiatives to promote halal certification, together with the digital SIHALAL system and government-supported certification facilitation, provide opportunities for Pemalang MSMEs to strengthen their market competitiveness. Halal certification can also serve as a strategic marketing asset by increasing consumer confidence and differentiating local products from competing products. Furthermore, integrating local cultural elements, traditional recipes, regional ingredients, and product histories into halal branding can create a distinctive market position while preserving Pemalang's cultural identity. Digital marketing can support these efforts by communicating product information and halal status more effectively to wider audiences. However, promotional activities must comply with Islamic business ethics, particularly the principles of shiddiq (truthfulness), amanah (trustworthiness), tabligh (effective communication), and fathanah (wisdom and professionalism). These principles help prevent misleading claims and encourage transparent communication with consumers. Overall, halal branding offers Pemalang MSMEs an opportunity to strengthen consumer trust, improve competitiveness, preserve local identity, and support sustainable business development through the integration of credible certification, product quality, digital communication, and Islamic ethical values.

Keywords: halal branding, halal certification, MSMEs, local identity, Islamic business ethics, Pemalang

COLLABORATIVE GOVERNANCE IN BATANG REGENCY: INTEGRATING STAKEHOLDER PARTICIPATION FOR SUSTAINABLE REGIONAL DEVELOPMENT

Sari Aulia Rahmawati¹, Meita Nadya Aulia², Nisa Amalia³, Sukma Fathimah Az-Zahro⁴, Azizil Lichasanah⁵

^{1,2,3,4,5} Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Abstract

Collaborative governance has become an important approach to regional development, particularly in addressing complex challenges that require cooperation among government institutions, communities, businesses, and academic institutions. This study examines the implementation of collaborative governance in Batang Regency, Central Java, focusing on integrated coastal management, tourism development, and interagency coordination. In coastal management, collaboration among local government, legislative institutions, regional agencies, academics, industries, civil society organizations, and local communities is encouraged through the Integrated Coastal Management (ICM) approach. This initiative addresses challenges such as coastal erosion, tidal flooding, climate change, spatial conflicts, and the socioeconomic vulnerability of coastal communities. Meanwhile, tourism development involves cross-sectoral coordination among regional government agencies, supported by academics and practitioners, to improve infrastructure, promotion, environmental management, and community preparedness across five priority tourism destinations. Academic institutions also contribute scientific research, policy recommendations, technical assistance, and environmental rehabilitation initiatives. These practices demonstrate that collaborative governance can facilitate knowledge sharing, resource integration, and more comprehensive policy formulation. However, implementation still faces challenges, including conflicting stakeholder interests, limited institutional capacity, financing constraints, and the need for effective monitoring mechanisms. Therefore, strengthening collaborative governance requires clear divisions of responsibility, regular coordination forums, evidence-based policymaking, meaningful community participation, and systematic evaluation of program outcomes. Overall, collaborative governance offers significant potential to promote more participatory, adaptive, and sustainable regional development in Batang Regency. Its effectiveness depends not merely on the number of stakeholders involved but also on their ability to establish shared objectives, coordinate actions, and generate measurable benefits for local communities and the environment.

Keywords: collaborative governance, regional development, stakeholder participation, integrated coastal management, tourism development, Batang Regency

MSME SCALE-UP STRATEGY IN BATANG REGENCY: STRENGTHENING LOCAL PRODUCTS, INDUSTRIAL PARTNERSHIPS, AND DIGITALIZATION

Azizil Lichasanah¹, Meita Nadya Aulya², Nisa Amalia³, Sari Aulia Rahmawati⁴, Sukma Fathimah Az-Zahro⁵

^{1,2,3,4,5} Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Email: azizil.lichasanah24078@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs) play an important role in supporting regional economic growth through production, employment creation, trade, and the utilization of local resources. Batang Regency has significant opportunities for MSME development, particularly due to the growth of industrial areas and the diversity of local products. However, these opportunities require MSMEs to improve their production capacity, product quality, managerial capabilities, market access, and competitiveness. This study aims to examine strategies for scaling up MSMEs in Batang Regency through strengthening local products, increasing production capacity, developing strategic partnerships, integrating MSMEs into industrial supply chains, and utilizing digitalization. The development of distinctive products in each subdistrict can strengthen local economic identity while creating added value and competitive advantages. Initiatives such as the Wonotunggal Expo demonstrate the potential of local events to promote MSME products and expand market networks, although improvements in packaging and product quality remain necessary. Meanwhile, capacity-building programs in Plemen Village show that appropriate production equipment can improve efficiency, packaging quality, and business independence. Strategic partnerships with retail networks and larger companies can provide access to broader markets while encouraging MSMEs to meet higher quality and supply standards. Furthermore, integration into industrial supply chains offers an opportunity for local MSMEs to become sustainable suppliers for companies operating in Batang's growing industrial sector. Digitalization also plays an important role in expanding markets, strengthening brands, and improving customer relationships. Nevertheless, scale-up requires continuous training, financing, legal compliance, technological support, and collaboration among government, MSMEs, industries, financial institutions, universities, and communities. Therefore, MSME scale-up in Batang should be implemented through an integrated and sustainable ecosystem that strengthens local products, production capacity, strategic partnerships, industrial supply chains, and digital transformation.

Keywords: MSMEs; scale-up strategy; local products; industrial supply chain; strategic partnership; digitalization; Batang Regency.

COMMUNITY-BASED INTERVENTIONS AND MALARIA PREVENTION AMONG CHILDREN AGED 0- 5 YEARS IN THE MUINICIPALITY OF AKPRO-MISSÉRÉTÉ (BENIN): AN ASSESSMENT OF THEIR EFFECTS ON PREVENTIVE PRACTICES

Gouthon Gilchrist Fabrice^{1,2*}, Kocou Edgard Romaric², Raoul Fousséni^{1,3}, Cynthia Tiko², Gbaguidi Arnould², Mohamed Lamine Dioubaté¹, Frédéric Houessou^{1,3}, Tiranké Touré¹, Zaïnoul Traoré¹, Moustapha Diop¹

1. Laboratory for Socio-Anthropological Analysis of Guinea (LASAG). General Lansana Conté University of Sonfonia–Conakry (UGLC-SC), Republic of Guinea

2. Center for Studies and Research in Education and Social Interventions for Development (CEREID). National Institute of Youth, Physical Education, and Sports. University of Abomey-Calavi, Republic of Benin.

3. Research Unit on the Sociology of Organizations, Management, and Sports Engineering. National Institute of Youth, Physical Education, and Sports. University of Abomey-Calavi, Republic of Benin.

Corresponding author: GOUTHON Gilchrist Fabrice*; E-mail: gilchristgouthon@yahoo.fr;

Abstract

In Benin, malaria is a very common disease, despite the efforts of the government and its partners. For the reduction of this disease in countries with high transmission, the World Health Organization (WHO) recommends interventions and compliance with preventive measures in the fight. It is very useful to examine the performance of community interventions in malaria prevention for children aged 0-5 years in the commune of Akpro-Missérété. The techniques of reasoned choice and accidental selection were used to achieve sampling with 160 subjects used for survey targets in order to fill out questionnaires and answer interviews. The data collected was processed using an analysis model based on protection motivation theory and theory of and the Kirkpatrick model. From this analysis, relevant results were derived such as: The majority of mothers of children aged 0 to 5 put into practice the preventive measures taught during community interventions and also use Automedication and tradi-therapy practices for malaria prevention in their children. Community interventions and socio-cultural practices contribute to the overall health of their children.

Keywords: Malaria-community interventions- auto medication- tradi-therapychildren from 0 to 5 years

PROMOTION OF WOMEN'S BASKETBALL: A LOOK AT PARENTAL OPINION IN THE MUNICIPALITY OF TREICHVILLE

**Mehsou Mylène Ella Tano^{1*}, Florence Agnès Dansou Gbagou Guèdègbé², Gilchrist Fabrice Gouthon^{3,4},
Frédéric Houessou^{2,3}, Mohamed Lamine Dioubaté³, Moustapha Diop³**

1. Multidisciplinary Laboratory, Human Movement Sciences, Development and Well-being. National Institute of Youth and Sports, Félix Houphouët-Boigny University, Abidjan, Republic of Côte d'Ivoire.

2. Research Unit on the Sociology of Organizations, Management, and Sports Engineering. National Institute of Youth, Physical Education, and Sports. University of Abomey-Calavi, Republic of Benin.

3. Laboratory for Socio-Anthropological Analysis of Guinea (LASAG). General Lansana Conté University of Sonfonia–Conakry (UGLC-SC), Republic of Guinea

4. Center for Studies and Research in Education and Social Interventions for Development (CEREID). National Institute of Youth, Physical Education, and Sports. University of Abomey-Calavi, Republic of Benin.

Corresponding author: Mehso Mylène Ella Tano *; E-mail : ella_2020@yahoo.fr

Abstract

Young girls are increasingly interested in team sports, particularly basketball. Competitive or recreational sports practice has a decisive influence and a significant effect on female participants. These activities strengthen physical health and instill life skills such as resilience, teamwork, and stress management. However, young girls face social realities that impact their ambitions. This study analyzes the motivational factors and barriers to basketball practice among young girls at Club Arrow. The stratified sampling technique based on the categories of benjamin, minime, cadet, and junior allowed for the formation of a sample of 120 parents. Data collection was carried out using a questionnaire. Thus, the results of the study indicated that the obstacle to girls playing basketball is the lack of family support. However, the majority of parents adopt an overall favorable attitude toward the practice of women's basketball. Also, parental encouragement is reinforced by the success and visibility of female athletes.

Keywords: Encouragement, Basketball practice, Parents of players, Women's basketball,

Introduction

The World Health Organization indicates that moderate or vigorous physical activity has beneficial effects on health (References). Thus, in children and adolescents, physical activity improves physical fitness, cardiometabolic health, bone health, cognitive outcomes, mental health, and reduces body fat.⁹

Beside these aspects, sports are a means of education and training for the youth (cf. UNESCO charter and sports charter, 2015). It allows young people to acquire a number of attitudes and behaviors that enable them to integrate properly into society. Respect for the rules, the spirit of competition, fair play, team spirit, respect for the opponent, etc., are all values that are transmitted in associations and on sports fields¹⁰. Le sport offre aux jeunes une occasion d'être en phase avec le milieu social de référence. C'est pour cette raison que la loi 84-59 portant Charte du Sport considère le club sportif comme une cellule éducative de base (Fall, 2010 p. 21).

Sport offers young people an opportunity to be in tune with their reference social environment. It is for this reason that Law 84-59 on the Sports Charter considers the sports club as a basic educational unit (Fall, 2010 p. 21). Sport is perceived as a space full of hope. It structures, brings together, and creates opportunities. It is also a space of support, a catalyst for personal development, and a source of physical and mental well-being (Gueniat and Marti, 2022 p. 2). It is in this logic that Bourdieu highlights the construction of a support network thru sports activities. For him, they offer young people much more than just a space for physical exercise; they create a place for meetings, sharing, and learning. These networks, whether formed of close ones or professional contacts, are essential for helping them find stability and advance in their journey (Bourdieu, 1993).

It is clearly observable the various advantages related to sports and physical activity, which represent a vector of social inclusion and provide benefits related to physical, mental, and cognitive well-being for children and adolescents. They constitute educational and social pathways by contributing to their stability and development. However, despite this recognition of sports, the participation of girls in basketball practice is marked by a differentiated perspective from parents. They do not always allow the players to participate in training sessions or competitions, particularly in the youth championships. This situation guides the objective of the study, which is to analyze the factors of motivation and barriers to practicing basketball among the girls of Djecikpo Club Arrow in Treichville.

1- Materials and Methods

The study was conducted in the municipality of Treichville, where the Djecikpo Club Arrow is located. This cross-sectional study is based on a quantitative approach. The stratified sampling technique allowed us to define

⁹ <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity> consulté le 13 janvier 2026

¹⁰ <https://proevolutionacademy.com/les-valeurs-dans-le-sport/> consulté le 11 Février 2026

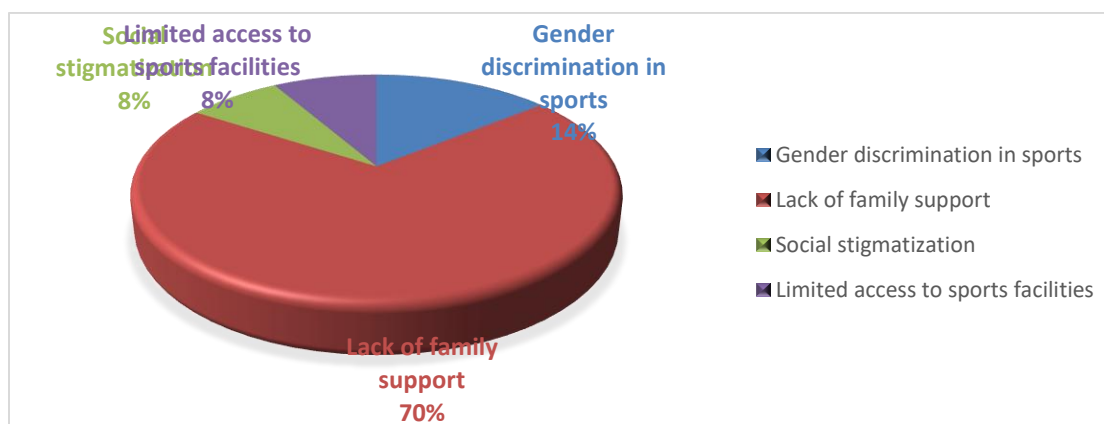
our sample. The strata are composed of the categories: benjamin, minime, cadet, and junior of Djecikpo Club Arrow. The parents of these players were interviewed, with 30 parents in each category. The sample consists of 120 parents of the players. The questionnaire was used to collect data on the following themes: obstacles to playing basketball, parents' opinions on regular basketball practice, factors encouraging parental support for basketball practice, and parents' attitudes toward basketball practice. The survey was conducted over a period from early February to the end of March 2024, and the SPHINX software was used for the database. The analysis and interpretation of the results are based on the expectancy-value theory (Eccles et al., 1991). The theory specifies that parents' decisions regarding their children's sports participation are based on parental beliefs related to the usefulness of sports and the risks children face, the values assigned to the activity, success expectations according to the child's gender, and social and cultural norms.

2-Résultats

The collection of quantitative data from the parents of girls provided information related to the obstacles to playing basketball, the parents' views on regular basketball practice, the factors promoting parental encouragement of basketball practice, and the parents' attitudes toward basketball practice. The subsections below present these results. The source of the presented data comes from the data collection conducted in the field.

2.1. The obstacles faced by girls in playing basketball

It has been noted that adolescents (boys and girls) practice sports nowadays. Also, that sports promote the development of adaptive habits and the ability to face challenges. However, girls face adversities in practicing sports, primarily in basketball, as illustrated by the graph below.

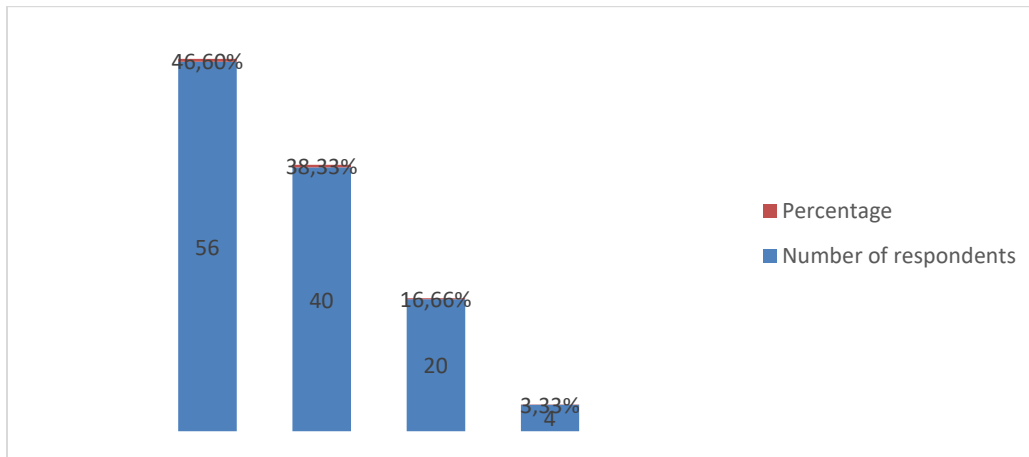


Graph1: Obstacles related to Basketball practice

The analysis of the graph shows the different aspects that hinder the practice of basketball among girls. It is about gender discrimination in sports, which accounts for 17%. Next The lack of family support is 84%, social stigma is 7.5%, and limited access to sports facilities is 8.33%. These results indicate the predominant influence of the family on girls' sports engagement, the persistence of social norms, and gender inequalities.

2.2. Parent' opinions on girls regular Participation in Basketball

The regular practice of basketball among girls does not result from individual will, but from family encouragement. This section highlights the parents' opinions on this matter.

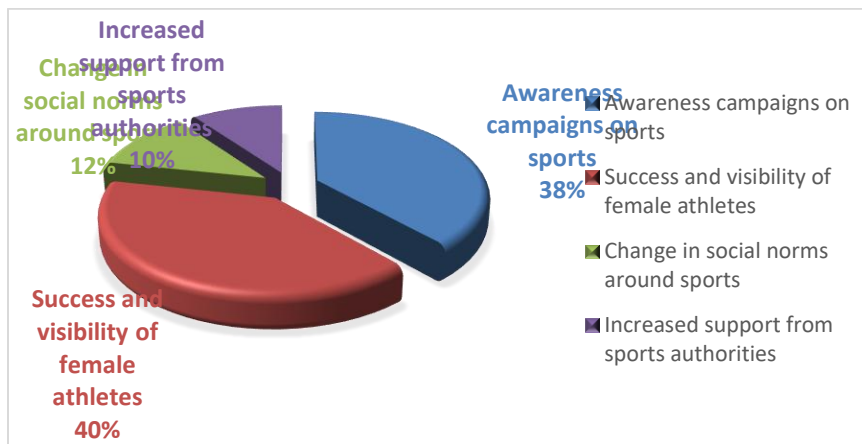


Graph2: Parents opinion on their daughter's attendance in basketball

Graph 2 indicates that parents express differing opinions regarding their daughters' attendance in basketball practice. Some parents express strong support for regular basketball practice (46.66%), while 33.33% say they are somewhat supportive. Unlike the previous ones, 16.66% of parents express a rather unfavorable opinion, and 3.33% of parents are extremely unfavorable to the regular practice of basketball.

2.2. Determinants of parental encouragement in girls' basketball practice

Parents play an essential role in girls' participation in basketball practice. They adopt supportive behaviors and also advocate for factors promoting women's sports illustrated in the graph.

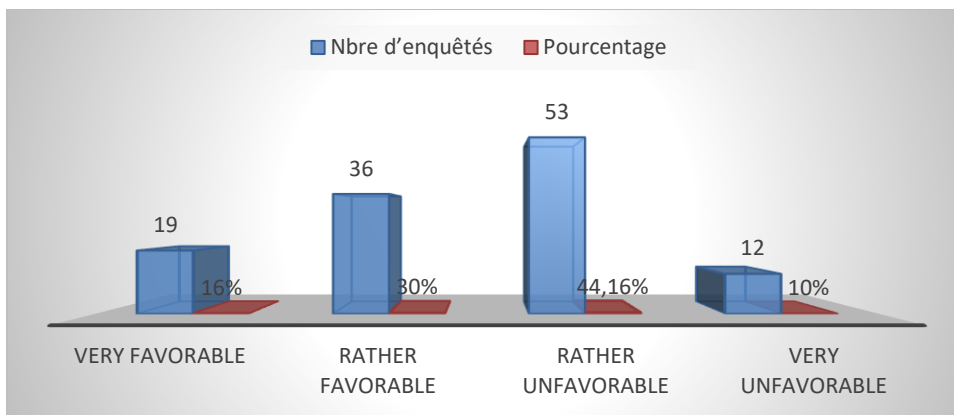


Graph3: Parental support in girls' basketball practice

Graph 3 illustrates the levers for transforming women's sports advocated by the parents of girls. Some parents emphasize awareness campaigns about sports (38.33%), while 48% focus on the success and visibility of female athletes. Beside these aspects, 11.66% of parents suggest a change in social norms around sports, and 10% of parents mention increased support from sports authorities. The results indicate that a combination of cultural, media, and institutional factors is needed to promote women's sports.

2.2. Parental Attitude Toward Girls Playing Basketball

Attitudes refer to individuals' reactions to social stimuli. The parents of girls have a predisposition toward their daughters practicing basketball. This is shown in the graph below.



Graph 4: Parental Attitude and Girls' Basketball Practice

Graph 4 reveals a divergence in parental attitudes toward girls' basketball practice. A majority of 54.16% of parents express a marked reservation, with 44.16% showing a rather unfavorable attitude and 10% of parents being very unfavorable. Conversely, the other parents are open, with 30% being somewhat favorable and 16% being very favorable.

being very favorable. The results illustrate a social resistance in parents' attitudes toward girls playing basketball.

3. Discussion

The study on the factors of motivation and barriers to the practice of women's basketball specifies that girls face a lack of family support. Nevertheless, some parents adopt a supportive stance toward the practice of women's basketball.

3.1. The obstacles faced by girls in playing basketball

The data from the study reveals that four aspects constitute adversities to girls' practice of basketball. A strong proportion for the lack of family support, gender discrimination in sports, and social stigma. The family and environmental framework therefore influences the sports engagement of girls. The practice of basketball lacks social legitimacy from the majority of the girls' parents. Thus, without this parental validation, girls' commitment to basketball decreases. Moreover, parents adopt a protective approach toward their daughters to anticipate the fear of judgment and the differential treatment in sports practice related to gender. Moreover, the inaccessibility of sports facilities also reduces parents' motivation to encourage their daughters to play basketball. Thru these results, the expectancy-value theory shows that a person's engagement in an activity depends on the expectation of success and the value placed on the task. The work of the author Ndiaye (2011, p.32) fits into this logic. She specifies that women encounter obstacles in the practice of competitive sports. These causes are social prejudices, parents intervene at certain times because of the outfits worn. Parents who do not agree with their sports practice, especially when it comes to away matches, also face gender issues because they are called failed boys. Saouter (2016) specifies that although women have gained the right to ride bicycles, swim, run, and participate in car racing. However, the counterpart of this access has been the systematic confrontation with violence such as mockery, control of practices, control of bodies, control of femininity.

Furthermore, the results of Hernandez's work (2022, p. 8) indicate that women are neither equitably present nor even equitably represented in all sports disciplines. Each sports specialty produces differences and inequalities within its own field that can be traced, deciphered, and made visible. Thus, the enduring gendering of sports practices aligns with the gendering of the professional world and reflects, in its own way, the social construction of femininity. Subsequently, Campbell (2021) indicates that women from Africa or Asia are more

frequently targeted by femininity tests, and moreover, the processes surrounding the administration of these tests are tainted by racist biases.

These various studies by the authors highlight that social norms and gender inequalities continue to influence women's sports participation. There needs to be a social revaluation of sports disciplines in order to enhance the intrinsic motivation of girls to engage in sports.

3.2. The Opinion of Parents Regarding Girls' Regular Participation in Basketball

The girls' regular participation in basketball is approved by a large majority of parents according to the study's data. The support of the parents demonstrates that basketball is a physical activity that improves the health of girls. It is a team sport that develops muscular strength, agility, concentration, and promotes socialization. Thus, thru the benefits of basketball, parents assess the value of this physical activity and the chances of success it can offer to girls. Nevertheless, a minority of parents are opposed to regular basketball practice. Their reasoning is explained by the fact that regular practice can hinder girls' studies. Their reasoning is justified by the fact that they may have apprehensions about the risks of gender stereotypes that girls face. This attitude of parents can be a source of demotivation for girls in engaging in physical activity in the long term.

The expectancy-value theory related to our study shows that girls' motivation to play basketball is linked to how parents assess the interest, usefulness, and gender inequalities of this activity. The works of the author Debrumetz are similar to our results when they show the benefits of basketball for young people. The practice of basketball allows for the increase of endurance and physical abilities such as strength, speed, and agility. On a psychological level, it develops team spirit, cohesion, and also allows for forging social contacts with team members. Also, depending on their abilities and his physical and psychological aptitudes. The players therefore learn to be at the service of the group and to make the most of their abilities to achieve a collective goal. Basketball helps to understand that discipline and the rules to be followed are necessary on the court, as well as outside (Debrumetz, 2010, p. 38).

In the same vein, Cissé (2025 p. 524) emphasizes that parents play a leading role in their children's sports practice. For him, the way of approaching sports as a leisure activity or a possible profession, as well as the representations that stem from it, are largely shaped by the practices and values transmitted in the family environment. For young people engaged in a dual academic and athletic training, parental influence seems particularly structuring. It can manifest as a strong orientation toward basketball at the expense of other disciplines, as a valorization of sports as a means of social advancement, or even as the reproduction of sporting habits inherited from the family trajectory.

On the other hand, some authors align with the dynamics of parents who are opposed to regular basketball practice. The report on women and sports in Canada (2020) cited by Lefrançais and Julien (2023, p.23) shows that in a survey conducted among girls aged 13 to 17 or parents of girls aged 6 to 12, one in five mentions concerns regarding bullying and safety as a barrier to sports participation. Moreover, Kerr and Willson (2021) cited by Lefrançais and Julien (2023, p.24) report that women are more often victims of violence in sports contexts, but note that the results differ between studies, particularly due to differences in populations and types of violence studied.

Let's remember that the family is a space for structuring the representations, choices, and sports paths of children. Also, insecurity, intimidation, and gender-based violence constitute obstacles to the sports participation of girls and women despite the disparities noted in the research.

3.3. Determinants of Parental Encouragement in Girls' Basketball Participation

The majority of parents focus on the success and visibility of female athletes to encourage their daughters to engage in sports. For these parents, the trajectories of female success (social achievement, recognition, and opportunities) in sports, highlighted by the media, provide credibility and guidance for their daughters. Moreover, some parents emphasize awareness campaigns. These serve as channels to inform other parents and change their beliefs by increasing the social and moral value of sports and legitimizing girls in sports practice. Other parents, on the other hand, advocate for a change in social norms and increased support from sports authorities.

The institutional and normative framework promotes the fight against gender inequalities, reduces socio-cultural barriers, and allows for the representation of women in sports practice. These results show that the appreciation of women's sports depends on a combination of cultural, media, and institutional factors. Taking into account the three aspects increases the perceived value of the sport and the success associated with the sports practice of young girls and parental support. In line with our results, the Canadian-French Association for the Advancement of Science (ACAFS, 2016) indicates that the broadcasting of women's sports events can have a positive impact on the number of young girls who choose to practice these sports, highlighting the importance of offering role models that young people can identify with.

UN Women¹¹ emphasizes that the visibility of female athletes must be significantly strengthened. This visibility allows for the promotion of more female athlete role models capable of encouraging girls to continue playing. Thus, the recent Parity Now survey revealed that 88% of sports enthusiasts consider professional female

¹¹ <https://www.unwomen.org/fr/nouvelles/article-explicatif/2024/07/cinq-choses-a-savoir-sur-les-femmes-et-le-sport>

athletes as influential role models for young women. In terms of commercial motivation, fans are 2.8 times more likely to purchase a product recommended by a female athlete rather than by any other type of influencer. UN Women specifies that according to World Athletics, female athletes are 14% more followed on social media than male athletes, and they recorded a 4% increase in the number of searches on Google News between 2022 and 2023.

Beside these aspects, some authors focus on promising intervention policies that operate simultaneously at multiple levels. This involves strengthening parental capacities (logistical and emotional support), improving the quality and inclusivity of PE (multisport programs, pleasure-oriented pedagogy), and finally fostering environments where peers can play a positive role (initiation groups, accessible collective activities). Moreover, targeted measures to reduce economic and geographical barriers, as well as specific strategies to encourage girls' participation, are recommended to mitigate the observed inequalities (Dudley et al, 2011).

3.4. Parental attitude toward girls' basketball practice

The results related to parents' attitudes toward girls playing basketball show two divergent trends, with a strong proportion of parents being opposed to the practice of basketball.

This marked reservation from parents is explained by the fact that they perceive basketball as an activity in contradiction with gender roles. They see basketball as a sport for men that does not align with female potential. Thus, their beliefs, stereotypes, and stigmatization related to basketball limit girl's motivation. Conversely, a proportion below the average, that is, less than 50% of parents are in favor of girls playing basketball. This means they assign a utility value to the sport. In the logic of these parents, sports improve health, discipline, and integration. These parents encouraging their daughters in basketball value their abilities.

In summary, girls' participation in basketball faces social resistance because the majority of parents believe that The data from the study are similar to the work of the authors Cissé et al (2025). They specify that the trajectory of female athletes is shaped by the family environment, within which parents play a crucial role. Thus, the actions of parents oscillate between two poles: on one hand, they appear as facilitators by providing encouragement, guidance, and resources. On the other hand, they can become a source of tension when their expectations are excessive or when their emotional and financial investment exerts undue pressure on the young.

In this same logic, Lareau (2011) and Saint-Martin & Brière (2020) indicate that the weakly negative correlation between the priority given to studies and the taste for sports reflects a symbolic tension between academic capital and athletic capital. This relationship does not necessarily indicate a conflict, but rather a

trade-off in the educational investments of families, depending on their representations of social success. The study by Corr and his colleagues (2019) reports four barriers to adolescent girls' participation in sports. These include gender biases in sports, the perception of physical competence, the diversification of priorities and responsibilities, as well as social pressures regarding the performance of femininity. is sport does not value their gender identity. The results of the study showed that parents continuously negotiate between educational capital, which is a priority for girls to ensure their social success, and sports capital, which is perceived as secondary. For girls, socio-cultural pressures related to girls' sports practice limit their enthusiasm for basketball

Conclusion

This research, conducted at the Arrow Club in Treichville, aimed to analyze the motivational factors and barriers to girls' participation in basketball. The study data indicated that socio-cultural barriers limit girls' participation in basketball. They manifest thru the lack of parental support, the beliefs, and the stereotypes that parents hold about girls playing basketball. This means that parental and environmental perceptions dictate girls' sports engagement. Nevertheless, some parents advocate for strategies to motivate girls to engage in sports. It involves the deconstruction of gender habits, the reconfiguration of social representations, and the integration of mixed-gender in public sports spaces. The limitations of the study are the small sample size ($n = 120$), which restricts the scope of generalizations, as well as the consideration of only the quantitative approach. These limitations invite further reflection thru mixed and longitudinal approaches, capable of exploring the evolution of parents' perceptions and the motivations of girls in practicing basketball.

Bibliographic References

- Canadian Association for the Advancement of Women and Sport and Physical Activity (2016). Women's sports: nurturing a lifetime of participation. Report on the state of sports participation for girls and women in Canada. <https://womenandsport.ca/wp-content/uploads/2020/03/>
- Campbell, M. (2021), Rules governing Olympic runners send a disturbing message to female athletes, especially those who are Black. CBC Sports. <https://www.cbc.ca/sports/opinion-caseof-namibian-runners-further-exposes-half-baked-testosterone-regulation-1.6092033>
- Cissé A. W, Dieng H, and Faty I. M. (2025), the socialization of sports practices: the effects of parental support and influence on the development of young people's taste for sports at the University Basketball School (UBS) of Saint-Louis, International Journal Of Advanced Research (IJAR), Vol 13, No. 10.

- Corr, M., McSharry, J. and Murtagh, E. M. (2019). Perceptions of adolescent girls regarding physical activity: a systematic review of qualitative studies. *Am I Promo de la Santé*. (2018) 33:806-19. 10.1177/0890117118818747
- Debrumetz, C (2010). The effect of basketball practice on the self-confidence of young people with behavioral disorders, master's thesis in kinanthropology, University of Quebec at Montreal
- Dudley Dean, Okely Anthony, Pearson Philip, and Cotton Wayne (2011), A systematic review of the effectiveness of physical education and school sports interventions targeting physical activity, movement skills, and enjoyment of physical activity. In: Database of Abstracts of Reviews of Effects (DARE): Quality Assessment [Internet]. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK115140/>
- Gueniat, C. and Marti, M. (2022), The contributions and limitations of sports activities for young people in reintegration, Bachelor's thesis completed as part of the training at the Geneva School of Social Work, 49 pages
- Hernandez, C. (2022). Being a Woman in Handball: A Study of the Hidden Side of the Feminization of Sport Education and Training Sciences, University of Bordeaux
- Kerr, G. and Erin, W. (2021). Resumen de la violencia de género en el deporte. E-Alianza. <https://ealliance.manifoldapp.org/read/gender-based-violence-in-sport-review/section/097656c7-a7ae-472b-9509-08775b835d1b>
- Ndiaye, M. (2011). causes of the cessation of sports competition among Senegalese women, master's thesis in science and techniques of physical activity and sports (STAPS), Cheikh Anta Diop University of Dakar
- Report Nurturing a Lifetime of Participation Women and Sport Canada (1993), Pierre Bourdieu Distinction: A Social Critique of the Judgment, Paris Editions Minuit
- Saint-Martin, J., & Brière, S. (2020). Young athletes between academic capital and athletic capital: a plural socialization. *European Journal of Sports Sociology*, 7(2), 45–62.
- Saouter, A., (2016). Women and Sport, Paris, Payot & Rivages, 206 p.
- UNESCO (2015), International Charter of Physical Education, Physical Activity and Sport, program and meeting document, 10 p

ON THE PREPOSITIONS OF DOMNI

Dr. Alan Reed LIBERT

Discipline of Linguistics, University of Newcastle, Australia

Alan.Libert@newcastle.edu.au

ORCID: 0000-0003-1446-4183

Abstract

Domni is one of the artificial auxiliary languages (i.e. languages meant to be used by speakers of different natural languages to communicate with each other) designed by Sydney Bond; he presented it in a work published in 1913. In this work he gives a list of grammatical words, which contains many prepositions, including *ab* 'by', *ad* 'to', *ce* 'at the house of', *da* 'from', *for* 'far from', *po* 'in exchange for, at the cost of', *por* 'for', *por* 'in favor of, in order to', *pri* 'about, concerning, as to', and *via* 'by way of'. There is also the "undefined preposition" *ye*. Even with such glosses, the meanings and correct uses of some of these prepositions may not always be clear. Fortunately, even though Bond apparently did not fully develop Domni, he did provide several pages of textual material in his 1913 work (in addition to the fact that the descriptions of features of Domni are in Domni), which can be helpful in better understanding the prepositions. In this paper I will look at some occurrences of Domni prepositions in these texts in order to do this. From this paper we will also get a look at a lesser-known artificial auxiliary language.

Keywords: Prepositions, adpositions, artificial languages, constructed languages

AI IN CREATIVE DESIGN AND PRODUCTION

**Mutiah Puspita Andiny, Raya Ajeng Pertiwi, M Farrel Azka Wimaramzy, Ardan Yudha Wiratama,
Sultan Daffa Amrulloh**

Universitas Islam Negeri K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

Abstract

Artificial Intelligence (AI), particularly generative AI, has become an important technology in transforming design and production processes within the creative economy. AI can generate various forms of creative content, including text, images, illustrations, videos, audio, and digital materials based on user instructions. This capability provides opportunities for creative economy actors, particularly Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs), to accelerate idea exploration, develop design concepts, create product prototypes, improve product visuals, and produce promotional materials more efficiently. The application of AI is particularly relevant for MSMEs that face limitations in capital, human resources, production facilities, and specialized creative expertise. In Central Java, AI has the potential to support the development of local creative products such as batik, fashion, culinary products, handicrafts, and other cultural-based products while maintaining their local identity. However, the use of AI in creative design and production also requires attention to digital literacy, ethical considerations, data security, intellectual property rights, originality, and the accuracy of AI-generated outputs. Therefore, AI should not be viewed as a replacement for human creativity, but as a supporting technology that strengthens human capabilities in producing innovation. The integration of AI with human creativity, market knowledge, local cultural identity, and ethical principles can contribute to improving the efficiency, innovation, competitiveness, and sustainability of the creative economy and halal industry in Central Java.

Keywords: Artificial Intelligence, Generative AI, Creative Design, Creative Production, MSMEs, Central Java.

BATIK DESIGN INNOVATION

Zahwa Aulia Khalimi Putri¹, Evelyn Halilah Faiqoh², Nala Dian Rosita³, Nabilla Ayu Fitriyani⁴, Laela Fazida⁵

^{1,2,3,4,5} Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Email: zahwa.aulia.khalimi.putri24155@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Design innovation plays an important role in maintaining the sustainability and competitiveness of the batik industry while preserving its cultural identity. As a traditional cultural product, batik contains historical, philosophical, aesthetic, and local identity values that need to be maintained amid changing consumer preferences and developments in the creative and fashion industries. This chapter discusses design innovation in Central Javanese batik as an adaptive strategy that connects cultural heritage with contemporary market demands. The discussion focuses on several forms of innovation, including motif development, color innovation, product diversification, adaptation to younger consumers, and innovation as a strategy for industrial sustainability. Motif innovation can be developed by drawing inspiration from local flora, fauna, historical buildings, traditional arts, culinary culture, folklore, and regional symbols, allowing batik to maintain strong connections with local identity. Meanwhile, color innovation provides opportunities to create more contemporary visual expressions while maintaining relationships with traditional color characteristics and encouraging the use of environmentally friendly natural dyes. Product diversification also expands the application of batik beyond traditional fabrics into clothing, Muslim fashion, accessories, and household products. Furthermore, adapting batik designs to the preferences and lifestyles of younger consumers can strengthen their engagement with batik as part of contemporary fashion. The chapter also emphasizes the importance of collaboration among artisans, designers, universities, government institutions, creative communities, and industry actors in supporting continuous innovation. Overall, design innovation should not be understood as a process of eliminating traditional characteristics, but as an effort to reinterpret and sustain cultural heritage through forms that remain relevant to contemporary consumers and the evolving creative industry.

Keywords: batik, design innovation, cultural heritage, product diversification, Central Java

E-COMMERCE FESYEN MUSLIM

Nabilla Ayu Fitriyani¹, Evelyn Halilah Faiqoh², Laela Fazida³, Zahwa Aulia Khalimi Putri⁴, Nala Dian Rosita⁵

^{1,2,3,4,5} Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Email: nabilla.ayu.fitriyani24168@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

The development of e-commerce has become an important driver of growth in the Muslim fashion industry, particularly by expanding market access, changing consumer behavior, and creating new opportunities for local fashion businesses. This chapter discusses the role of e-commerce in developing Muslim fashion, with a particular focus on the potential of Central Java batik as a cultural and creative asset. The discussion highlights how digital platforms, marketplaces, social media, electronic word of mouth (EWOM), online reviews, and influencer endorsements contribute to consumer engagement and purchasing decisions. In the digital environment, consumers increasingly rely on product information, reviews, seller reputation, and online experiences before making purchasing decisions. Therefore, trust, transparency, product quality, and customer service are essential elements in building a strong digital presence. Central Java batik has significant potential to be integrated into modern Muslim fashion through products such as batik dresses, tunics, outerwear, scarves, and workwear. Combining traditional motifs and cultural narratives with contemporary modest fashion can create brand differentiation and strengthen the identity of local products. However, e-commerce also presents challenges, including price competition, visual competition, algorithmic visibility, consumer trust, inventory management, and production capacity. Therefore, the development of Muslim fashion e-commerce requires a comprehensive strategy involving professional digital catalogs, attractive visual content, transparent product information, positive customer experiences, social media integration, and strong brand identity. Ultimately, e-commerce can function not only as a commercial platform but also as a means of promoting cultural heritage, strengthening local brands, and expanding the market for Central Java Muslim fashion to national and international consumers.

Keywords: E-Commerce; Muslim Fashion; Central Java Batik; Digital Marketing; Consumer Behavior; Cultural Heritage; Modest Fashion.

THE GROWTH OF MUSLIM FASHION

Laela Fazida¹, Nabilla Ayu Fitriyani², Zahwa Aulia Khalimi Putri³, Evelyn Halilah Faiqoh⁴, Nala Dian Rosita⁵

12345Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Email: laela.fazida24160@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

The development of Muslim fashion has emerged as a significant phenomenon within Indonesia's creative economy, reflecting the intersection of religious identity, consumer culture, and industrial innovation. This chapter examines the growth trajectory of the Muslim fashion sector, focusing on the evolution of modest fashion trends, shifting consumer preferences, and product innovation within the halal fashion industry, with particular attention to the contribution of Central Java (Jawa Tengah) to the national Muslim fashion landscape. The discussion begins by tracing the historical transformation of Muslim clothing from a purely religious obligation into a dynamic fashion category that incorporates contemporary aesthetics, global style influences, and local cultural elements, resulting in a hybrid identity that bridges tradition and modernity. It further explores how Muslim consumers, particularly among younger demographics, increasingly regard modest fashion not merely as a symbol of piety but also as a medium of self-expression, social status, and lifestyle identity, a shift that has reshaped market demand and purchasing behavior. This transformation in consumer behavior has encouraged designers and manufacturers to innovate through the development of diverse product lines, sustainable and locally sourced materials, and digitally driven marketing strategies, including e-commerce platforms and social media, which have broadened market reach both domestically and internationally. The chapter also highlights Central Java's strategic role as one of Indonesia's leading production hubs for Muslim fashion, supported by its established textile industry base, skilled workforce, and extensive network of small and medium enterprises (UMKM) engaged in halal fashion production and distribution. Government initiatives, industry associations, and halal certification frameworks are identified as key enablers in strengthening product standardization, quality assurance, and export competitiveness. Overall, the findings suggest that the growth of Muslim fashion in Indonesia is driven by a convergence of religious values, evolving consumer demand, technological adoption, and regional economic development. This chapter concludes that sustaining the sector's long-term growth requires continued innovation, quality improvement, and collaborative synergy among government, industry stakeholders, and local communities to strengthen Indonesia's position as a global center for Muslim fashion.

Keywords: Muslim fashion, modest fashion, halal fashion industry, Muslim consumer preferences, product innovation, creative economy, Central Java (Jawa Tengah)

THE ROLE OF WOMEN IN THE CREATIVE ECONOMY

Salsabilla, Lisna Amira Fauziah, Erlin Nazila Aprilianti, Alivia PUSDika Jenada, Nova Fitriana

Universitas Islam Negeri K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

Abstrak

Women play a significant role in the development of the creative economy through their contributions as entrepreneurs, producers, innovators, and cultural agents. This article examines the role of women in the creative economy, particularly their participation in creating products, generating employment, preserving cultural values, and strengthening household and community welfare. Using a qualitative descriptive approach, this study analyzes relevant literature concerning women's empowerment, creative entrepreneurship, gender equality, and the development of creative industries. The findings indicate that women contribute substantially to various creative economy sectors, including culinary businesses, fashion, handicrafts, digital content, design, and cultural products. Their involvement not only increases household income but also encourages innovation, promotes local cultural identity, and supports community-based economic development. Nevertheless, women continue to face several challenges, such as limited access to capital, technology, business networks, training, markets, and decision-making opportunities. Social norms and unequal domestic responsibilities also restrict their ability to develop businesses sustainably. Therefore, strengthening women's participation in the creative economy requires comprehensive support from the government, private sector, educational institutions, and communities. Such support should include entrepreneurship training, digital literacy, access to financing, market expansion, mentoring, and policies that promote gender equality. In addition, the use of digital platforms can provide women with broader opportunities to market creative products and connect with consumers beyond their local areas. This article concludes that women are not merely beneficiaries of the creative economy but also important drivers of innovation, cultural preservation, and inclusive economic growth. Enhancing their capacity and ensuring equal access to resources are essential for building a resilient, sustainable, and equitable creative economy.

Keywords: Women's Empowerment; Creative Economy; Women Entrepreneurs; Gender Equality; Creative Industries

CREATIVE ECONOMY AND HALAL INDUSTRY: POTENTIAL, TRANSFORMATION, AND REGIONAL COMPETITIVENESS

M Reza Fahrezi

Universitas Islam Negeri K. H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

Abstract

The creative economy and halal industry are two sectors with significant potential to drive economic growth, create employment opportunities, and strengthen regional competitiveness. The development of digital technology, changes in consumer behavior, and growing awareness of halal products have created new opportunities for regions to develop products and services with greater added value. This study aims to analyze the potential, transformation, and strategies for improving the competitiveness of the creative economy and halal industry at the regional level. The discussion covers various creative economy subsectors, including fashion, culinary, handicrafts, tourism, media, and digital industries, while also examining their connection with the halal industry ecosystem. Digital transformation has become an important factor in expanding market access, improving production efficiency, strengthening marketing strategies, and encouraging innovation among business actors, particularly Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs). Furthermore, strengthening halal certification, product quality, human resource capacity, access to financing, and collaboration among government institutions, businesses, academics, and communities are essential elements in developing a sustainable ecosystem. The development of the creative economy and halal industry supported by local potential and innovation can serve as a strategic instrument for strengthening regional economies. Therefore, policy synergy and ecosystem development are needed to transform local potential into competitive and sustainable products capable of reaching both national and global markets.

Keywords: creative economy, halal industry, digital transformation, regional competitiveness,

CONTENT CREATION AS A PROFESSION

Nisa Agustin, Zabrina Elvaretta, Rofiqoh Aliyah Arifin, Faizura Syifa Ramadhani, Pinky Nila Nawawiza
Universitas Islam Negeri K. H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

Abstrak

Content creation has developed from a casual digital activity into a professional career that provides economic opportunities for individuals with creativity and digital skills. The growth of social media and digital platforms has created an environment in which individuals can produce and distribute content while building audiences and professional identities. As a profession, content creation requires more than the ability to produce attractive content. Creators need to develop skills in planning, content production, communication, audience management, digital marketing, and the use of various digital technologies. Professional content creators also need to understand their target audience and adapt their content to changes in trends, platform characteristics, and audience preferences. The development of this profession has opened opportunities for individuals to work independently, collaborate with brands, promote products or services, and develop personal businesses through digital platforms. In addition, content creation can provide flexible working arrangements and opportunities to transform personal interests and creative abilities into sustainable economic activities. However, professional content creation also involves challenges, including intense competition, the need for consistent content production, unpredictable platform algorithms, pressure to maintain audience engagement, and the importance of maintaining credibility. Therefore, content creation as a profession requires a combination of creativity, technical competence, strategic planning, consistency, and professional responsibility. The development of content creation as a career demonstrates how digital platforms have transformed creative activities into potential sources of employment, entrepreneurship, and economic value.

Keywords: content creation, digital profession, content creator, digital platform, creative economy.

DIGITAL CONSUMER BEHAVIOR

Rofiqoh Aliyah Arifin, Zabrina Elvaretta, Nisa Agustin, Faizura Syifa Ramadhani, Pinky Nila Nawawiza
Universitas Islam Negeri K. H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

Abstract

The growth of digital platforms has changed the way consumers obtain information, evaluate products, and develop trust before making purchasing decisions. In this environment, influencers have emerged as important actors who can shape consumer perceptions through personal recommendations, product reviews, lifestyle content, and direct interaction with their audiences. This chapter discusses the role of influencers in building consumer trust within digital consumer behavior. Consumer trust is influenced not only by the products or brands being promoted, but also by the credibility, authenticity, expertise, and transparency demonstrated by influencers. Audiences tend to pay attention to how influencers communicate their experiences and whether the information presented is considered relevant and trustworthy. Consistent interactions and genuine communication can strengthen the relationship between influencers and their followers, while excessive promotional content or a lack of transparency may reduce consumer confidence. The increasing use of influencer marketing therefore requires both influencers and businesses to consider ethical and responsible communication. Disclosure of commercial relationships, honest product recommendations, and the presentation of balanced information are important elements in maintaining consumer trust. For businesses, understanding the relationship between influencers and consumer trust can support the development of more effective and sustainable digital marketing strategies. Meanwhile, for consumers, digital literacy is essential to critically evaluate promotional content and distinguish personal recommendations from commercial interests. Thus, influencers are not merely promotional tools but also participants in the formation of consumer perceptions and trust in the digital marketplace.

Keywords: Influencer Marketing; Consumer Trust; Digital Consumer Behavior; Credibility; Social Media; Digital Marketing

WAQF PRODUCTIF

Nadya Rahmah

(Universitas Islam Negeri KH Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia)

Abstract

Productive waqf is an important instrument in the Islamic economy because it combines religious, social, and economic functions. In pesantren, waqf assets, particularly land, buildings, and other properties, have considerable potential to support educational and social activities. However, the availability of large waqf assets does not automatically ensure optimal economic benefits. This paper discusses the development and management of productive waqf in pesantren, focusing on asset productivity, institutional capacity, governance, and sustainable utilization. Productive waqf can be developed through agriculture, livestock, fisheries, agribusiness, property rental, commercial spaces, and cash waqf, while the principal assets must remain protected and managed according to the waqf pledge, Islamic principles, and applicable regulations. The role of nazhir is crucial in ensuring proper administration, asset planning, risk management, supervision, reporting, and partnership development. The management of productive waqf also requires asset mapping, feasibility studies, market analysis, transparency, and measurable performance indicators. In addition, cooperation with local communities, micro, small, and medium enterprises, suppliers, workers, and consumers can expand the economic benefits of waqf beyond the pesantren itself. The results of productive waqf should be allocated proportionally for education, social benefits, asset maintenance, and reinvestment to maintain long-term productivity. Therefore, productive waqf should not merely be viewed as a source of income, but as a sustainable financing instrument that can strengthen institutional resilience, support pesantren education, and promote community economic empowerment.

Keywords: *productive waqf; pesantren; waqf management; nazhir; economic empowerment*

METHODOLOGY AS A FOUNDATION OF SCIENTIFIC RESEARCH: THEORETICAL APPROACHES, METHODS, AND CONTEMPORARY CHALLENGES

Samira Babayeva

ph.d. .in philology

Azerbaijan State Pedagogical University

samira.adu.13@gmail.com

<https://ORCID.org/0000-0001-7495-3689>

Abstract

Methodology represents a fundamental component of scientific research, providing the theoretical principles and systematic procedures through which knowledge is developed, examined, and validated. The quality of academic research depends not only on the significance of the research question but also on the appropriateness, transparency, and consistency of the methodological framework employed. This article examines the concept of research methodology, its relationship with research methods, and the principal approaches used in contemporary scientific inquiry. Particular attention is given to qualitative, quantitative, and mixed-methods research, as well as to the importance of research design, data collection, data analysis, validity, reliability, and ethical responsibility. The article also explores the role of methodological decisions in shaping research findings and determining the extent to which conclusions can be generalized or interpreted within specific contexts. It argues that effective methodology requires a clear relationship between research objectives, theoretical assumptions, data, and analytical procedures. The study concludes that methodological rigor, critical reflection, and transparency are essential conditions for producing credible, reproducible, and scientifically meaningful research.

Keywords: research methodology, scientific inquiry, qualitative research, quantitative research, mixed methods, research design, validity, reliability, research ethics.

Introduction

Scientific research is one of the principal means through which humanity develops knowledge, investigates complex problems, and evaluates explanations of natural and social phenomena. However, the production of scientific knowledge requires more than the collection of information or the formulation of plausible conclusions. It depends on a systematic process in which research questions are clearly defined, evidence is collected appropriately, analytical procedures are justified, and findings are interpreted critically. Within this process, methodology occupies a central position. It provides the conceptual and practical framework that connects a research problem with the procedures used to investigate it. A carefully developed methodology enables researchers to explain why particular methods were selected, how evidence was obtained, and on what grounds conclusions were reached. The importance of methodology extends across disciplines, including linguistics, education, sociology, psychology, economics, and the natural sciences. Although these fields differ in their objects of investigation, they share the need for transparent procedures and logically justified interpretations. Nevertheless, methodological decisions are not neutral technical choices. They are influenced by the nature of the research question, the theoretical assumptions of the researcher, the characteristics of the available evidence, and the limitations of the research context. An inappropriate methodological framework may produce incomplete or misleading conclusions even when the topic itself is significant.

The purpose of this article is to examine the theoretical foundations of research methodology, distinguish methodology from individual research methods, analyze the principal research approaches, and explain the criteria that contribute to scientific rigor and methodological quality.

The Concept and Theoretical Foundations of Research Methodology

Research methodology can be understood as the systematic framework that explains and justifies the principles, strategies, and procedures used to conduct scientific inquiry. It addresses not only how research is performed but also why particular approaches are appropriate for answering specific research questions. An important distinction must be made between methodology and method. A research method refers to a specific technique used to collect or analyze data, such as conducting interviews, administering questionnaires, performing experiments, or analyzing texts. Methodology concerns the broader logic that guides the selection and integration of these techniques.

For example, a researcher investigating language learning may use interviews to explore students' experiences. Interviews represent the method, whereas the methodological framework explains why qualitative inquiry is appropriate, how participants are selected, and how the resulting information will be interpreted.

Methodological decisions are also connected with epistemology, the philosophical study of knowledge and its justification, and ontology, which concerns assumptions about the nature of reality. These philosophical positions can influence what researchers consider valid evidence and how they interpret their findings. Positivist approaches generally emphasize observation, measurement, and the systematic examination of relationships between variables. Interpretive approaches focus on understanding meanings, experiences, and social practices within particular contexts. Pragmatic approaches emphasize selecting research strategies according to the nature of the problem and the practical objectives of the investigation.

These perspectives should not be treated as interchangeable. Each involves particular assumptions and may be more appropriate for certain research questions than for others. A sound methodology makes these assumptions explicit and explains how they influence the research process.

Major Approaches to Scientific Research

Quantitative research focuses on the systematic measurement and numerical analysis of phenomena. It is commonly used to investigate relationships between variables, compare groups, evaluate interventions, and test hypotheses.

Typical quantitative methods include structured questionnaires, standardized assessments, controlled experiments, and statistical analysis of existing datasets. Researchers define measurable variables and select appropriate analytical procedures to evaluate patterns in the collected data. One major advantage of quantitative research is its ability to identify statistical relationships and estimate the frequency or distribution of particular characteristics within a population. When sampling procedures and study designs are appropriate, quantitative findings may support conclusions about populations beyond the immediate research sample. However, numerical data do not automatically produce objective or reliable conclusions. Measurement errors, biased sampling, poorly designed instruments, and inappropriate statistical procedures can weaken a study. Furthermore, statistical association alone does not establish causation.

Consequently, quantitative research requires careful operationalization of concepts, justified sampling decisions, appropriate statistical analysis, and transparent reporting of limitations.

Qualitative Research

Qualitative research seeks to understand experiences, meanings, interpretations, and social processes in depth. It is particularly useful when researchers investigate questions concerning how individuals understand particular situations, why certain practices occur, or how meaning develops within specific contexts. Common

qualitative methods include semi-structured interviews, focus groups, participant observation, ethnography, document analysis, and thematic analysis.

Unlike quantitative research, which often aims to measure variables numerically, qualitative inquiry typically examines detailed descriptions, narratives, interactions, and patterns of meaning. Its analytical strength lies in the ability to explore complexity and identify perspectives that standardized instruments may overlook.

Research Design and the Structure of Scientific Inquiry

Research design is the overall plan through which a research question is translated into an organized investigation. It establishes the relationship between the objectives of the study, the evidence required, the procedures for obtaining that evidence, and the methods used to analyze it. A well-developed research design normally includes several interconnected elements. First, the research problem must be defined clearly. A broad topic should be transformed into a question that can be investigated using available evidence and appropriate procedures.

Second, the researcher must examine relevant literature. A literature review identifies established findings, competing explanations, conceptual frameworks, and gaps that justify the proposed investigation.

Third, the researcher selects an appropriate design. Depending on the research question, the study may be experimental, correlational, descriptive, comparative, longitudinal, cross-sectional, ethnographic, or based on a case study.

Fourth, the study population, sampling strategy, and data collection instruments must be specified. These decisions influence the scope and limitations of the evidence.

Finally, the researcher establishes analytical procedures and criteria for evaluating the findings.

The consistency of these elements is essential. A research design should be selected according to the problem being investigated rather than according to a preference for a particular technique. The most sophisticated statistical procedure or interview protocol cannot compensate for a mismatch between the research question and the evidence collected.

Research Ethics and Academic Responsibility

Ethical responsibility is an essential part of scientific methodology. Research should be conducted in ways that respect participants, protect sensitive information, maintain intellectual honesty, and minimize unnecessary harm.

Studies involving human participants may require informed consent, confidentiality safeguards, appropriate data management, and institutional ethical approval. Participants should receive relevant information about the

purpose of the research and the conditions under which their data will be used. Researchers must also avoid fabrication, falsification, plagiarism, and misleading reporting. Sources should be acknowledged accurately, and findings should not be selectively presented merely to support a preferred conclusion.

In addition, methodological transparency requires researchers to acknowledge limitations, explain relevant conflicts of interest, and distinguish established evidence from speculation.

Contemporary research introduces further ethical questions concerning artificial intelligence, automated data analysis, online information, and the privacy of digital records. Researchers must consider whether the use of such technologies is appropriate, whether the data can be processed lawfully and responsibly, and whether automated systems introduce errors or bias.

Ethical principles should therefore influence the entire research process rather than be treated as a separate administrative requirement.

Contemporary Challenges in Research Methodology

The development of digital technologies and large-scale datasets has expanded the possibilities available to researchers. Computational tools can process substantial quantities of information, identify patterns, and support analytical procedures that would previously have required considerable manual effort.

Nevertheless, technological capacity does not eliminate methodological problems. Large datasets may contain systematic biases, incomplete observations, measurement errors, or information that is not representative of the population under investigation.

Interdisciplinary research creates additional methodological demands because different disciplines may use different concepts, standards of evidence, and analytical traditions. Collaboration therefore requires explicit definitions, clear research objectives, and agreement on how evidence from different fields will be integrated.

Conclusion

Research methodology provides the intellectual and practical foundation of scientific inquiry. It connects research questions with theoretical assumptions, data collection procedures, analytical techniques, and the interpretation of findings.

The examination of quantitative, qualitative, and mixed-methods approaches demonstrates that different research questions require different methodological strategies. Quantitative methods are particularly useful for measurement and statistical analysis, qualitative approaches provide detailed understanding of meanings and experiences, and mixed methods can integrate these forms of evidence when the research objectives justify their combination.

The quality of a study depends not on the complexity of its procedures but on the coherence between its objectives, methods, evidence, and conclusions. Validity, reliability, transparency, and ethical responsibility are therefore essential considerations throughout the research process.

Contemporary technologies offer valuable opportunities for scientific investigation, but they also create new challenges concerning bias, reproducibility, privacy, and analytical accountability. These developments make methodological reflection increasingly important.

In conclusion, methodology should be understood not merely as a technical stage of research but as a systematic framework for evaluating how scientific knowledge is produced and justified. A rigorous methodological approach enables researchers to develop credible findings, acknowledge uncertainty, and contribute responsibly to the advancement of knowledge.

References

1. Babbie, E. (2020). *The Practice of Social Research* (15th ed.). Cengage Learning.
2. Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (5th ed.). SAGE Publications.
3. Crotty, M. (1998). *The Foundations of Social Research: Meaning and Perspective in the Research Process*. SAGE Publications.
4. Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (Eds.). (2018). *The SAGE Handbook of Qualitative Research* (5th ed.). SAGE Publications.
5. Flick, U. (2018). *An Introduction to Qualitative Research* (6th ed.). SAGE Publications.
6. Guba, E. G., & Lincoln, Y. S. (1994). Competing paradigms in qualitative research. In N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *Handbook of Qualitative Research* (pp. 105–117). SAGE Publications.
7. Johnson, R. B., Onwuegbuzie, A. J., & Turner, L. A. (2007). Toward a definition of mixed methods research. *Journal of Mixed Methods Research*, 1(2), 112–133. <https://doi.org/10.1177/1558689806298224>
8. Kuhn, T. S. (2012). *The Structure of Scientific Revolutions* (4th ed.). University of Chicago Press.
9. Popper, K. R. (2002). *The Logic of Scientific Discovery*. Routledge.
10. Shadish, W. R., Cook, T. D., & Campbell, D. T. (2002). *Experimental and Quasi-Experimental Designs for Generalized Causal Inference*. Houghton Mifflin.

BRİTANİYA VƏ AMERİKA ƏDƏBİYYATINDA ÜSLUBİ VASİTƏLƏRİN MÜQAYİSƏLİ TƏDQIQI COMPARATIVE STUDY OF STYLISTIC DEVICES IN BRITISH AND AMERICAN LITERATURE

Qasimova Nigar Azad

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti, müəllim

Azərbaycan, Bakı

email: gasimovanigar90@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-2458-2469>

Açar sözlər: ingilis ədəbiyyatı, metafora, metonimiya, sinekdoxa, semantik təhlil, üslubi təhlil, personifikasiya, mənanın köçürülməsi

Key words: English literature, metaphor, metonymy, synecdoche, semantic analysis, stylistic analysis, personification, transfer of meaning

Metafora, metonimiya və sinekdoxa məcazın və ritorik tropologiyanın əsas formalarındandır. Metaforanın əsasında iki müxtəlif obyekt və ya anlayış arasındakı oxşarlıq və analogi münasibət dayanır. Metonimiyada isə bir anlayışın adı onunla məkan, zaman, səbəb-nəticə, müəllif-əsər, predmet-material, qab-icindəki və digər assosiativ əlaqələr vasitəsilə bağlı olan başqa anlayışın yerinə işlədilir. Sinekdoxa metonimiyaya yaxın trop olub, əsasən hissə ilə bütöv, bütöv ilə hissə, növ ilə cins və cins ilə növ arasındakı münasibətə əsaslanır. Aristotelin “Poetika”sında metafora adın bir anlayışdan digərinə köçürülməsi kimi geniş şəkildə izah olunur; onun “Ritorika”sında metaforanın nitqə aydınlıq, canlılıq və estetik təsir verdiyi vurğulanır. Metonimiya və sinekdoxanın daha müstəqil və sistemli təsnifinə isə sonrakı klassik ritorikada, xüsusilə Kvintilianın “Institutio Oratoria” əsərində rast gəlinir. Beləliklə, üç trop arasındakı əsas fərq belə ümumiləşdirilə bilər: metafora oxşarlığa, metonimiya assosiativ əlaqəyə, sinekdoxa isə hissə-bütöv münasibətinə əsaslanır.

Metafora, metonimiya və sinekdoxa dilin semantik və üslubi imkanlarını genişləndirən, fikrin obrazlı, təsirli və ifadəli şəkildə çatdırılmasını təmin edən mühüm məna köçürülməsi vasitələridir. Bu məcaz növləri dilin yalnız bədii-estetik funksiyasının həyata keçirilməsində deyil, həm də insanın gerçəkliyi dərk etməsində, hadisələr arasında əlaqələr qurmasında, abstrakt anlayışları ifadə etməsində və kommunikativ məqsədlərə nail olmasında mühüm rol oynayır.

İngilis bədii ədəbiyyatından, müxtəlif əsərlərdən gətirilmiş nümunələr üzərində metafora, metonimiya, sinekdoxa kimi üslubi vasitələri semantik, üslubi cəhətdən təhlil edək. Metaforaya aid nümunələr : Şekspirin məşhur komediyalarından biri olan “As You Like It” (Necə istəyirsinizsə) əsərində deyilir: “All the world is a stage.”

(Bütün dünya bir səhnədir). Dünya həqiqətən səhnə deyil. İnsan həyatı teatr səhnəsinə bənzədilir. Şekspir metafora vasitəsilə dünyanı teatra, insanları isə aktyorlara bənzədir. İnsan həyatının müxtəlif mərhələlərində müxtəlif rollar oynayır. Digər nümunə Şekspirin “Macbeth” (Makbet) əsərindəndir: “Life is a walking shadow” (Həyat gəzən bir kölgədir). Bu ifadə Makbetin məşhur monoloqundandır. Həyat kölgə deyil, lakin onun keçiciliyi və qeyri-sabitliyi kölgə ilə əlaqələndirilir. Şekspir bu metafora vasitəsilə həyatın keçiciliyini və tutulmazlığını vurğulayır. Yəni kölgə həm var, həm də yox kimidir, çünki nə toxuna bilirsən, nə də saxlaya bilirsən. “Walking” sözü hərəkətlilik hissi yaradır, amma “shadow” yəni kölgə dayanıqsız və qeyri-maddi bir obrazdır. Şekspir burada həyatı nə tam real, nə də sabit bir şey kimi göstərmir, daha çox davamlı hərəkətdə olan, amma mahiyyətə boş bir şey kimi təqdim edir. Üslubi cəhətdən isə bu metafora son dərəcə güclü, vizual təsir gücünə malikdir: oxucu gözünün qabağına tez itən, tutmağa gəlməyən bir fiqur gətirir. Ton baxımından isə bu, əsərə melanxolik, qaranlıq bir ab-hava verir, oxucunu həyatın mənası və boşluğu barədə dərinlən düşünməyə vadar edir.

Şekspirin “As You Like It” (Necə İstəyirsinizsə) əsərindən digər bir güclü metafora nümunəsini təhlil edək: “All the men and women merely players.” Bu cümlədə insanlar aktyorlarla eyniləşdirilir. Semantik baxımdan “players” sözü adi “aktyorlar” mənasından çıxıb, həyatda rollarını oynayan insanlar məcazi anlamını qazanır. Bu insanlar həyat boyu uşaq, tələbə, valideyn, işçi və s. kimi dəyişən rolları ifa edir. Üslubi baxımdan isə bu, vizual obraz yaradır, insan həyatının keçiciliyini və müvəqqəti xarakterini vurğulayır. Metafora oxucunu insan həyatına daha fəlsəfi yanaşmağa yönəldir, həyatı bir tamaşa insanları isə bu tamaşanın aktyorları kimi təsəvvür etməyə imkan verir. Başqa bir metafora nümunəsi Emily Dickinsonun “Hope” əsərindəndir: “Hope is the thing with feathers.” Bu cümlədə ümid quş kimi təqdim olunur. Semantik baxımdan burada “ümid” adi bir quş kimi təcəssüm etdirilir- qanadları var, yəni uçar, yüngüldür, həm də sanki insanın daxilində məskunlaşıb. Bu, ümidi mücərrəd bir anlayışdan canlı, dənək olar ki, əl ilə tutulacaq bir obraza çevirir. Üslubi baxımdansa, metafora çox istilik, incəlik və ümidverici ton yaradır. Oxucu ümidi sərt və abstrakt anlayış kimi deyil, yumşaq, daim var olan və ruhu isidən bir varlıq kimi qəbul edir. Yəni, metafora həm məna qatını genişləndirir, həm də emosional təsiri gücləndirir. Sözlər məcazi obraz yaradaraq oxucunu birbaşa hissə yönləndirir.

Digər bir metafora nümunəsi Robert Frostun “The Road Not Taken” şeirindəndir: “Two roads diverged in a yellow wood” (Sarı meşədə iki yol ayrılırdı). Buradakı road yalnız fiziki yol deyil, insanın qarşısındakı seçimləri, həyat istiqamətlərini ifadə edir. “Diverged” isə seçimlərin bir-birindən ayrılmasını bildirir. “Yellow wood” ifadəsi payız rənglərini xatırladan bir meşədir və şeirə dəyişiklik, keçid ovqatı qatır. Üslubi baxımdan bu obraz şeirin əsas oxudur, seçim, qərar, həyat yolunu canlı, vizual təsvir vasitəsilə təqdim edir. Başqa bir

metafora nümunəsi T. S. Eliotun “The Waste Land” (Bəhrəsiz Torpaq) poemasındandır: “April is the cruellest month.” (Aprel ən qəddar aydır). Aprel insan kimi “qəddar” adlandırılır. Burada metaforada semantik baxımdan “qəddar” kimi insana aid xüsusiyyət aprel ayına, yəni zamana aid edilir. Normalda aprel baharın, yenilənmənin rəmzidir, lakin Eliot bu əənəvi müsbət mənanı tərsinə çevirir. Baharın yenidən canlanması insan üçün sevinc deyil, əksinə, ağırlı xatirələri və itirilmiş ümidləri yenidən oyadır. Üslubi baxımdan isə ifadə paradoksal və kontrastlı obraz yaradır. Oxucu “aprel” sözünü adətən gözəllik və baharla əlaqələndirir, amma Eliot bunu “cruellest” sözü ilə birləşdirir. Bu, həyatın yenilənməsi ilə yanaşı insanın mənəvi ölümə üzləşməsini göstərir. Yəni, təbiət canlansa da insanın daxili dünyası quraq və bəhrəsiz qalır.

Digər bir metafora və personifikasiya nümunəsi kimi John Donne-un “The Sun Rising” (Doğan Günəş) şeirindən nümunə gətirək: “Busy old fool, unruly Sun.”

Günəş “qoca axmaq” kimi təqdim olunur. Personifikasiya cansız varlıqlara, təbiət hadisələrinə, bəzən də anlayışlara insan xüsusiyyətləri verilməsi deməkdir. “The sun Rising” şeirində Günəş “məşğul, itaətsiz, sözbəxmayan” kimi təsvir olunur. Bunlar insana məxsus xarakter xüsusiyyətləridir. Şair sanki Günəşə müraciət edir, ona ağıllı biri kimi danışır. Şair Günəşi danışdırır, ondan şikayətlənir, beləliklə Günəşi insan kimi təqdim edir. Üslubi cəhətdən bu personifikasiya və metaforadır. Şair sevgililərin özəl dünyasına qarışan Günəşi sanki ələ salır, ona “sən burada artıq deyilsən” mesajını verir. Başqa bir metafora nümunəsi kimi Charlotte Brontënin “Jane Eyre” əsərindən bir cümləni təhlil edək: “I am no bird; and no net ensnares me.” (Mən quş deyiləm və heç bir tor məni tələyə sala bilməz). Burada “quş” azadlığın metaforik obrazıdır. Bu cümlə Jane Eyre-in azadlıq və fərdiyyət hissini çox güclü şəkildə ifadə edir. Semantik cəhətdən burada Jane özünü quş kimi görmür, yəni asanlıqla tutula, məhdudlaşdırıla bilən bir məxluq deyil. “Heç bir tor məni tələyə sala bilməz” hissi onun heç kəsə hakimiyyətinə tabe olmamaq, xüsusən də onu sıxışdıran, nəzarət edən və məhdud çərçivəyə salmağa çalışan fiqurlara qarşı daxili müqavimətini göstərir. Üslubi baxımdan isə metaforda qurulmuş bu ifadə həm poetik, həm də dramatik təsir yaradır, onun səsinə daha güclü və inamlı edir. Bird və net sözləri simvolik olaraq sərbəstlik və məhdudiyyət qarşıdurmasını ifadə edir. Cümlənin ritmi onun duyğusal yükünü artırır və oxucunu onun daxili əzmkarlığını hiss etməyə vadar edir.

Metonimiya əsas prinsip metaforadan fərqli olaraq oxşarlıq yox, əlaqədir.

Şekspirin “Julius Caesar” əsərində qeyd olunur: “The crown will find an heir.” Burada “the crown” ifadəsi metonimiya, çünki əslində “tac” dedikdə “hökmdarlıq, monarxiya” nəzərdə tutulur. Yəni fiziki bir “crown” (tac) yox, hakimiyyətin simvolu kimi işlədilir. Üslubi cəhətdən bu ifadə mətni daha yığcam və obrazlı edir. Yazıçı “monarchy” demək əvəzinə “crown” deyərək hakimiyyəti onun simvolu vasitəsilə göstərir. Simvol ilə

təmsil etdiyi mənə arasında yaxınlıq var – tac suverenliyin əlamətidir, ona görə də adı hakimiyyətin özünü bildirir. Digər metonimiya nümunəsi Şekspirin “Richard II” əsərindəndir. Bu əsərdə deyilir: “This royal throne of kings, this sceptred isle.” Burada “throne” “royal authority” mənasını ifadə edir, yəni “taxt” “hakimiyyət” anlayışını təmsil edir. Şekspir “royal authority” (kral hakimiyyəti) demək əvəzinə, hakimiyyəti göz önünə gələn “taxt” obrazı ilə ifadə edir. Bu həm məcazilik, həm də yığcamlıq yaradır. “Throne” ilə “royal authority” arasındakı əlaqə oxşarlıq yox, yaxınlıq əlaqəsidir. “Bu, hökmdarların möhtəşəm taxtıdır, bu əsalı adadır” , bu cümlədə “sceptred isle” İngiltərəni nəzərdə tutur.

Metonimiyaya digər bir nümunəni ingilis romantik şairi Percy Bysshe Shelley-nin “Ozymandias” adlı məşhur sonetindən göstərə bilərik. Ozymandias qədim Misir fironu II Ramzesin yunan dilindəki adıdır. Şeirdə onun nəhəng heykəlinin qalıqlarından bəhs edilir və şeirin əsas fikri budur ki, ən qüdrətli hökmdarların belə hakimiyyəti, şöhrəti zamanın qarşısında keçicidir. Bir vaxtlar qüdrətli olan Ozymandiasın heykəlidən indi yalnız sınımış hissələr səhrada qalıb. Şeir gücün, hakimiyyətin və şöhrətin faniyini, zamanın hər şeyi kölgədə qoyduğunu vurğulayır. Şeirdə deyilir: “The hand that mocked them” (Onların ifadəsini yaradan əl). Burada “əl” dedikdə insanın bədən üzvü deyil, heykəltaraş, daha geniş mənada sənətkar nəzərdə tutulur. Semantik baxımdan sözün əsas mənası bədən üzvüdür, kontekstdə isə genişlənərək sənətkar və onun yaradıcılıq anlayışını ifadə edir. Üslubi baxımdan da hand sözünün seçilməsi mətni daha yığcam, obrazlı və poetik edir. Şair “heykəltaraş” demək əvəzinə “əl” deyərək oxucunun diqqətini birbaşa yaradıcılıq aktına yönəldir. Maraqlıdır ki, “əl” həm yaradıcılığı həm də istehzanı ifadə edir, çünki sənətkarın “əli” Ozymandiasın təkkəbbürlü simasını daşda əbədləşdirsə də, əsərin bütöv kontekstində bu ifadə ironik mənə qazanır- yəni, hökmdarın əbədi güc iddiası əslində onun imperiyasının keçiciliyini göstərir.

Başqa bir metonimiya nümunəsini Charles Dickensin “David Copperfield” əsərindən misal göstərmək olar: “The pen is mightier than the sword.” Bu cümlədə “pen” sözü “writing/literature” mənasını bildirir, “sword “ isə “military force” mənasını ifadə edir. Qələm yazı fəaliyyətinin, qılınc isə hərbi gücün simvolu kimi işlənir. Bu cümlə ilə yazıçı bildirir ki, yazı gücdən və zorakılıqdan daha çox insanlara və hadisələrə təsir göstərir, tarixi dəyişə bilir. Qılınc və başqa silahlar döyüşlərdə qalib gəlməyə kömək edə bilər, ancaq qələm qanunları, razılaşmaları, müqavilələri yazır və ictimai fikri formalaşdırır. Bu ifadə bizə sözün gücünü xatırladır. Metonimiyaya digər nümunə Şekspirin “Hamlet” əsərindəndir: “The rest is silence.” (Yerdə qalan sükutdur) Burada silence sadəcə fiziki sükut deyil, ölüm və sonluqla əlaqələndirilir. Bu cümlə Hamletin ölüm anını bildirir: danışq bitir, yalnız sükut qalır. Üslubi

baxımdan isə burada sakit, ağır bir ton var. Heç bir bəzək-düzək olmadan söylənilir, bu da səhnənin faciəvi ağırlığını artırır. Bu ifadə həyatın puçluğunu, fəallığın sona çatdığını hiss etdirir.

Bundan başqa bəzi ifadələr metonimik çalar daşıyırlar. Ernest Hemingway-in “The Sun Also Rises” əsərində “The Lost Generation” söz birləşməşməsi Birinci Dünya müharibəsindən sonra yaranmış mənəvi-psixoloji böhran yaşayan gənc nəsələ aid metonimik ifadədir. “Lost” sözü müəyyən nəslin sosial-mənəvi vəziyyətini ümumiləşdirir. “Generation” bir nəslə bildirir, “lost” isə I Dünya müharibəsindən sonra dəyərlərini, məqsədlərini itirmiş gənc nəslə simvolizə edir. Bu ifadə, o nəslin yaşadığı mənəvi boşluğu, müharibənin yaratdığı travmanı və məqsədsizlik hissini bir sözlə ümumiləşdirir. Yəni “The Lost Generation” müəyyən bir xüsusiyyəti – “lost”, yəni yolunu azmış, istiqamətsiz bir xüsusiyyəti bütün bir nəslin adı kimi istifadə etməklə metonimik xarakter qazanır. Üslubi cəhətdən isə bu ifadə əsərdə çox güclü təsir yaradır, çünki sadəcə gənclər demək əvəzinə həmin nəslin mənəvi boşluğunu və travmasını vurğulayır.

Siyasi metonimiyalar da geniş şəkildə istifadə olunur. Burada place/building və institution/government əlaqəsi olur. Bu modeldə bina və ya məkan həmin qurumun özü əvəzinə işlədilir. Məsələn, George Orwell-in “Animal Farm” əsərində “The Kremlin” ifadəsi siyasi metonimiyadır. Semantik cəhətdən “The Kremlin” sözün birbaşa mənası Moskvadakı tarixi qala və hökumət binası deməkdir. Amma kontekstdə bu ad müəyyən bir məkanı deyil, Sovet hökumətini, siyasi rəhbərliyi təmsil edir. Yəni, birbaşa “hökumət” sözü işlətmək əvəzinə bir yerin adı həmin hökuməti əvəz edir –bu da metonimiyadır. Üslubi cəhətdən, bu üsul siyasi hakimiyyəti birbaşa adlandırmaqdan daha qısa, daha simvolik və daha təsirli ifadə yaradır. Ümumiyyətlə, “Animal Farm” əsəri Sovet siyasi sistemini və 1917-ci il Rusiya inqilabından sonrakı siyasi hadisələri alleqorik şəkildə göstərir. Odur ki, belə siyasi metonimiyalar əsərin mesajını qısa, dolaylı və təsirli şəkildə çatdırmağa xidmət edir.

Digər metonimiya nümunəsini Oscar Wilde –ın “The Importance of Being Earnest” əsərindən göstərmək olar. “The Bunburyists” xüsusi ad olsa da, bu ad bir fərdi deyil, eyni xüsusiyyətlərə malik bir qrupu bildirmək üçün işlədilir. Burada xüsusi adın bütöv bir davranış tipini ifadə edən ümumiləşdirilmiş ada çevrilməsi metonimik funksiya icra edir və metonimik adlandırma adlanır. “The Bunbury” əsərdəki bir personajın adıdır, amma metonimiya olaraq işləndə həmin personajın təmsil etdiyi daha geniş sosial təbəqəni və ya müəyyən riyakar, ikiüzlü davranış tərzini göstərə bilər. Bir sözlə, “Bunbury” adı tək bir fərdi deyil, konkret bir tipajı təmsil edir. Üslubi cəhətdən isə bu metonimiya oxucuya həm yumor, həm də incə bir tənqid hissi ötürür, çünki oxucu tək ad eşitmir, onun arxasındakı sosial mənanı da oxuyur. Beləliklə, burada məqsəd həmin adla bağlı davranış modelini göstərməkdir.

Bədii ədəbiyyatdan gətirilmiş nümunələr üzərində sinekdoxanı nəzərdən keçirək. Burada xüsusilə hissə-bütöv və bütöv- hissə münasibətlərinə diqqət edək. Thomas Stearns Eliot XX əsrin görkəmli modernist şairlərindən, ədəbi tənqidçilərindən və dramaturqlarından biridir. Onun ən məşhur əsərlərindən biri “The Love Song of J. Alfred Prufrock” (C. Alfred Prufrokun məhəbbət nəğməsi) adlanır. Bu əsərdə deyilir: “I should have been a pair of ragged claws.” (Kaş ki mən cırıq-sökük bir cüt caynaq olaydım) Burada Eliot, Prufroku cəmiyyətdən uzaq, tənha, yadlaşmış bir obraz kimi təsvir edir. Cümlədə hissə “claws” (caynaq) sözü bütövü “crab” (xərçəng) anlayışını ifadə edir. Eliotun məqsədi Prufrokun özünü insan kimi deyil, dənizin dibində sürünən bir canlı ilə eyniləşdirməsi, onun tənhalığını və insanlardan uzaqlaşmasını göstərməkdir. Bu nümunə sinekdoxanın çox gözəl nümunəsidir: bütöv canlı onun yalnız bir hissəsi ilə təqdim olunur.

Şekspirin “Julius Caesar” əsərində deyilir: “Friends, Romans, countrymen, lend me your ears.” (Dostlar, romalılar, həmvətənlərim məni diqqətlə dinləyin) Burada “ears” sözü “people/listeners” mənasını ifadə edir. Burada qulaq bütöv insanı, dinləyicini təmsil edir. Digər sinekdoxa nümunəsi Şekspirin “Macbeth” əsərindəndir.

Burada deyilir: “Take thy face hence.” (Çək üzünü buradan!) və ya (Rədd ol gözümdən.) kimi tərcümə olunur. Take..... hence – buradan get, uzaqlaş, rədd ol, thy- your əvəzliyinin arxaik formasıdır, “sənin” deməkdir, face-üz, sifət mənasını ifadə edir. Kontekstdə face insanın özünə işarə edir. Beləliklə, insanın bir hissəsi –üz- bütöv insanı təmsil edir. Bu məcaz ifadənin obrazlılığını artırır və danışanın qarşı tərəfi özündən uzaqlaşdırmaq istəyini daha təsirli şəkildə çatdırır. Şekspirin “Hamlet” əsərindən bir sinekdoxa nümunəsini təhlil edək: “Give every man thy ear.” (Hər kəsə qulaq as və ya Hər kəsi dinlə.) kimi tərcümə olunur. Bu ifadədə əsas məcazi mənə ear (qulaq) sözünün işlənməsi ilə yaranır. Qulaq insanın eşitmə orqanıdır və bədənin bir hissəsini təşkil edir. Lakin cümlədə ear sözü yalnız anatomik orqanı deyil, insanın dinləmək və başqasının fikirlərinə diqqət yetirmək fəaliyyətini ifadə edir. Sinekdoxa baxımından ear insanın bir hissəsi kimi bütöv insanın dinləmə qabiliyyətini və diqqətini təmsil edir. Bu, hissənin bütövü əvəz etməsi prinsipinə uyğun gəlir. Burada sinekdoxa obrazlılıq yaradır, fikri yığcamlaşdırır və ifadənin nəsihətverici təsirini gücləndirir.

Herman Melvillin “Moby-Dick” əsərindən də bir sinekdoxa nümunəsini misal göstərmək olar: “All hands!” (Bütün heyət, bütün dənizçilər). Hands burada sailors mənasını ifadə edir. Əllər gəmi heyətinin üzvlərini, dənizçiləri bildirir. Bu, klassik ritorikadakı part-for-whole (hissə bütöv üçün) modelinin birbaşa nümunəsidir. Beləliklə, insanın bədəninin bir hissəsi olan əl sözü bütöv insanı, dənizçini ifadə edir. Semantik baxımdan əl sözünün dənizçi mənasında işlənməsi insanın əli ilə yerinə yetirdiyi fiziki əmək fəaliyyəti ilə də əlaqəlidir. Əl insanın işləmək, idarə etmək və müxtəlif əməliyyatları yerinə yetirmək qabiliyyətini təmsil edir.

Burada sinekdoxa ifadəyə məcazi məna verir. All hands ifadəsi qısa olmasına baxmayaraq, gəmidəki bütün dənizçiləri əhatə edir. Beləliklə, sinekdoxa fikrin lakonik və təsirli ifadəsinə xidmət edir. All hands dənizçilikdə sabitləşmiş ifadədir. Buna görə onu həm sinekdoxanın ənənəvi nümunəsi, həm də peşəkar leksikanın bir elementi kimi nəzərdən keçirmək mümkündür. All hands ifadəsi üslubi baxımdan yığcamlıq, obrazlılıq və kollektivlik yaradır, eyni zamanda əsərin dənizçilik mühitinin realistik təsvirinə xidmət edir.

Beləliklə, sinekdoxa semantik üslub fiqurlarından biridir və kəmiyyət münasibətinə əsaslanan məna köçürməsi kimi səciyyələndirilir. Sinekdoxada bir anlayışın adının onunla əlaqəli olan başqa bir anlayışı ifadə etməsi müşahidə olunur. Bu zaman bütövün hissə ilə, hissənin bütöv ilə, növün cins ilə və ya cinsin növ ilə əvəzlənməsi baş verir. Sinekdoxanın növ–cins və cins–növlə münasibətlərini düzgün anlamaq üçün əvvəlcə bu iki anlayışın fərqi müəyyənləşdirmək lazımdır. Növ — müəyyən bir ümumi anlayışa daxil olan konkret anlayışdır. Cins — öz daxilində bir neçə növü birləşdirən daha geniş anlayışdır. Məsələn, rose (qızılgül) növ, flower (çiçək) isə cins anlayışdır. Çünki qızılgül çiçəyin bir növüdür. Sinekdoxada bu münasibət iki istiqamətdə reallaşır. Növ cinslə əvəzlənir. Bu halda konkret bir növü bildirən söz daha geniş, ümumiləşdirici anlayışı ifadə edir. Yəni müəyyən bir növün adı vasitəsilə bütöv bir cins nəzərdə tutulur. Məsələn, konkret bir heyvan növünün adı ümumiyyətlə heyvanları, konkret bir silahın adı isə silah anlayışının bütövünü ifadə edə bilər. Lakin hər belə işlənmə avtomatik olaraq sinekdoxa sayılmır: kontekstdə həqiqətən növün cins mənasında işlənməsi olmalıdır. İkinci halda cinsin növlə əvəzlənməsi baş verir. Belə olduqda geniş, ümumiləşdirici anlayış konkret bir növü və ya konkret bir qrupu ifadə edir. Məsələn, animal (heyvan) sözü konkret kontekstdə yalnız atı, bird (quş) sözü isə müəyyən bir quş növünü ifadə edə bilər. Əgər geniş anlayış konkret növün adı əvəzinə işlənirsə, cins–növlə münasibətinə əsaslanan sinekdoxa yaranır.

Dilçilikdə sinekdoxa və metonimiya haqqında iki yanaşma mövcuddur.

Dar, klassik təsnifatda metonimiya və sinekdoxa fərqli üslubi vasitələr hesab olunur.

Metonimiya əlaqəlilik, sinekdoxa isə hissə–bütöv münasibətinə əsaslanır. Digər yanaşma isə müasir, geniş yanaşmadır. Bu yanaşmaya görə sinekdoxa metonimiyanın xüsusi forması hesab edilir. Çünki hissə ilə bütöv arasında da semantik əlaqə vardır. Müasir mənbələrdə hər iki təsnifata rast gəlinir. Kvintilian isə onları bir-birinə çox yaxın trop kimi təqdim edir, lakin ayrıca xüsusiyyətlərini də göstərir.

Beləliklə bu üç tropu bu şəkildə yadda saxlamaq olar: 1. Metafora oxşarlığa əsaslanır. Məsələn, Juliet is the sun. Juliet günəşə bənzədilir. Bu cümlə metaforadır.

2. Metonimiya əlaqəyə əsaslanır. Məsələn, Shakespeare is on my shelf. Burada Şekspir onun əsərlərini bildirmək üçün işlədilir. 3. Sinekdoxa hissə- bütöv münasibətinə əsaslanır. Məsələn, All hands on deck. Bu cümlədə əl sözü ilə dənizçilər bildirilir, yəni hissə ilə bütöv ifadə olunur.

MÜASİR TƏHSİL SİSTEMİNDƏ DƏRSİN TƏŞKİLİ: DİDAKTİK PRİNSİPLƏR, PEDAQOJİ YANAŞMALAR VƏ KEYFİYYƏT AMİLLƏRİ

Kamal Həsən oğlu Camalov

Pedaqogika elmlər doktoru,

Naxçıvan Dövlət Universitetinin professoru

Azərbaycan Respublikasının Əməkdar müəllimi

E-mail: kamal.camalov@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-1977-7250>

Açar sözlər: Dərsin təşkili, müasir təhsil, didaktik prinsiplər, pedaqoji yanaşmalar, təlim strategiyaları, şagird fəallığı, təlim nəticələri, təhsilin keyfiyyəti.

Keywords: Lesson organization, modern education, didactic principles, pedagogical approaches, teaching strategies, student engagement, learning outcomes, quality of education.

Təhsil cəmiyyətin sosial, intellektual və mədəni inkişafını təmin edən vacib amillərdən biridir. Şəxsiyyətin formalaşması, elmi dünyagörüşünün inkişafı, bilik və bacarıqların sistemli şəkildə mənimsənilməsi, cəmiyyətin ehtiyaclarına uyğunlaşma təhsil prosesi sistemli bir təşkilatlanmaya əsaslanır. Dərsin hissəsi mütəşəkkil təhsil formaları arasındadır. Çünki dərs müəllim və şagirdlərin məqsədyönlü qarşılıqlı fəaliyyətinin, təhsil məqsədlərinin reallaşmasının, biliklərin inkişafı və fərqlər qiymətləndirilməsinin əsasını təşkil edir.

Tədris işinin əsas təşkili formasının qəbul edilməsi onun məqsədindən, məzmunundan, müddətindən və təşkilati qaydalarından asılıdır. Dərs zamanı müəllim tədris materialını şagirdlərin yaş və fərdi xüsusiyyətlərinə uyğun formada təqdim edir və onları xüsusi fəaliyyətlərini inkişaf etdirməyə təşviq edir. Biliklərin praktik tətbiqi üçün şərait yaxşıdır. Bundan əlavə, dərs yalnız məlumat toplamaqla məhdudlaşmır; o, həmçinin şagirdlərdə birlik, həmrəylik, məsuliyyət, yaradıcılıq və tənqidi düşüncə bacarıqlarının inkişafına da töhfə verir.

Müasir dövrdə təhsil sisteminin əsas vəzifələrindən biri şagirdlərin biliyə yeganə baxış bucağı haqqında biliklərini inkişaf etdirmək deyil, həmçinin bilik reallığını qorumaq, ondan necə istifadə edəcəyini bilməsini təmin etməkdir. Bu baxımdan, tədris planının məzmununun, metodlarının və təşkilati strukturunun müəllimin pedaqoji tələblərinə uyğunlaşdırılması böyük əhəmiyyət kəsb edir. Şagird mərkəzli yanaşma, interaktiv tədris, fərdi xüsusiyyətlərin nəzərə alınması və formativ qiymətləndirmə müəllimin effektivliyini artırmağın vacib vasitələridir.

Məqaləni yazarkən əsas qarşımıza qoyduğumuz əsas məqsəd tədris prosesinin əsas təşkilati formasını, maddiliyini, struktur xüsusiyyətlərini və pedaqoji funksiyalarını təsvir etmək, səmərəli yollarını ümumiləşdirməkdən ibarətdir.

1. Müəllimin təhsil prosesindəki yeri və pedaqoji məqsədi

Pedagogika sahəsində təhsilin mütəşəkkil forması müəllim və şagirdlərin strukturudur, struktur rəhbərinin məqsədinə, məzmununa, vaxtına və təşkilatçılığına əsaslanır. Dərsin sistemliliyi, məqsədyönlülüüyü və ardıcılığı bu formalardan seçilir.

Sınıf-dərs sistemdə şagirdlər yaşları və hazırlıq səviyyələri nəzərə alınmaqla siniflərə qruplaşdırılır. Tədris prosesi müəyyən bir cədvələ uyğun olaraq təşkil olunur və burada müəllim tədris fəaliyyətinin bələdçisidir. Bu sistem tədris materiallarının sistemli qiymətləndirilməsinə, şagirdlərin biliklərinin müntəzəm qiymətləndirilməsinə və təhsil prosesinin planlaşdırılmasına imkan verir.

Dərsin əsas xüsusiyyətlərindən biri onun məqsədyönlü olmasıdır. Hər dərs konkret təlim məqsədlərinə əsaslanmalı və bu məqsədlərin müvafiq prinsiplərə əsaslanmasını təmin etməlidir. Məqsəd məzmun, metodlar, alətlər və qiymətləndirmə metodlarının seçilməsini müəyyən edən əsas amildir. Məqsədlər dəqiq müəyyən edildikdə, müəllim tədris prosesini daha diqqətlə planlaşdırır və şagirdlərin nailiyyətlərinin nəticələri daha dəyərli olur.

Dərsin digər vacib xüsusiyyətlərindən biri də onun sistemli xarakteristikasıdır. Tədris materialı əvvəlcədən biliklər şəklində deyil, təsadüfi və əlaqəsiz məlumatlar şəklində təqdim olunmalıdır. Bu yanaşma tələbələrin yeni biliklərini dərinləşdirir və hadisələr arasındakı səbəb-nəticə əlaqəsini digərlərindən fərqləndirir. Uzunmüddətli yaddaşın qarşısını almağa kömək edir.

Dərs həm də təhsil və tərbiyənin ən vacib pedaqoji vəzifələrindən biridir. Şagirdlər vaxtlarını yalnız bilik öyrənməyə sərf etmirlər. Onların arasında məsuliyyət, nizam-intizam, qarşılıqlı hörmət, həmrəylik, başqalarının fikirlərinə münasibət bildirmək və yaxşı əhval-ruhiyyə yaradan kollektiv fəaliyyət inkişaf edir. Bu baxımdan qeyd etmək vacibdir ki, şagirdlər yalnız məlumatları əzbərləyə bilmirlər, həm də düşüncə və fəaliyyət qabiliyyətlərini inkişaf etdirirlər.

Dərs sadəcə təhsil forması deyil. Ekskursiyalar, seminarlar, praktik məşğələlər, laboratoriya işləri, layihələr və müstəqil işlər də təhsil prosesində mühüm rol oynayır. Bu baxımdan, dərsin digər formalarının tətbiqi, təhsilin məzmununun sistemli təhlili və seçim nəticələrinin izlənilməsi üçün əsas təşkilati çərçivə olaraq qalacaq.

2. Dərsin əsas funksiyaları və didaktik prinsipləri

Pedaqogikanın tədrisinin əhəmiyyətini anlamaq üçün onun əsas funksiyalarını araşdırmaq lazımdır. Bu funksiyalar bir-biri ilə tamamlayıcı əlaqədə həyata keçirilir və təhsil prosesinin bütövlüyünü təmin edir.

Təhsil funksiyası şagirdlərin elmi biliklərinin, praktik bacarıqlarının və müəyyən fəaliyyət metodlarının inkişafını təmin edir. Dərs zamanı müəllim fənnin məzmununu izah edir, nümunələr təqdim edir, təlimatlar vasitəsilə biliklərin tətbiqini təşkil edir və öyrənmə prosesini dəstəkləyir.

İnkişaf funksiyası şagirdlərin idrak fəaliyyətinin, məntiqi və tənqidi düşüncəsinin, yaradıcılığının və müstəqil qərar qəbul etmə bacarıqlarının inkişafı ilə əlaqədardır. Problemlə sualların verilməsi, müqayisə, təhlil, ümumiləşdirmə və nəticə çıxarma tələb edən tapşırıqlar bu funksiyanın reallaşmasına kömək edir.

Deyə bilərik ki, təhsil funksiyası şagirdlərdə mənəvi dəyərlərin, sosial məsuliyyətin, əməkdaşlıq mədəniyyətinin və müsbət davranışın formalaşdırılmasıdır. Müəllimin təhsil sistemi, sinifdə yaradılan psixoloji mühit və şagirdlərə münasibət bu baxımdan böyük əhəmiyyət kəsb edir.

Dərs bir sıra didaktik prinsiplərin inkişaf etdirilməsini tələb edir. Elmilik prinsipi təhsilin məzmununun elmi biliklərə və etibarlı məlumatlara əsaslanmasını təmin edir. Sistemlilik və ardıcılıq prinsipi materialın məntiqi əlaqələr əsasında təqdim edilməsini tələb edir. Yaradıcılıq prinsipi (əyanilik prinsipi) məqsəd üçün formaların, ideyaların, modellərin, xəritələrin və digər vasitələrin istifadəsini təşviq edir. Şagirdlərin təlim prosesində iştirakını təmin etmək planının əsas məqsədi şüurluluq və fəaliyyət prinsipidir.

Bu baxımdan, təhsildə şəffaflıq təcrübəsinin tətbiqi, fərdi xüsusiyyətlərin nəzərə alınması və əvvəlki biliklərin inkişaf etdirilməsi də məcburidir. Bu prinsiplər təcrid olunmuş şəkildə deyil, əksinə tətbiq edildikdə daha təsirli olur.

3. Tədris strukturu və əsas növləri

Dərsin strukturu onun ayrı-ayrı hissələrinin müəyyən bir qaydada təşkilini ifadə edir. Sistemli strukturu tədris vaxtından maksimum dərəcədə istifadə etmək, şagirdlərin diqqətini əsas məqsədə yönəltmək və lazımi bacarıqları öyrənmək üçün lazımi imkanlar yaradır.

Dərsin mərhələləri dərsin məqsədi, fənnin xüsusiyyətləri, şagirdlərin hazırlıq səviyyəsi və seçilmiş tədris metodları ilə müəyyən edilir. Bu baxımdan, bütün dərslərin eyni strukturu dəyişdirmədən qəbul edilməsi düzgün deyildir. Bu halda, bir çox dərslərdə aşağıdakı mərhələlərə rast gəlinir:

Təşkilati mərhələ. Şagirdlərin dərsə hazırlanması, təhsil fəaliyyətinə diqqət yetirilməsi və uyğun iş mühitinin yaradılması.

Əvvəlki biliklərin yenilənməsi. Yeni mövzu ilə bağlı əvvəlki biliklərin xatırlanması, əsas anlayışlar üzərində düşünülməsi və mövcud bilik boşluqlarının aradan qaldırılması.

Motivasiya və məqsədyönlülüyün yaradılması. Şagirdlərdə mövzuya maraq oyatmaq, dərsin məqsədini aydınlaşdırmaq və nəticələri qiymətləndirmək.

Yeni materialın mənimsənilməsi. Yeni biliklərin inkişaf etdirilməsi üçün müəllimin izahı, mətn işi, müzakirə, müşahidə, təcrübə və ya problemli tapşırıqlardan istifadə olunması.

Bilik və bacarıqların qiymətləndirilməsi. Çalışmaların, praktik tapşırıqların, qrup işinin və müstəqil işin yerinə yetirilməsi.

Qiymətləndirmə və əks-əlaqə. Təhsil şagirdlərin istədiyi məqsədlərinə çatmağı təmin etmək, şagirdlərə inkişafetdirici moral vermək və növbəti addımlarını planlaşdırmaq.

Nəticə və ev tapşırığı. Əsas nəticələrin ümumiləşdirilməsi, mənimsənilənlərin həyata və zəruri hallarda müstəqil işlərə tətbiqi.

Dərslər didaktik məqsədlərə görə müxtəlif növlərə bölünür. Yeni biliklərin əldə edilməsi dərslərində əsas diqqət yeni anlayışların və məlumatların əldə edilməsinə yönəldilir. Bilik və bacarıqların qiymətləndirilməsi dərslərində prioritet əvvəllər öyrənilmiş materialın tətbiqi və təkrarlanmasıdır. Ümumiləşdirmə dərslərində müxtəlif biliklər arasındakı əlaqələr təhlil edilir və əsas nəticələr sistemləşdirilir. Refleksasiya və qiymətləndirmə dərsləri şagirdlərin bilik keyfiyyətinin yüksəldilməsinə xidmət edir.

Təcrübədə qarışıq və ya birləşdirilmiş dərslərə də geniş yer verilir. Müəyyən dərslərdə əvvəlki biliklərin əks olunması, yeni materialın izahı, yeni öyrənmənin təhlili və qiymətləndirilməsi fenomen çərçivəsində birləşdirilə bilər. Tədris növünün seçilməsinin əsas meyarı təhsil məqsədinin formal bölmə adlanan hərtərəfli şəkildə həyata keçirilməsidir.

4. Dərsin təşkilində müəllim və şagird fəaliyyətinin rolu

Dərsin keyfiyyəti müəllim və şagird fəaliyyətlərinin təşkilindən asılıdır. Müəllim təhsil prosesinin planlaşdırılmasına, məzmunun seçilməsinə, uyğun metodların tətbiqinə, təlim mühitinin yaradılmasına və nəticələrin qiymətləndirilməsinə cavabdehdir. Lakin məzmunlu pedaqoji yanaşmalarda müəllimin rolu yalnız məlumat verən şəxs olmaqla məhdudlaşmır. O, həm də konsolidator, təşkilatçı, məsləhətçi və öyrənməni asanlaşdıran şəxsdir.

Dərsə hazırlaşarkən müəllim şagirdlərin yaş xüsusiyyətlərini, əsas bilik səviyyələrini, maraqlarını və öyrənmə ehtiyaclarını nəzərə almalıdır. Eyni zamanda, dərsin məqsədi üçün istifadə ediləcək təlimatlar və qiymətləndirmə metodları arasında uyğunluğu təmin etmək lazımdır. Məsələn, məqsəd yalnız şagirdlərin

anlayışını izah etmək deyil, həm də onu praktik vəziyyətdə tətbiq etməkdirsə, onlar qiymətləndirmə prosesində düzgün yeri tapacaqlar.

Şagirdlərin rolu seçim prosesində fəal iştirak etmək, suallar vermək, məlumatları təhlil etmək, fikirlərini əsaslandırmaq və qazandıqları bilikləri tətbiq etməkdir. Şagirdlərə yalnız cari məlumatların təqdim edilməsi onların müstəqil düşünmə qabiliyyətlərini artırma bilər. Bu baxımdan, həmrəyliyə əsaslanan müzakirə, problemli vəziyyətlər, fərdi tədqiqatlar və fəaliyyətlər üçün şərait yaratmaq lazımdır.

Qrup işi şagirdlər arasında qarşılıqlı öyrənməni təşviq edir. Bu fəaliyyətlər zamanı şagirdlər bir-birinin fikirlərini dinləyir, fərqli yanaşmalarını balanslaşdırır və ortaq bir nəticəyə gəlirlər. Aydındır ki, qrup işinin effektiv olması üçün hər bir şagirdin tapşırığı dəqiq müəyyən edilməli, fəaliyyətin məqsədi izah edilməli və yanaşma seçilməlidir.

Sinifdə müsbət psixoloji mühit yaratmaq da vacibdir. Şagird öz fikrini sərbəst şəkildə ifadə edə bildikdə, səhv etdikdə alçaldılmayacağını bildikdə və müəllimdən dəstəkləyici fikir aldıqda, təlim prosesində daha fəal iştirak edir. Buna görə də müəllimin pedaqoji etikaya riayət etməsi, obyektiv davranışı və şagirdlər arasında ayrı-seçkiliyə yol verməsi təhsilin keyfiyyəti baxımından vacibdir.

5. Tədris və öyrənmənin səmərəliliyini artırmağın yolları

Təhsil şəraitində müəllim yalnız izahat və təkrarlama metodları ilə məhdudlaşmamalıdır. Təhsil prosesinin səmərəliliyini artırmaq üçün fərqli metod şagirdlərin və öyrənmənin fərdi ehtiyaclarını nəzərə alaraq məqsədyönlü şəkildə birləşdirilməlidir. Nəticələrin müntəzəm izlənməsi məcburidir.

İnteraktiv tədris metodları şagirdlərin sinifdə fəallığını artırmaq vasitəsidir. Beyin fırtınası, müzakirə, problemli vəziyyətlərin təhlili, layihə işi, debat və əməkdaşlığa əsaslanan təlimatlar şagirdlərə yalnız məlumatı əzbərləməyə deyil, həm də təhlil etməyə və dərc etməyə imkan verir. Bunu etmək imkanı normaldır. Lakin hər bir metod dərsin məqsədinə uyğun olaraq seçilməlidir. Metodun innovativliyi və cəlbeiciliyi onun tədris məqsədləri üçün uyğunluğundan daha vacibdir.

Differensial təlim də müəllimin vacib tələbidir. Eyni sinifdə oxuyan şagirdlərin bilik səviyyələri, öyrənmə üsulları və maraqları fərqli ola bilər. Müəllim təlimatların intensivliyini, təqdim olunan məlumatların miqdarını və fəaliyyət formalarını tənzimləməklə şagirdə öyrənmə məqsədlərinə çatmağa kömək edə bilər. Bu yanaşma şagirdlərin potensialının inkişafı üçün şərait yaradır.

Rəqəmsal texnologiyalar müəllimin imkanlarını genişləndirəcək. Təqdimatlar, elektron resurslar, dərslər videoları, interaktiv təlimatlar və virtual modellər mürəkkəb anlayışları daha aydın izah etməyə kömək edə bilər. Texnologiyanın tətbiqi məqsəd deyil, məqsədə çatmaq üçün bir vasitə olması hər bir müəllimə aydındır.

Rəqəmsal resursları seçərkən onların məzmununun həqiqiliyini, yaş səviyyəsinin uyğunluğunu və təlim nəticələrinin dəyərini nəzərə almaq lazımdır.

Qiymətləndirmə təhsilin keyfiyyətinin təmin edilməsində də mühüm rol oynayır. Yalnız dərslərin sonunda verilən qiymətləndirmə şagirdin nailiyyət səviyyəsini tam əks etdirmir. Formativ qiymətləndirmə vasitəsilə müəllim suallar, müşahidələr, qısa təlimatlar və şagirdlərin özünüqiymətləndirməsi əsasında dərslər haqqında məlumat toplaya bilər. Bu məlumat müəllimin tədris strategiyasını dəyişdirmir, əksinə şagirdə məqsədlərini anlamağa və inkişaf məqsədlərini tənzimləməyə imkan verir.

UNESCO-nun təhsilin qiymətləndirilməsi ilə bağlı materiallarında şagirdlərin bilik və bacarıqlarını artırmaq üçün qiymətləndirmə yanaşmasından istifadə olunur. Qiymətləndirməyə müəyyən bir yanaşma yalnız nəticələrin qeyd edilməsi deyil, həm də seçimi dəstəkləyən davamlı bir prosesdir.

Dərsin keyfiyyətinin yüksəldilməsi də müəllimin peşəkar inkişafı ilə sıx bağlıdır. Müəllim yeni pedaqoji yanaşmalar, üsullar öyrənməli, dərslərini təhlil etməli, şagirdlərin nəticələrinə əsasən tədris metodlarını təkmilləşdirmək bacarıqlarını inkişaf etdirməlidir. Təcrübə kontekstual olmalıdır. Dərslərdən sonra onun hansı fəaliyyətinin uğurlu, hansı səhvlərinin yanlış olduğunu və hansıların dərslərdə dəyişdirilməli olduğunu düşünmək vacibdir.

Beləliklə, məqsəd, məzmun, tədris fəaliyyəti, qiymətləndirmə və ünsiyyət müxtəlif tədris metodlarının tətbiqi ilə əldə edilmişdir.

Nəticə

Tədrisin əsas təşkil forması təhsil prosesinin sistemli, məqsədyönlü və əlaqələndirilmiş həyatında mühüm rol oynayır. Bunun vasitəsilə şagirdlər elmi bilikləri, praktik bacarıqları, müstəqil düşünmə bacarıqlarını inkişaf etdirir və sosial münasibətlər qurmağı da öyrənirlər. Müəllimin pedaqoji marağı yalnız fənnin məzmununun mənimsənilməsi ilə məhdudlaşmır; bu, həmçinin şagirdlərin şəxsiyyətinin formalaşmasına və cəmiyyətin fəal hissəsinin inkişafına təsir göstərir.

Aparılan nəzəri təhlillərə baxış göstərir ki, özünəinam bir qədər ziddiyyətli bir əlaqəyə əsaslanır. Bunlara məqsədlərin ardıcıl şəkildə uyğunlaşdırılması, tədris məzmununun sistemli təşkili, şagirdlərin fəal iştirakı, metod və vasitələrin hazırlanması, seçim, fərdi xüsusiyyətlərin və qiymətləndirmənin inkişaf xarakterinin nəzərə alınması daxildir.

Müasir təhsili kontekstində dərslər yalnız müəllimin etibarlı məlumatları ilə məhdudlaşmamalı, şagirdləri müstəqil öyrənməyə, tədqiqat aparmağa, birlikdə öyrənməyə təşviq etməlidir. Bu məqsədlə interaktiv

metodlardan, rəqəmsal resurslardan, fərqləndirilmiş təlimdən və formativ qiymətləndirmədən müvafiq şəkildə istifadə edilməlidir.

Nəticədə müəllimin təşəbbüsü, şagirdin fəaliyyəti və düşünülmüş pedaqoji-psixoloji planlaşdırma vaxtı əsasında keyfiyyətli dərs formalaşdırılır. Tədris planı təhsilin keyfiyyətini artırmaq, öyrənmə imkanlarını genişləndirmək və hər bir şagirdin potensialını reallaşdırmaq üçün hazırlanmışdır.

ƏDƏBİYYAT

1. F.İbrahimov., R.Hüseynzadə. Pedaqogika. I cild. Bakı: Mütərcim, 2013.
2. A.Həsənov., Ə.Ağayev. Pedaqogika. Bakı: Nasir, 2007.
3. M.İsmixanov. Pedaqogika. Bakı: Bakı Dövlət Universiteti, 1998.
4. Azərbaycan Respublikasının “Təhsil haqqında” Qanunu. 19 iyun 2009-cu il.
5. UNESCO. Assessment for Improved Learning Outcomes. <https://www.unesco.org/en/learning-assessments>
6. UNESCO International Bureau of Education. Curriculum Resource Pack: Transforming Pedagogy and Learning. 2023.
<https://www.ibe.unesco.org/sites/default/files/medias/fichiers/2023/10/CRP%202023%20-Handbook%20for%20training%20Educators%20and%20Teachers%20in%20CURRICULUM.pdf>

MÜASİR TƏHSİL SİSTEMİNDƏ DƏRSİN TƏŞKİLİ: DİDAKTİK PRİNSİPLƏR, PEDAQOJİ YANAŞMALAR VƏ KEYFİYYƏT AMİLLƏRİ

XÜLASƏ

Kamal Həsən oğlu Camalov

Pedaqogika elmlər doktoru,

Naxçıvan Dövlət Universitetinin professoru

Azərbaycan Respublikasının Əməkdar müəllimi

E-mail: kamal.camalov@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-1977-7250>

Məqalədə müasir təhsil sistemində dərslərin təşkili məsələləri didaktik prinsiplər, pedaqoji yanaşmalar və təlimin keyfiyyətinə təsir göstərən amillər kontekstində araşdırılır. Dərslərin təlim prosesinin əsas təşkil forması kimi rolunu, onun məqsədyönlü planlaşdırılması, məzmununun müəyyənləşdirilməsi və təlim metodlarının seçilməsi məsələləri nəzəri baxımdan təhlil olunur. Müəllimin peşəkar fəaliyyətinin, şagirdlərin idrak fəallığının, fərdi xüsusiyyətlərin nəzərə alınmasının və qiymətləndirmənin təlim nəticələrinə təsiri əsaslandırılır. Eyni zamanda, şagirdyönlü təlim, interaktiv metodlar və müasir pedaqoji texnologiyaların dərslərin səmərəliliyinin artırılmasındakı imkanları nəzərdən keçirilir. Məqalədə dərslərin keyfiyyətinin yüksəldilməsi üçün təlim məqsədləri, istifadə olunan metodlar və qiymətləndirmə vasitələri arasında uyğunluğun təmin edilməsinin vacibliyi vurğulanır. Nəticə etibarilə, müasir dərslərin səmərəli təşkili təhsilənlərin bilik və bacarıqlarının inkişafına, müstəqil düşünmə qabiliyyətinin formalaşmasına və təhsilin keyfiyyətinin yüksəldilməsinə xidmət edən mühüm pedaqoji şərt kimi qiymətləndirilir.

ORGANIZING THE LESSON IN THE MODERN EDUCATION SYSTEM: DIDACTIC PRINCIPLES, PEDAGOGICAL APPROACHES, AND QUALITY FACTORS

Kamal Jamalov

Doctor of Pedagogical Sciences,

Professor at Nakhchivan State University,

Honored Teacher of the Republic of Azerbaijan

ABSTRACT

This article examines the organization of lessons in the modern education system in the context of didactic principles, pedagogical approaches, and factors influencing the quality of teaching and learning. It provides a theoretical analysis of the role of the lesson as a fundamental form of organizing instruction, with particular attention to purposeful planning, content development, and the selection of appropriate teaching methods. The article discusses the influence of teachers' professional practice, students' cognitive engagement, consideration of individual learner characteristics, and assessment practices on learning outcomes. It also explores the potential of student-centered learning, interactive methods, and contemporary pedagogical technologies to improve lesson effectiveness. Particular emphasis is placed on ensuring alignment among learning objectives, teaching methods, and assessment tools as an essential condition for enhancing lesson quality. The article concludes that the effective organization of lessons is a significant pedagogical factor in developing learners' knowledge and skills, fostering independent thinking, and improving the overall quality of education.

İBTİDAİ TƏHSİLDƏ MÜASİR TƏLİM TEXNOLOGİYALARININ TƏTBİQİ

Gültəkin Atəş qızı Abdullayeva

pedaqogika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti, Filologiya fakültəsi

ORCID: 0009-0009-5332-2146

Pion2691@rambler.ru

Xülasə

Müasir təlimin əsas vəzifəsi demokratik ruhlu, müstəqil düşüncəli, yüksək bilik və bacarıqlara yiyələnmiş gənc nəslin tərbiyə olunmasıdır. Bunun üçün tədris prosesində yeni təlim texnologiyalarından istifadə zəruridir. XXI əsrin başlanğıcında Azərbaycan təhsil sisteminin yenidən qurulması, modernləşdirilməsi və bu işlərin təşkilində fəal və interaktiv metodlardan istifadə olunmaqla yerinə yetirilməsi prioritet problem hesab edilir. Onların həll olunması üçün yeni pedaqoji araşdırmalara ehtiyac duyulur.

Təhsil sisteminin inkişaf tendensiyası, fəal və interaktiv metodlar sahəsində müəllif məktəblərinin, novator müəllimlərin iş üsullarına dair toplanmış faydalı təcrübələr, pedaqoji-psixoloji tədqiqatların nəticələri daima sistemləşməli, ümumiləşməli və təlim-tərbiyə prosesinin məzmununun yeniləşdirilməsini tələb edir. Bu problemlərin həlli təhsil sferasına, pedaqoji prosesə fəal və interaktiv metodlar anlayışının elmi əsaslarla gətirilməsini vacib bir problem kimi qarşıya qoyur və bütövlükdə təhsildə texnoloji yanaşmaların tətbiqini aktuallaşdırır.

İstər qabaqcıl təcrübənin, istərsə də xarici ölkələrin təhsil sahəsindəki innovasiyalarının öyrənilməsi məqsədilə sistemli və ardıcıl pedaqoji araşdırmaların aparılması vacib hesab edilməlidir. Bu təcrübələrin hər birinin müasirliyini, səmərəliliyini şərtləndirən keyfiyyətin müəyyənəndirilməsinə, onların yeni şəraitdə forma və məzmun cəhətdən yeniləşdirilərək tətbiq olunmasına üstünlük verilməlidir.

Açar sözlər: təhsil sistemi, pedaqoji araşdırmalar, innovasiya

THE APPLICATION OF MODERN TEACHING TECHNOLOGIES IN PRIMARY EDUCATION

Abstract

The main objective of modern education is to educate a young generation that possesses a democratic mindset, independent thinking skills, and a high level of knowledge and competencies. To achieve this goal, the use of new instructional technologies in the teaching process is essential. At the beginning of the twenty-first century, the restructuring and modernization of the Azerbaijani education system, as well as the implementation of these processes through active and interactive teaching methods, became a priority. Addressing these challenges requires further pedagogical research.

Current trends in the development of the education system, valuable experiences accumulated by innovative schools and teachers regarding active and interactive teaching methods, and the findings of pedagogical and psychological research need to be continuously systematized and generalized. These processes also necessitate the renewal of the content of teaching and education. Addressing these issues highlights the importance of introducing the concept of active and interactive teaching methods into the educational sphere and pedagogical practice on a scientific basis, while also emphasizing the growing relevance of applying technological approaches throughout the education system.

Systematic and consistent pedagogical research is essential for studying both best practices and innovations in education in foreign countries. Priority should be given to identifying the quality characteristics that determine the modernity and effectiveness of these practices and to adapting and implementing them under new conditions through appropriate changes in their form and content.

Keywords: education system, pedagogical research, innovation.

**TƏLİM MÜHİTİNDƏ NİZAM-İNTİZAMIN FORMALAŞDIRILMASI: MÜƏLLİM VƏ ŞAĞIRD
QARŞILIQLI FƏALİYYƏTİNİN ROLU**

**ÖĞRENME ORTAMINDA DISIPLİN OLUŞTURMA: ÖĞRETMEN-ÖĞRENCİ ETKİLƏŞİMİNİN
ROLÜ**

**ESTABLISHING DISCIPLINE IN THE LEARNING ENVIRONMENT: THE ROLE OF TEACHER-
STUDENT INTERACTION**

Sevda Ağayeva Baş müəllim

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti

seva.ava.175@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-5615-6923>

I hissə

Xülasə

Təlim prosesinin səmərəli təşkili yalnız tədris məzmununun düzgün seçilməsi və pedaqoji metodların tətbiqi ilə deyil, həm də sinifdə əlverişli və nizamlı təlim mühitinin yaradılması ilə bağlıdır. Nizam-intizamın təmin edilməsi ənənəvi olaraq qaydaların müəyyənləşdirilməsi və onların pozulmasına qarşı müvafiq tədbirlərin görülməsi ilə əlaqələndirilsə də, müasir pedaqoji yanaşmalar bu məsələyə daha geniş kontekstdə yanaşmağı tələb edir. Nizam-intizam şagird davranışının sadəcə məhdudlaşdırılması deyil, öyrənməni dəstəkləyən sosial, emosional və pedaqoji mühitin formalaşdırılması prosesidir. Bu baxımdan müəllim və şagird arasındakı qarşılıqlı münasibətlərin xarakteri xüsusi əhəmiyyət daşıyır. Məqalədə təlim mühitində nizam-intizamın formalaşdırılmasına təsir edən əsas amillər, müəllimin sinif idarəetməsində rolu, şagird davranışının səbəbləri, qarşılıqlı hörmət və ünsiyyətin əhəmiyyəti, qaydaların müəyyənləşdirilməsi və müasir pedaqoji strategiyalar təhlil edilir. Eyni zamanda nizam-intizamın qorunmasında preventiv yanaşmanın, müsbət davranışın dəstəklənməsinin və şagirdin təlim prosesində fəal iştirakının əhəmiyyəti nəzərdən keçirilir. Məqalənin əsas məqsədi nizam-intizamın effektiv təlim prosesinin ayrılmaz komponenti kimi nəzərdən keçirilməsi və müəllim–şagird qarşılıqlı fəaliyyətinin bu prosesdəki rolunun müəyyənləşdirilməsidir.

Açar sözlər: nizam-intizam, müəllim–şagird münasibətləri, şagird davranışı, pedaqoji strategiyalar, təlim motivasiyası.

Özet

Etkin bir öğrenme süreci organizasyonu, yalnızca eğitim içeriğinin doğru seçimi ve pedagojik yöntemlerin uygulanmasıyla değil, aynı zamanda sınıfta elverişli ve düzenli bir öğrenme ortamının oluşturulmasıyla da ilgilidir. Disiplinin sağlanması geleneksel olarak kuralların belirlenmesi ve ihlallerine karşı uygun önlemlerin alınmasıyla ilişkilendirilirken, modern pedagojik yaklaşımlar bu konuya daha geniş bir bağlamda yaklaşmayı gerektirir. Disiplin, sadece öğrenci davranışının kısıtlanması değil, öğrenmeyi destekleyen sosyal, duygusal ve pedagojik bir ortamın oluşturulması sürecidir. Bu bağlamda, öğretmen ve öğrenci arasındaki etkileşimin niteliği özellikle önemlidir. Makale, öğrenme ortamında disiplin oluşumunu etkileyen ana faktörleri, sınıf yönetiminde öğretmenin rolünü, öğrenci davranışının nedenlerini, karşılıklı saygı ve iletişimin önemini, kuralların belirlenmesini ve modern pedagojik stratejileri analiz etmektedir. Aynı zamanda, disiplinin korunmasında önleyici bir yaklaşımın, olumlu davranışın desteklenmesinin ve öğrencinin öğrenme sürecine aktif katılımının önemi de ele alınmaktadır. Makalenin temel amacı, disiplini etkili bir öğrenme sürecinin ayrılmaz bir bileşeni olarak ele almak ve bu süreçte öğretmen-öğrenci etkileşiminin rolünü belirlemektir.

Anahtar kelimeler: disiplin, öğretmen-öğrenci ilişkileri, öğrenci davranışı, pedagojik stratejiler, öğrenme motivasyonu.

Abstract

The effective organization of the learning process depends not only on the appropriate selection of instructional content and the application of pedagogical methods but also on the creation of a favorable and orderly classroom environment. While maintaining discipline has traditionally been associated with establishing rules and taking measures against violations, modern pedagogical approaches require viewing this issue in a broader context. Discipline is not merely the restriction of student behavior; it is the process of shaping a social, emotional, and pedagogical environment that supports learning. In this regard, the nature of the interaction between teacher and student is particularly important. This article analyzes the key factors influencing the establishment of discipline in the learning environment, the teacher's role in classroom management, the causes of student behavior, the importance of mutual respect and communication, the setting of rules, and modern pedagogical strategies. At the same time, the importance of a preventive approach to maintaining discipline, supporting positive behavior, and ensuring the student's active participation in the learning process is examined. The article aims to consider discipline as an integral component of an effective learning process and to define the role of teacher-student interaction within this process.

Keywords: discipline, teacher-student relationships, student behavior, pedagogical strategies, learning motivation.

Giriş

Təlim prosesinin keyfiyyəti çoxsaylı pedaqoji və psixoloji amillərin qarşılıqlı təsiri nəticəsində formalaşır. Müəllimin peşəkar hazırlığı, tədris metodlarının məqsədəuyğun seçilməsi, təlim resurslarından istifadə, şagird motivasiyası və qiymətləndirmənin səmərəli təşkili ilə yanaşı, sinifdə formalaşan sosial və davranış mühiti də təlim nəticələrinə təsir göstərən mühüm komponentlərdən biridir. Şagirdlərin özlərini təhlükəsiz və dəyərli hiss etdiyi, qaydaların aydın olduğu və qarşılıqlı hörmətin qorunduğu sinif mühitində təlim fəaliyyətinin daha məqsədyönlü təşkili mümkün olur.

Nizam-intizam anlayışı pedaqoji ədəbiyyatda yalnız davranış qaydalarına riayətlə məhdudlaşmır. Sinif idarəetməsi ilə bağlı müasir tədqiqatlarda müəllimin əsas vəzifələrindən biri öyrənməyə əlverişli şərait yaradan davranış və qarşılıqlı fəaliyyət sisteminin formalaşdırılması kimi nəzərdən keçirilir (Evertson & Weinstein, 2006). Bu baxımdan nizam-intizamın məqsədi şagird davranışını mexaniki şəkildə nəzarətdə saxlamaq deyil, təlim prosesinin normal və səmərəli şəkildə davam etməsinə imkan verən mühit yaratmaqdır.

Sinifdə nizam-intizamın pozulması müxtəlif səbəblərlə əlaqəli ola bilər. Şagirdin dərəcə marağının aşağı olması, tapşırığın onun səviyyəsinə uyğun gəlməməsi, qaydaların aydın şəkildə izah edilməməsi, müəllim və şagird arasında ünsiyyət problemləri, həmyaşıdlarla münasibətlər, emosional vəziyyət və təlim mühitinin xüsusiyyətləri bu səbəblər arasında yer ala bilər. Buna görə də davranış probleminə yalnız nəticə kimi yanaşmaq kifayət etmir; onun arxasında dayanan pedaqoji və sosial amillərin də müəyyənləşdirilməsi vacibdir.

Müəllim–şagird qarşılıqlı fəaliyyəti bu prosesin mərkəzi komponentlərindən biridir. Müəllimin şagirdlərlə ünsiyyət tərz, gözləntilərini aydın ifadə etməsi, qaydaları ardıcıl tətbiq etməsi, şagirdin fikrinə hörmət göstərməsi və müsbət davranışı dəstəkləməsi sinifdə davranış normalarının formalaşmasına təsir göstərə bilər. Eyni zamanda şagirdlərin də təlim prosesində müəyyən məsuliyyət daşması, sinif qaydalarının mahiyyətini anlaması və öz davranışlarının nəticələrini dərk etməsi nizam-intizamın davamlı xarakter almasına kömək edir.

Bu səbəbdən müasir təhsil mühitində nizam-intizam məsələsinə yalnız intizam pozuntularına reaksiya vermək prizmasından yanaşmaq məqsədəuyğun deyil. Daha səmərəli yanaşma davranış problemlərinin yaranmasının qarşısını almağa, aydın gözləntilər yaratmağa, müsbət müəllim–şagird münasibətləri qurmağa və şagirdlərin təlim prosesində məsuliyyətli iştirakını təmin etməyə yönəlir. Belə yanaşma nizam-intizamı təlimdən ayrı bir məsələ kimi deyil, onun keyfiyyətinə təsir edən mühüm pedaqoji komponent kimi qiymətləndirməyə imkan verir.

Məqalədə məhz bu nəzəri və praktik məsələlər əsasında təlim mühitində nizam-intizamın formalaşdırılması, müəllim və şagird qarşılıqlı fəaliyyətinin bu prosesdəki rolu və müasir pedaqoji strategiyaların tətbiq imkanları araşdırılır. Məqsəd nizam-intizamın formalaşmasına təsir edən əsas amilləri sistemləşdirmək və müəllim üçün praktik baxımdan əhəmiyyətli olan yanaşmaları analitik şəkildə təqdim etməkdir.

Təlim mühitində nizam-intizam anlayışı və onun pedaqoji mahiyyəti

Təlim prosesində nizam-intizam anlayışı şagirdlərin müəyyən edilmiş qaydalara riayət etməsi ilə yanaşı, onların təlim fəaliyyətində məsuliyyətli, məqsədyönlü və qarşılıqlı hörmətə əsaslanan davranış nümayiş etdirməsini də əhatə edir. Bu baxımdan nizam-intizam yalnız müəllimin müəyyən etdiyi məhdudiyyətlər sistemi kimi deyil, bütün iştirakçıların təlim prosesinin məqsədlərinə uyğun davranışını tənzimləyən pedaqoji mexanizm kimi nəzərdən keçirilməlidir. Sınıfdə nizamın mövcudluğu müəllimə tədris fəaliyyətini ardıcıl təşkil etməyə, şagirdlərə isə diqqətlərini öyrənmə prosesinə yönəltməyə imkan verir.

Müasir pedaqogikada nizam-intizam və sinif idarəetməsi bir-biri ilə sıx əlaqəli anlayışlar hesab olunur. Sinif idarəetməsi daha geniş məzmun daşıyaraq təlim mühitinin təşkili, vaxtın səmərəli bölüşdürülməsi, qaydaların müəyyənəndirilməsi, şagird davranışının istiqamətləndirilməsi və təlim fəaliyyətinin fasiləsizliyinin təmin edilməsi kimi məsələləri əhatə edir. Nizam-intizam isə bu sistem daxilində gözlənilən davranış normalarının formalaşmasına və qorunmasına xidmət edir. Evertson və Weinstein (2006) sinif idarəetməsini yalnız intizam problemlərinin həlli ilə məhdudlaşdırmır, onu həm akademik, həm də sosial öyrənməni dəstəkləyən mühitin yaradılması ilə əlaqələndirirlər.

Nizam-intizamın pedaqoji mahiyyətinin düzgün müəyyənəndirilməsi xüsusilə vacibdir, çünki onun yanlış anlaşılması müəllim tərəfindən həddindən artıq nəzarət və cəzalandırıcı yanaşmaların tətbiqinə gətirib çıxara bilər. Halbuki davamlı nizam-intizamın formalaşdırılması yalnız pozuntu baş verdikdən sonra reaksiya verməklə mümkün deyil. Daha səmərəli yanaşma əvvəlcədən aydın gözləntilərin müəyyənəndirilməsini, qaydaların şagirdlərə başa düşülən şəkildə izah edilməsini, onların ardıcıl tətbiqini və müsbət davranışın dəstəklənməsini nəzərdə tutur.

Bu kontekstdə nizam-intizamın iki mühüm tərəfini fərqləndirmək mümkündür. Bir tərəfdən, xarici tənzimləmə mövcuddur. Burada müəllim tərəfindən müəyyənəndirilən qaydalar, vaxt çərçivələri, tapşırıqların yerinə yetirilməsi və sınıfdə qəbul edilmiş davranış normaları mühüm rol oynayır. Digər tərəfdən isə daxili tənzimləmə dayanır. Şagird öz davranışına nəzarət etməyi, məsuliyyət daşımağı və müəyyən edilmiş qaydalara onların mahiyyətini dərk etdiyi üçün riayət etməyi öyrənir. Pedaqoji baxımdan ikinci istiqamətin inkişaf etdirilməsi daha davamlı davranış formalarının yaranması baxımından əhəmiyyətlidir.

Nizam-intizamın formalaşmasında müəllimin mövqeyi də mühüm əhəmiyyət daşıyır. Müəllim yalnız qaydaları müəyyən edən və pozuntulara reaksiya verən şəxs deyil, həm də sinif davranışının modelini formalaşdıran əsas subyektdir. Müəllimin şagirdlərlə ünsiyyətində ardıcılıq, ədalətlik, hörmət və aydınlıq müşahidə olunmadıqda müəyyən edilmiş qaydaların effektivliyi zəifləyə bilər. Əksinə, gözləntilərin əvvəlcədən aydın ifadə edilməsi və qaydaların bütün şagirdlərə ardıcıl şəkildə tətbiqi sinifdə davranış sabitliyinin yaranmasına kömək edir.

Burada müəllim nüfuzu ilə avtoritar nəzarət arasında fərqi də nəzərə almaq lazımdır. Müəllimin nüfuzu yalnız onun sərt davranışı ilə müəyyənəlməz. Peşəkarlıq, ədalətli münasibət, dərslərin düzgün təşkili, şagirdlərin fərdi xüsusiyyətlərinin nəzərə alınması və qarşılıqlı hörmət müəllim nüfuzunun formalaşmasına təsir edən amillərdəndir. Buna görə də nizam-intizamın təmin edilməsində müəllimin əsas məqsədi şagird üzərində hakimiyyət qurmaq deyil, təlim üçün zəruri olan davranış çərçivəsini formalaşdırmaq olmalıdır.

Şagird amili də bu prosesdə passiv xarakter daşımır. Müasir təhsil yanaşmalarında şagird təlim prosesinin yalnız obyekt deyil, fəal iştirakçısı kimi qəbul edilir. Bu baxımdan nizam-intizam qaydalarının formalaşdırılması prosesində şagirdlərin yaş xüsusiyyətlərinin, ehtiyaclarının və təlim motivasiyasının nəzərə alınması mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Şagird qaydanın yalnız mövcud olduğunu deyil, onun nə üçün zəruri olduğunu da anlamalıdır. Məsələn, dərslərin zamanı digər şəxsin sözünü kəsməmək sadəcə formal tələb deyil; bu qayda qarşılıqlı dinləmə və ünsiyyət mədəniyyətinin qorunmasına xidmət edir.

Beləliklə, təlim mühitində nizam-intizamın pedaqoji mahiyyəti üç əsas istiqamətin qarşılıqlı əlaqəsində özünü göstərir: **aydın davranış gözləntilərinin müəyyənəldirilməsi, müəllim və şagird arasında konstruktiv qarşılıqlı fəaliyyətin yaradılması və şagirdin öz davranışına görə məsuliyyətinin inkişaf etdirilməsi**. Bu komponentlər bir-birindən təcrid olunmuş şəkildə deyil, vahid sinif idarəetməsi sistemi daxilində fəaliyyət göstərir.

Nizam-intizamın bu şəkildə başa düşülməsi onun təlim prosesindən ayrılmış ayrıca məsələ olmadığını göstərir. Əksinə, sinifdə davranış mühiti ilə akademik fəaliyyət arasında qarşılıqlı əlaqə mövcuddur. Şagirdlərin dərslərdə fəal iştirakı, tapşırıqları yerinə yetirməsi, müəllim və həmyaşıdları ilə əməkdaşlıq etməsi müəyyən dərəcədə sinifdə yaradılmış sosial və pedaqoji mühitdən asılıdır. Buna görə də növbəti mərhələdə **sinifdə nizam-intizam problemlərinin yaranma səbəblərini** araşdırmaq məqsədəuyğun olacaq. Bu bölmədə yalnız şagird davranışına deyil, müəllim, təlim məzmunu, sinif mühiti və sosial amillərə də diqqət yetirə bilərik.

Sinifdə nizam-intizam problemlərinin yaranma səbəbləri

Sinifdə nizam-intizam problemləri müxtəlif amillərin qarşılıqlı təsiri nəticəsində meydana çıxır. Bu problemləri yalnız şagirdin məsuliyyətsizliyi, dərslə maraqsızlığı və ya qaydalara əməl etmək istəməməsi ilə

izah etmək pedaqoji baxımdan kifayət qədər əsaslandırılmış yanaşma hesab edilmir. Eyni davranış müxtəlif şagirdlərdə fərqli səbəblərdən yaranı bilər və buna görə də müəllimin davranış problemini müşahidə etməklə yanaşı, onun yaranmasına təsir edən konteksti də nəzərə alması zəruridir.

Nizam-intizam problemlərinin əsas səbəblərindən biri şagirdin təlim prosesinə kifayət qədər cəlb olunmamasıdır. Dərsin məzmunu şagirdin yaşına, hazırlıq səviyyəsinə və maraqlarına uyğun olmadıqda onun diqqətini uzun müddət saxlamaq çətinləşə bilər. Xüsusilə monoton fəaliyyətlərin üstünlük təşkil etdiyi dərslərdə şagirdin passivləşməsi, həmyaşıdları ilə əlaqəyə yönəlməsi və dərsin gedişinə mane olan davranışlar nümayiş etdirməsi mümkündür. Bu baxımdan nizam-intizamın təmin edilməsi məsələsi birbaşa təlimin keyfiyyəti ilə də əlaqəlidir.

Tapşırıqların həddindən artıq asan və ya çətin olması da davranış problemlərinə təsir göstərə bilər. Şagird üçün çox asan olan fəaliyyət marağın azalmasına, həddindən artıq çətin tapşırıq isə uğursuzluq və məyusluq hissinin yaranmasına səbəb ola bilər. Buna görə müəllimin tapşırıqları şagirdlərin hazırlıq səviyyəsinə uyğunlaşdırması və fərqləndirilmiş fəaliyyətlərdən istifadə etməsi yalnız akademik nəticələr baxımından deyil, sinifdə davranışın tənzimlənməsi baxımından da əhəmiyyətli bir amildir.

Nizam-intizam problemlərinin digər mühüm səbəbi qaydaların qeyri-müəyyən və ya ardıcıl olmayan şəkildə tətbiq edilməsidir. Şagird hansı davranışın gözlənildiyini dəqiq bilmədikdə müəllimin tələblərini düzgün interpretasiya etməyə bilər. Eyni davranışa müxtəlif vaxtlarda fərqli münasibətin göstərilməsi də qaydaların legitimliyini zəiflədə bilər. Məsələn, bir dərslə danışmağa icazə verildiyi halda digər dərslə eyni davranışın ciddi şəkildə cəzalandırılması şagird üçün gözləntilərin qeyri-müəyyənliyinə səbəb ola bilər. Bu səbəbdən sinif qaydalarının azsaylı, aydın, real və ardıcıl şəkildə tətbiq edilən prinsiplər əsasında müəyyənləşdirilməsi vacibdir.

Müəllim–şagird münasibətlərinin xarakteri də nizam-intizamla birbaşa əlaqəlidir. Qarşılıqlı hörmətin zəif olduğu, müəllimin şagirdlərin fikirlərinə və ehtiyaclarına kifayət qədər diqqət yetirmədiyi mühitdə davranış problemlərinin artması mümkündür. Eyni zamanda həddindən artıq sərt, təhdidedici və ya alçaldıcı ünsiyyət tərzini qısamüddətli itaət yaratsa belə, uzunmüddətli perspektivdə müsbət təlim münasibətlərinin formalaşmasına xidmət etməyə bilər. Belə hallarda şagird qaydaya onun əhəmiyyətini dərk etdiyi üçün deyil, yalnız cəzadan yayınmaq məqsədilə əməl edə bilər.

Şagirdlər arasındakı münasibətlər də sinifdə nizamın səviyyəsinə təsir göstərir. Həmyaşıdlar arasında konfliktlər, qruplaşmalar, sosial təcrid və digər qarşılıqlı münasibət problemləri şagirdin diqqətini təlim fəaliyyətindən yayındıra bilər. Bu baxımdan müəllimin sinifdə yalnız akademik fəaliyyəti deyil, sosial qarşılıqlı

əlaqələri də müşahidə etməsi mühüm əhəmiyyət daşıyır. Xüsusilə qrup və cütlük işlərində şagirdlər arasında əməkdaşlıq mədəniyyətinin formalaşdırılması nizam-intizamın qorunmasına müsbət təsir göstərə bilər.

Təlim mühitinin fiziki xüsusiyyətləri də müəyyən hallarda davranışa təsir edə bilər. Sınıf otağının həddindən artıq sıx olması, oturma düzlülüşünün dərsin məqsədinə uyğun gəlməməsi, səs-küy, zəif təşkil edilmiş tədris resursları və vaxtın düzgün idarə olunmaması dərsin ritmini poza bilər. Məsələn, qrup işi nəzərdə tutulan fəaliyyət zamanı şagirdlərin bir-biri ilə qarşılıqlı əlaqəsi üçün uyğun şərait yaradılmadıqda səs-küy və nizam-sızlıq yarana bilər. Buna görə sinif idarəetməsi yalnız verbal göstərişlərlə məhdudlaşmamalı, fiziki təlim mühitinin təşkilini də əhatə etməlidir.

Vaxtın idarə olunması da mühüm amillərdən biridir. Dərsin başlanğıcında uzun müddət təşkilati məsələlərə sərf edilməsi, fəaliyyətlər arasında keçidlərin qeyri-müəyyən olması və şagirdlərin boş vaxtla üzləşməsi diqqətin dağılmasına səbəb ola bilər. Effektiv sinif idarəetməsində müəllim dərsin müxtəlif mərhələləri arasında keçidləri əvvəlcədən planlaşdırmalı və şagirdlərin nə zaman, nə etməli olduğunu aydın şəkildə bildirməlidir.

Bununla yanaşı, fərdi fərqlər nəzərə alınmadan bütün şagirdlər üçün eyni davranış gözləntilərinin mexaniki şəkildə tətbiq edilməsi də problemlər yarada bilər. Şagirdlərin temperamentləri, ünsiyyət xüsusiyyətləri, öyrənmə sürəti və sosial ehtiyacları fərqlidir. Bu fərqliliklər nizam-intizam qaydalarının ləğv edilməsini deyil, onların tətbiqində pedaqoji çevikliyin qorunmasını tələb edir. Müəllim davranışın özünü və davranışın arxasında dayanan ehtimal olunan ehtiyacı bir-birindən fərqləndirməyi bacarmalıdır.

Beləliklə, sinifdə nizam-intizam problemini yalnız “intizamsız şagird” anlayışı ilə izah etmək birtərəfli yanaşmadır. Davranışın meydana gəlməsində şagirdin fərdi xüsusiyyətləri ilə yanaşı, təlimin məzmunu, müəllimin idarəetmə üslubu, qaydaların aydınlığı və ardıcılığı, müəllim–şagird münasibətləri, həmyaşıdlarla qarşılıqlı fəaliyyət, fiziki mühit və vaxtın təşkili kimi amillər də rol oynaya bilər. Bu səbəbdən nizam-intizam probleminin həlli üçün ilk addım yalnız pozuntuya reaksiya vermək deyil, **problemin səbəbini düzgün müəyyənləşdirməkdir.**

Müəllim–şagird qarşılıqlı fəaliyyətinin nizam-intizamın formalaşmasında rolu

Təlim mühitində nizam-intizamın davamlı şəkildə formalaşdırılması müəllim və şagird arasındakı qarşılıqlı fəaliyyətin xarakterindən əhəmiyyətli dərəcədə asılıdır. Müəllim sinifdə yalnız bilik və bacarıqların ötürülməsini təşkil edən şəxs deyil, həm də sosial qarşılıqlı fəaliyyətin istiqamətini müəyyənləşdirən əsas pedaqoji subyektdir. Onun şagirdlərlə ünsiyyət forması, davranışa münasibəti, gözləntilərini ifadə etmə üsulu və yaranan problemlərə reaksiyası sinifdə qəbul edilən davranış normalarının formalaşmasına təsir göstərir.

Müəllim–şagird münasibətlərində qarşılıqlı hörmət nizam-intizamın əsas şərtlərindən biri kimi çıxış edir. Hörmət yalnız şagirdin müəllimə tabe olması anlamına gəlmir; müəllimin də şagirdin şəxsiyyətinə, fikirlərinə və fərdi xüsusiyyətlərinə hörmətlə yanaşmasını nəzərdə tutur. Qarşılıqlı hörmətə əsaslanan mühitdə qaydalar yalnız müəllimin tələbi kimi deyil, təlim prosesinin normal təşkilinə xidmət edən ümumi prinsiplər kimi qəbul edilə bilər. Bu isə şagirdin qaydalara münasibətini dəyişdirərək onları xarici məcburiyyət deyil, kollektiv fəaliyyətin zəruri komponenti kimi qavramasına şərait yaradır.

Müəllimin ünsiyyət tərzində də sinif davranışının tənzimlənməsində mühüm rol oynayır. Aydın, sakit və konkret göstərişlər şagirdin gözlənilən davranışı daha düzgün anlamasına kömək edir. Əksinə, qeyri-müəyyən, ziddiyyətli və emosional reaksiyalar müəllimin gözləntilərinin şagird tərəfindən düzgün qəbul edilməməsinə səbəb ola bilər. Bu baxımdan müəllimin davranış probleminə verdiyi reaksiya ilə problemin özünü bir-birindən fərqləndirməsi vacibdir. Şagirdin davranışını tənqid etmək əvəzinə, konkret davranışın hansı səbəbdən uyğun olmadığını izah etmək daha konstruktiv kommunikasiya yarada bilər.

Məsələn, dərs zamanı danışan şagirdə yalnız “Sakit ol!” demək əvəzinə, “İndi yoldaşının fikrini dinləyək, sonra sən də öz fikrini bildirə bilərsən” şəklində müraciət edilməsi davranışa nəzarətlə yanaşı, şagirdə alternativ davranış imkanı da təqdim edir. Belə ünsiyyət forması qaydanın səbəbini izah edir və şagirdi təlim prosesindən kənarlaşdırmadan davranışını dəyişməyə istiqamətləndirir.

Nizam-intizamın formalaşdırılmasında müəllimin gözləntilərinin əvvəlcədən aydın şəkildə müəyyənləşdirilməsi də mühüm əhəmiyyət daşıyır. Şagirdlər hansı davranışın məqbul olduğunu və hansı davranışın təlim prosesinə mane olduğunu bilməlidirlər. Bunun üçün dərslərin əvvəlində və ya yeni fəaliyyətə keçid zamanı qısa və konkret qaydaların xatırladılması faydalıdır. Xüsusilə qrup işi, müzakirə, təqdimat və digər interaktiv fəaliyyətlər zamanı davranış qaydalarının əvvəlcədən izah edilməsi sonradan yarana biləcək nizamsızlığın qarşısının alınmasına kömək edir.

Lakin qaydaların müəyyənləşdirilməsi onların sayının artırılması demək deyil. Həddindən artıq çox qayda şagird üçün praktik baxımdan çətin ola bilər. Daha məqsəduyğun yanaşma əsas davranış prinsiplərinin seçilməsi və onların müxtəlif situasiyalarda ardıcıl tətbiq edilməsidir. Məsələn, bir-birini dinləmək, danışmaq üçün növbə gözləmək, tapşırığı müəyyən edilmiş vaxtda yerinə yetirmək və digər şəxslərin fəaliyyətinə mane olmamaq kimi prinsiplər müxtəlif dərs fəaliyyətlərini əhatə edə bilər.

Müəllimin ardıcılığı da xüsusi əhəmiyyət daşıyır. Qaydanın bir şagird üçün tətbiq edilib digər şagird üçün nəzərə alınmaması ədalətlik hissinin zəifləməsinə səbəb ola bilər. Burada “hamıya eyni münasibət” prinsipi ilə “hamıya ədalətli münasibət” prinsipi arasında fərq qoymaq lazımdır. Şagirdlərin fərdi xüsusiyyətləri və konkret

vəziyyətləri fərqli ola bildiyindən müəllim bəzən eyni davranışa fərqli pedaqoji reaksiya verməli olur. Əsas məsələ bu fərqliliyin şəxsi münasibətə deyil, pedaqoji əsaslandırmağa söykənməsidir.

Müəllim–şagird qarşılıqlı fəaliyyətində etimadın formalaşdırılması da nizam-intizamın davamlılığına təsir göstərir. Şagird müəllimin onu dinlədiyini, fikrini ifadə etməsinə imkan verdiyini və səhv etdikdə alçaldıcı münasibətlə qarşılaşmayacağını bildikdə ünsiyyət daha açıq xarakter alır. Bu, xüsusilə yeniyetmə və gənc öyrənənlər üçün əhəmiyyətlidir. Şagirdin fikrinin dinlənilməsi onun bütün tələblərinin qəbul edilməsi demək deyil; burada əsas məsələ onun mövqeyinə münasibətdə hörmətli kommunikasiya mühitinin qorunmasıdır.

Bu kontekstdə müəllimin emosional özünə nəzarəti də diqqətə layiqdir. Sınıfdə yaranan hər davranış probleminə emosional reaksiya vermək müəllim–şagird münasibətlərini gərginləşdirə bilər. Müəllimin sakitliyini qoruması, vəziyyəti qiymətləndirdikdən sonra müdaxilə etməsi və problemin həllini şəxsiləşdirməməsi daha konstruktiv nəticələr yarada bilər. Nizam-intizamın qorunması müəllimin emosional sərtliyindən deyil, onun pedaqoji ardıcılığından və situasiyanı idarə etmək bacarığından asılı olmalıdır.

Şagirdin nizam-intizam prosesində fəal iştirak etməsi də mühüm məsələdir. Sınıf qaydalarının müəyyənəndirilməsi və müzakirəsi zamanı şagirdlərin fikirlərinin nəzərə alınması onların qaydalara münasibətini gücləndirə bilər. Bu yanaşma şagirdə “qaydalara tabe olan şəxs” statusundan əlavə, “sınıf mühitinin formalaşmasında məsuliyyət daşıyan iştirakçı” mövqeyi qazandırır. Beləliklə, xarici nəzarətin tədricən özünə nəzarətə çevrilməsi üçün pedaqoji zəmin yaranır.

Müsbət davranışın tanınması da müəllim–şagird qarşılıqlı fəaliyyətinin mühüm elementidir. Nizam-intizam məsələlərində diqqətin yalnız pozuntulara yönəldilməsi sınıfdə mənfi davranışların həddindən artıq görünən hala gəlməsinə səbəb ola bilər. Halbuki şagirdin vaxtında tapşırıq yerinə yetirməsi, həmyaşdını dinləməsi, qrup fəaliyyətində əməkdaşlıq etməsi və sınıf qaydalarına məsuliyyətlə yanaşması kimi davranışların müəllim tərəfindən nəzərə alınması müsbət davranış normalarının möhkəmlənməsinə xidmət edir. Burada əsas məqsəd şagirdi hər bir düzgün davranışına görə mükafatlandırmaq deyil, arzuolunan davranışın dəyərini və onun təlim prosesinə töhfəsini göstərməkdir.

Beləliklə, müəllim–şagird qarşılıqlı fəaliyyəti nizam-intizamın sadəcə qorunmasına deyil, onun formalaşmasına və daxilləşdirilməsinə təsir göstərən mühüm amildir. Aydın gözləntilər, qarşılıqlı hörmət, ardıcıl davranış qaydaları, ədalətli münasibət, konstruktiv ünsiyyət, müəllimin emosional özünə nəzarəti və şagirdin məsuliyyətli iştirakı birlikdə daha sağlam təlim mühiti yaradır. Bu yanaşmada nizam-intizam müəllimin şagird üzərində nəzarəti kimi deyil, **təlim prosesinin bütün iştirakçılarının paylaşdığı məsuliyyət** kimi meydana çıxır.

Nizam-intizamın təmin edilməsində müasir pedaqoji strategiyalar

Müasir təhsil şəraitində nizam-intizamın təmin edilməsi müəllimin yalnız davranış pozuntularına reaksiya verməsini deyil, belə problemlərin yaranmasının qarşısını almağa yönəlmiş sistemli yanaşmanın tətbiqini tələb edir. Ənənəvi yanaşmada diqqət əsasən qaydanın pozulmasından sonra görülən tədbirlərə yönəldilirdisə, müasir sinif idarəetməsi preventiv strategiyalara, müsbət davranışın dəstəklənməsinə və şagirdlərin təlim prosesinə fəal cəlb edilməsinə daha çox əhəmiyyət verir. Bu yanaşmada məqsəd şagirdi cəzalandırmaq deyil, onun davranışını təlimin məqsədlərinə uyğun istiqamətləndirməkdir.

Bu baxımdan ilk mühüm strategiya **preventiv sinif idarəetməsidir**. Preventiv yanaşma nizam-intizam problemi yarandıqdan sonra müdaxilə etmək əvəzinə, onun yaranma ehtimalını əvvəlcədən azaltmağa yönəlir. Dərsin məqsədlərinin və mərhələlərinin aydın müəyyənləşdirilməsi, sinif qaydalarının əvvəlcədən izah olunması, fəaliyyətlər arasında keçidlərin düzgün təşkili və şagirdlərin nə gözlənildiyini bilməsi bu yanaşmanın əsas komponentlərindəndir. Belə təşkilatlanmış mühitdə şagirdin boş qalması və dərsin məqsədindən yayınması üçün daha az imkan yaranır.

Preventiv yanaşmanın digər mühüm cəhəti qaydaların dərsin başlanğıcında sadəcə elan edilməməsi, onların praktik situasiyalarda necə tətbiq olunacağını göstərilməsidir. Məsələn, qrup işi zamanı “sakit olun” kimi ümumi göstəriş əvəzinə, qrup üzvlərinin bir-birini dinləməsi, hər bir iştirakçının danışmaq imkanı əldə etməsi və tapşırığın müəyyən edilmiş müddətdə tamamlanması kimi konkret gözləntilər müəyyənləşdirilə bilər. Beləliklə, qayda abstrakt tələb olmaqdan çıxaraq konkret davranış modelinə çevrilir.

Müasir sinif idarəetməsində **müsbət davranışın dəstəklənməsi** də mühüm strategiyalardan biridir. Müəllimin diqqətini yalnız intizam pozuntularına yönəltməsi sinifdə müsbət davranışların görünməz qalmasına səbəb ola bilər. Buna görə şagirdlərin düzgün davranışlarının vaxtında tanınması və onların konkret şəkildə ifadə olunması məqsəduyğundur. Məsələn, “Çox yaxşı” kimi ümumi qiymətləndirmə əvəzinə, “Qrup müzakirəsində digər şagirdlərin fikirlərini diqqətlə dinlədiniz” demək hansı davranışın müsbət hesab edildiyini daha aydın göstərir.

Burada müsbət davranışın dəstəklənməsi ilə həddindən artıq mükafatlandırma arasında fərq qoyulmalıdır. Əgər hər düzgün davranış maddi və ya formal mükafatla əlaqələndirilərsə, şagirdin daxili məsuliyyət hissesinin inkişafı zəifləyə bilər. Pedaqoji baxımdan daha əhəmiyyətli olan şagirdə öz davranışının təlim prosesinə və digər şəxslərə təsirini anlamağa kömək etməkdir. Belə yanaşma nizam-intizamı yalnız xarici motivasiya vasitələrindən asılı vəziyyətə salmır.

Digər mühüm strategiya **aydın və ardıcıl qaydaların formalaşdırılmasıdır**. Sinif qaydaları çoxsaylı və mürəkkəb olduqda onların praktik tətbiqi çətinləşə bilər. Buna görə qaydaların azsaylı, konkret və müşahidə

edilə bilən davranışlarla əlaqələndirilməsi daha məqsədəuyğundur. Məsələn, “hörmətli davranmaq” ümumi prinsipdir; onun praktik ifadəsi isə “danışan şəxsin sözünü kəsməmək”, “təhqiramiz ifadələrdən istifadə etməmək” və “fərqli fikirlərə hörmətlə yanaşmaq” kimi konkret davranışlarla açıqlana bilər.

Qaydaların müəyyənləşdirilməsində şagirdlərin iştirakına imkan verilməsi də faydalı strategiyadır. Şagirdlər qaydaların hazırlanması prosesində öz fikirlərini bildirdikdə onların həmin qaydalara münasibəti daha məsuliyyətli xarakter ala bilər. Bu, müəllimin səlahiyyətinin zəifləməsi anlamına gəlmir. Əksinə, müəllim əsas pedaqoji çərçivəni müəyyənləşdirir, şagirdlər isə həmin çərçivənin gündəlik təlim fəaliyyətində necə tətbiq olunacağı ilə bağlı müzakirəyə cəlb edirlər.

Nizam-intizamın təmin edilməsində **fəal təlim metodlarından istifadə** də mühüm rol oynaya bilər. Müzakirə, cütlük və qrup işi, problem əsaslı fəaliyyət, layihə tapşırıqları və təqdimatlar şagirdlərin təlim prosesində fəallığını artırmaqla yanaşı, dərsin monotonluğunun qarşısını ala bilər. Lakin interaktiv metodların öz-özlüyündə nizam-intizamı təmin etdiyi düşünüləməlidir. Fəal fəaliyyət düzgün planlaşdırılmadıqda əksinə, səs-küy və nizamsızlıq yarada bilər. Buna görə hər bir fəaliyyət üçün məqsəd, vaxt, iştirak qaydaları və gözlənilən nəticə əvvəlcədən müəyyənləşdirilməlidir.

Xüsusilə qrup fəaliyyətlərində **rol bölgüsü** nizam-intizamın qorunmasına kömək edən vasitələrdən biri ola bilər. Qrup rəhbəri, yazıçı, təqdimatçı və vaxtı izləyən şagird kimi rolların müəyyənləşdirilməsi hər bir iştirakçının məsuliyyətini konkretləşdirir. Beləliklə, şagirdlərin fəaliyyətsiz qalması və ya bir neçə şagirdin bütün işi öz üzərinə götürməsi ehtimalı azalır. Bu yanaşma həm əməkdaşlıq bacarıqlarının, həm də məsuliyyət hissinin inkişafına xidmət edir.

Müəllimin **sinifdə fiziki və sosial mühiti düzgün təşkil etməsi** də nizam-intizam strategiyalarının mühüm hissəsidir. Oturma düzülüşü dərsin məqsədinə uyğun seçilməli, müəllim bütün şagirdlərlə vizual əlaqə yarada bilməli və təlim resurslarına çıxış asan olmalıdır. Eyni zamanda sinifdə psixoloji təhlükəsizlik mühiti qorunmalıdır. Şagird səhv cavab verdikdə onu məsxərəyə qoymaq və ya digər şagirdlərin qarşısında alçaltmaq əvəzinə, səhvi öyrənmə prosesinin təbii hissəsi kimi təqdim etmək daha konstruktiv yanaşmadır.

Nizam-intizam probleminin artıq yarandığı hallarda isə **sakit və mərhələli müdaxilə** prinsipi tətbiq oluna bilər. Hər pozuntuya dərhal sərt reaksiya vermək əvəzinə, müəllim əvvəlcə qeyri-verbal işarədən, göz temasından və ya qısa xatırlatmadan istifadə edə bilər. Problem davam etdikdə davranışın konkret şəkildə ifadə edilməsi və şagirddən gözlənilən davranışın bildirilməsi mümkündür. Daha ciddi və təkrarlanan hallarda isə şagirdlə fərdi söhbət aparılması və problemin səbəblərinin araşdırılması məqsədəuyğun ola bilər.

Bu prosesdə **davranışın şəxsiləşdirilməməsi** mühüm prinsipdir. “Sən həmişə dərsi pozursan” kimi ifadələr şagirdin şəxsiyyətinə yönəlir və müdafiə reaksiyası yarada bilər. Bunun əvəzinə “Dərs zamanı yoldaşın danışarkən söhbət etmək onun fikrini tamamlamağına mane olur” formasında konkret davranışa diqqət yetirmək daha konstruktivdir. Beləliklə, müəllim şagirdin şəxsiyyətini deyil, dəyişdirilməsi mümkün olan davranışı müzakirə edir.

Konfliktlərin həllində də dialoq əsaslı yanaşma mühüm əhəmiyyət daşıyır. Müəllim yalnız “kim günahkardır?” sualına cavab axtarmaq əvəzinə, “nə baş verdi?”, “bu vəziyyət kimə necə təsir etdi?” və “problemi aradan qaldırmaq üçün nə etmək olar?” kimi suallardan istifadə edə bilər. Belə yanaşma şagirdin öz davranışının nəticələrini dərk etməsinə və məsuliyyət götürməsinə şərait yaradır.

Nəticə etibarilə, müasir pedaqoji strategiyalar nizam-intizamı cəza və nəzarət üzərində qurulan sistem kimi deyil, **planlaşdırma, qarşılıqlı hörmət, aydın gözləntilər, müsbət davranışın dəstəklənməsi və məsuliyyətin inkişaf etdirilməsi** əsasında formalaşan dinamik proses kimi təqdim edir. Bu strategiyaların səmərəliliyi onların ayrı-ayrılıqda tətbiqindən çox, konkret sinfin xüsusiyyətlərinə uyğun şəkildə sistemli və ardıcıl istifadəsindən asılıdır.

Nəticə

Beləliklə, təlim mühitində nizam-intizamın formalaşdırılması tədris prosesinin səmərəliliyini və keyfiyyətini müəyyən edən mühüm pedaqoji amillərdən biridir. Aparılan təhlil göstərir ki, nizam-intizamı yalnız davranış pozuntularının qarşısının alınması və qaydaların icrasına nəzarət vasitəsi kimi qiymətləndirmək düzgün deyil. O, eyni zamanda şagirdlərin məsuliyyət hissinin, özünənəzarət bacarıqlarının və qarşılıqlı hörmətə əsaslanan ünsiyyət mədəniyyətinin inkişafını əhatə edən mürəkkəb pedaqoji prosesdir.

Məqalədə nəzərdən keçirilən məsələlər göstərir ki, sinifdə nizam-intizamın pozulması müxtəlif amillərlə, o cümlədən təlim motivasiyasının aşağı olması, qaydaların qeyri-müəyyənliyi, müəllim–şagird münasibətlərində yaranan çətinliklər, fərdi xüsusiyyətlər və təlim mühitinin təşkili ilə əlaqəli ola bilər. Buna görə də davranış problemlərinin həlli zamanı yalnız onların zahiri təzahürlərinə deyil, yaranma səbəblərinə də diqqət yetirilməlidir. Belə yanaşma müəllimə daha məqsədyönlü pedaqoji qərarlar qəbul etməyə və problemlərin təkrarlanma ehtimalını azaltmağa imkan verir.

Nizam-intizamın davamlı şəkildə təmin edilməsində müəllim–şagird qarşılıqlı fəaliyyətinin xüsusi əhəmiyyəti vardır. Müəllimin aydın gözləntilər müəyyənləşdirməsi, qaydaları ardıcıl və ədalətli tətbiq etməsi, şagirdlərin fikirlərinə hörmətlə yanaşması və müsbət davranışları dəstəkləməsi sinifdə sağlam sosial-psixoloji mühitin formalaşmasına şərait yaradır. Bununla yanaşı, şagirdlərin sinif qaydalarının müəyyənləşdirilməsində iştirak

etməsi və öz davranışlarına görə məsuliyyət daşması nizam-intizamın xarici nəzarətdən daxili özünə nəzarətə doğru inkişafını dəstəkləyir.

Müasir pedaqoji yanaşmalar baxımından preventiv sinif idarəetməsi, fəal təlim metodlarının məqsədyönlü tətbiqi, aydın davranış qaydalarının müəyyənəşdirilməsi, müsbət davranışın təşviqi və konfliktlərin dialoq əsasında həlli xüsusi əhəmiyyət daşıyır. Lakin bu strategiyaların effektivliyi onların mexaniki şəkildə tətbiqindən deyil, şagirdlərin yaş və fərdi xüsusiyyətlərinin, təlim məqsədlərinin və konkret sinif şəraitinin nəzərə alınmasından asılıdır. Bu səbəbdən müəllim sinif idarəetməsində həm ardıcılığı, həm də pedaqoji çevikliyi qorumağı bacarmalıdır.

Nəticə etibarilə, təlim mühitində nizam-intizamın formalaşdırılması müəllimin təkbaşına həyata keçirdiyi nəzarət prosesi deyil, müəllim və şagirdlərin birgə məsuliyyətinə əsaslanan davamlı pedaqoji fəaliyyətdir. Bu prosesin uğurlu təşkili üçün qaydalara riayət etməklə yanaşı, şagirdlərdə məsuliyyət, əməkdaşlıq, özünə nəzarət və qarşılıqlı hörmət kimi keyfiyyətlərin inkişafına da diqqət yetirilməlidir. Beləliklə, nizam-intizamın düzgün təşkili yalnız dərsin normal gedişini təmin etmir, həm də şagirdlərin sosial və şəxsi inkişafını dəstəkləyən, öyrənmə üçün əlverişli və təhlükəsiz təlim mühitinin yaradılmasına xidmət edir.

Ədəbiyyat

1. Ahadli, N., Baylarova, L., & Imanova, A. (2022). Exploring the ways to build better teacher-student relationship since the resumption of face-to-face classes in Azerbaijan British College. ADA University Institutional Repository.
2. Amiraliyeva, I. B. (2024). Importance of establishing proper teacher-student relationship. *Modern Humanities Success*, 4, 231–236. <https://doi.org/10.58224/2618-7175-2024-4-231-236>
3. Evertson, C. M., & Weinstein, C. S. (Eds.). (2006). *Handbook of classroom management: Research, practice, and contemporary issues*. Lawrence Erlbaum Associates.
4. Emslander, V., Holzberger, D., Ofstad, S. B., Fischbach, A., & Scherer, R. (2025). Teacher-student relationships and student outcomes: A systematic second-order meta-analytic review. *Psychological Bulletin*. <https://doi.org/10.1037/bul0000461>
5. Kincade, L., Cook, C., & Goerdt, A. (2020). Meta-analysis and common practice elements of universal approaches to improving student-teacher relationships. *Review of Educational Research*, 90(5), 710–748. <https://doi.org/10.3102/0034654320946836>
6. Kurhan, M. (2018). Müəllim-şagird münasibətlərinin psixo-pedaqoji məsələləri və şagird nailiyyətlərinin qiymətləndirilməsi. *Bakı Dövlət Universiteti İlahiyyat Fakültəsinin Elmi Məcmuəsi*, 29, 29–?.
7. Wilkinson, S., Freeman, J., Simonsen, B., Sears, S., Byun, S. G., Xu, X., & Luh, H.-J. (2020). Professional development for classroom management: A review of the literature. *Educational Research and Evaluation*, 26(3–4), 182–212.
8. Yassine, J., Tipton-Fisler, L. A., & Katic, B. (2020). Building student-teacher relationships and improving behaviour-management for classroom teachers. *Support for Learning*, 35(3), 389–407. <https://doi.org/10.1111/1467-9604.12317>
9. Cho, V., Mansfield, K. C., & Cloughton, J. (2020). The past and future technology in classroom management and school discipline: A systematic review. *Teaching and Teacher Education*, 90, 103037.
10. Centre for Education Statistics and Evaluation. (2020). *Classroom management: Creating and maintaining positive learning environments*. NSW Department of Education.
11. Classroom management and facilitation approaches that promote school connectedness. (2022). *Preventing Chronic Disease*, 19.
12. Reducing conflicts in school environments using restorative practices: A systematic review. (2020). *Journal of School Violence*

BƏKİR ÇOBANZADƏNİN MÜASİR ƏDƏBİ PROSESƏ MÜNASİBƏTİ

Müəllif: filologiya üzrə fəlsəfə doktoru Məhərrəmov Şahənə Əliyənnağı qızı,

İş yeri: Azərbaycan respublikası, Bakı şəhəri, ADPU, Filologiya fakultəsi, Ədəbiyyat kafedrasının baş müəllimi

Elektron poçt: m.shahana1982@mail.ru

Orkid: <https://orcid.org/0009-0002-4647-2006>

Xülasə.

Məqalədə görkəmli ədəbiyyatşünas və tənqidçi Bəkir Çobanzadənin müasir ədəbi prosesə münasibəti onun 1930-cu ildə nəşr olunmuş “Azərbaycan ədəbiyyatının yeni dövrü Nasionalizmdən internasionalizmə” monoqrafiyası əsasında araşdırılır. Azərbaycan ədəbiyyatının XX əsrin əvvəllərindən 1930-cu ilədək keçdiyi inkişaf yolu, “Füyuzat” və “Molla Nəsrəddin” ədəbi məktəblərinə, milli romantizmə, proletar ədəbiyyatına, eləcə də ayrı-ayrı şair və yazıçıların yaradıcılığına verilən qiymətlər təhlil edilir. Bəkir Çobanzadənin ədəbi-tənqidi görüşlərində ictimai-siyasi amillərin rolu, marksist metodologiyanın təsiri və estetik meyarlarla ideoloji tələblər arasındakı münasibət müəyyən edilir. Araşdırma göstərir ki, alimin müasir ədəbi prosesə dair mülahizələri həm dövrün ideoloji məhdudiyyətlərini, həm də onun peşəkar ədəbiyyatşünas kimi elmi müşahidələrini əks etdirir.

Açar sözlər: Bəkir Çobanzadə, Azərbaycan ədəbiyyatı, ədəbi tənqid, müasir ədəbi proses, milli romantizm, proletar ədəbiyyatı, marksist metodologiya, ədəbi məktəblər.

Summary.

The article examines the prominent literary scholar and critic Bekir Chobanzade's attitude toward the contemporary literary process, based on his monograph *The New Period of Azerbaijani Literature: From Nationalism to Internationalism*, published in 1930. It analyzes the development of Azerbaijani literature from the beginning of the twentieth century to 1930, as well as the assessments of the literary movements *Füyuzat* and *Molla Nasreddin*, national romanticism, proletarian literature, and the works of individual poets and writers. The article identifies the role of socio-political factors in Bekir Chobanzade's literary-critical views, the influence of Marxist methodology, and the relationship between aesthetic criteria and ideological demands. The study demonstrates that the scholar's views on the contemporary literary process reflect both the ideological constraints of his time and his scholarly observations as a professional literary critic.

Keywords: Bekir Chobanzade, Azerbaijani literature, literary criticism, contemporary literary process, national romanticism, proletarian literature, Marxist methodology, literary movements.

Giriş

Azərbaycan ədəbiyyatşünaslığının və ədəbi tənqidinin inkişafında mühüm xidmətləri olan Bəkir Çobanzadə çoxşaxəli elmi fəaliyyəti, geniş nəzəri dünyagörüşü və ədəbi hadisələrə münasibəti ilə seçilən görkəmli alimlərdən biridir. Onun elmi irsində dilçilik, ədəbiyyat tarixi, ədəbiyyat nəzəriyyəsi və ədəbi tənqid məsələləri mühüm yer tutur. Bəkir Çobanzadə yalnız klassik ədəbi irsin öyrənilməsi ilə kifayətlənməmiş, yaşadığı dövrün ədəbi hadisələrini də izləyərək müasir ədəbi prosesin inkişaf istiqamətlərini müəyyənləşdirməyə çalışmışdır.

Alimin ədəbi-tənqidi fəaliyyətinin səciyyəvi xüsusiyyətlərindən biri ədəbi hadisələri tarixi şərait, ictimai münasibətlər və bədii yaradıcılığın özünəməxsus qanunları ilə əlaqəli şəkildə araşdırmasıdır. Bununla belə, onun 1930-cu ildə nəşr etdirdiyi “Azəri ədəbiyyatının yeni dövrü. Nasionalizmdən internasionalizmə” monoqrafiyasında ədəbi hadisələrin qiymətləndirilməsində ideoloji meyarların güclənməsi diqqəti cəlb edir. Əsər həm XX əsrin əvvəllərində Azərbaycan ədəbiyyatının inkişafını öyrənmək, həm də sovet dövrü ədəbi tənqidində baş verən metodoloji dəyişiklikləri müəyyənləşdirmək baxımından əhəmiyyətlidir.

Araşdırma. XX əsrin 20-ci illərinin sonlarında sovet hakimiyyətinin ədəbiyyata ideoloji müdaxiləsi güclənmiş, bədii yaradıcılığın qiymətləndirilməsində sinfi yanaşma və marksist metod əsas meyarlara çevrilmişdi. Bu şəraitdə milli ədəbi ənənələr, romantik dünyagörüşü və milli müstəqillik ideyaları çox vaxt siyasi-ideoloji mövqedən şərh edilirdi. Buna görə də Bəkir Çobanzadənin müasir ədəbi prosesə münasibətini araşdırarkən onun elmi qənaətləri ilə fəaliyyət göstərdiyi dövrün siyasi tələbləri arasındakı əlaqəni nəzərə almaq vacibdir.

1. “Azəri ədəbiyyatının yeni dövrü” monoqrafiyasının elmi və tarixi əhəmiyyəti

Bəkir Çobanzadənin 1930-cu ildə qələmə aldığı “Azəri ədəbiyyatının yeni dövrü. Nasionalizmdən internasionalizmə” monoqrafiyası Azərbaycan ədəbiyyatının XX əsrin əvvəllərindən etibarən keçdiyi inkişaf yolunu sistemləşdirmək cəhdi kimi diqqəti cəlb edir. Müəllif əsərdə müxtəlif ədəbi məktəb və cərəyanları, ayrı-ayrı sənətkarların yaradıcılığını, yeni poetik formaların meydana gəlməsini və proletar ədəbiyyatının formalaşmasını təhlil edir.

Monoqrafiyanın əsas məqsədlərindən biri Azərbaycan ədəbiyyatında baş verən dəyişiklikləri müəyyən ictimai-siyasi meyarlar əsasında izah etmək idi. Əsərin adında işlədilən “nasionalizmdən internasionalizmə” ifadəsi müəllifin həmin dövrdəki ideoloji mövqeyini və sovet ədəbiyyatşünaslığının qarşısında duran vəzifələri əks etdirir. Müəllif Azərbaycan ədəbiyyatının inkişafını milli düşüncədən beynəlmiləçilik ideyasına doğru istiqamətlənən proses kimi təqdim etməyə çalışırdı.

Bununla belə, əsəri yalnız ideoloji sənəd kimi qiymətləndirmək düzgün olmazdı. Monoqrafiyada ədəbi hadisələrin təsnifatı, müxtəlif müəlliflərin yaradıcılığının müqayisəsi, poetik forma və dil xüsusiyyətlərinin

araşdırılması baxımından əhəmiyyətli müşahidələr də mövcuddur. Çobanzadə ədəbi prosesi ayrı-ayrı əsərlərin məcmusu kimi deyil, qarşılıqlı əlaqədə olan mürəkkəb tarixi hadisə kimi öyrənməyə çalışırdı.

Monoqrafiyanın ziddiyyətli xarakteri də məhz bu məqamda üzə çıxır. Bir tərəfdən, müəllif Azərbaycan ədəbiyyatının inkişaf mərhələlərini müəyyənləşdirir, sənətkarların yaradıcılığına dair mülahizələr irəli sürür və ədəbi yenilikləri izləyir. Digər tərəfdən, həmin hadisələrin qiymətləndirilməsində sinfi mənsubiyyət və ideoloji uyğunluq çox vaxt əsas meyara çevrilir. Beləliklə, əsər həm ədəbiyyat tarixinin öyrənilməsi, həm də sovet dövründə ədəbi tənqidin ideoloji təsir altında dəyişməsinin araşdırılması üçün mühüm materialdır.

2. Ədəbi tənqiddə metodoloji dəyişikliklər

Bəkir Çobanzadənin 1930-cu il monoqrafiyasında diqqəti cəlb edən əsas məsələlərdən biri bədii əsərin qiymətləndirilməsində ictimai məzmunun aparıcı mövqeyə çıxarılmasıdır. Alim ədəbiyyat tarixçisinin vəzifəsini yalnız əsərin yaranma tarixini müəyyənləşdirmək və müəllifin yaradıcılığını təsvir etməklə məhdudlaşdırmırdı. O, əsərin ictimai mühitlə əlaqəsini, müəllifin dünyagörüşünü və bədii məzmunun sosial əsaslarını araşdırmağı da vacib hesab edirdi.

Bu yanaşmanın müəyyən elmi əsası vardır. Bədii ədəbiyyat yarandığı dövrün ictimai münasibətlərindən, tarixi hadisələrindən və mənəvi problemlərindən kənarda mövcud olmur. Ədəbi əsərin sosial kontekstinin öyrənilməsi onun məzmununu və ideya istiqamətini daha dərinlən anlamağa imkan verir. Lakin əsərin bütün xüsusiyyətlərini yalnız sinfi mövqedən izah etmək bədii yaradıcılığın çoxşaxəli mahiyyətini məhdudlaşdırır.

Çobanzadənin monoqrafiyasında məzmunun formadan üstün tutulması da bu metodoloji istiqamətin göstəricisidir. Bədii əsərin ideya məzmunu və ictimai mövqeyi əsas qiymətləndirmə meyarlarına çevrildikdə dil, üslub, obraz sistemi, kompozisiya və poetik ifadə vasitələri bəzən ikinci plana keçir. Nəticədə estetik dəyər ideoloji məzmunla eyniləşdirilir.

Əslində, bədii əsərin ideya istiqaməti ilə estetik xüsusiyyətləri bir-biri ilə sıx bağlı olsa da, onları eyniləşdirmək olmaz. Əsərin ictimai məzmunu onun sənətkarlıq səviyyəsini avtomatik müəyyən etmir. Eyni zamanda, müxtəlif ideoloji mövqeləri ifadə edən əsərlər yüksək bədii dəyərə malik ola bilər. Buna görə də ədəbi tənqiddə tarixi-sosial təhlillə estetik qiymətləndirmənin qarşılıqlı əlaqəsi qorunmalıdır.

Bəkir Çobanzadənin metodoloji mövqeyində müşahidə edilən dəyişiklikləri yalnız nəzəri inkişafı izah etmək mümkün deyil. 1920-ci illərin sonlarında marksist metodologiyanın ədəbiyyatşünaslıqda əsas istiqamətə çevrilməsi və ədəbi yaradıcılığın ideoloji tələblərə uyğunlaşdırılması bu dəyişikliklərə ciddi təsir göstərmişdir. Beləliklə, monoqrafiya alimin elmi baxışları ilə dövrün siyasi-ideoloji mühiti arasındakı mürəkkəb münasibətləri əks etdirir.

3. “Füyuzat” və “Molla Nəsrəddin” ədəbi məktəblərinə münasibət

Bəkir Çobanzadənin müasir ədəbi prosesə münasibətini müəyyənləşdirən əsas məsələlərdən biri XX əsrin əvvəllərində Azərbaycan ədəbi fikrində mühüm rol oynamış “Füyuzat” və “Molla Nəsrəddin” məktəblərinə verdiyi qiymətdir. Bu məktəblər müxtəlif estetik prinsipləri, ictimai mövqeləri və bədii ifadə vasitələri ilə Azərbaycan ədəbiyyatının inkişafına əhəmiyyətli təsir göstərmişlər.

“Füyuzat” məktəbi milli özünüdərk, türk xalqları arasında mədəni əlaqələr, romantik dünyagörüşü və mənəvi kamillik ideyalarının yayılmasında mühüm rol oynamışdır. Bu məktəbin nümayəndələri insan, azadlıq, cəmiyyət, milli kimlik və tərəqqi problemlərinə müraciət edirdilər. Lakin sovet ideologiyasının gücləndiyi dövrdə milli düşüncə və türkçülük ideyaları çox vaxt burjuva millətçiliyi kimi qiymətləndirilirdi.

Çobanzadə də “Füyuzat”, “Yeni füyuzat” və “Şəlalə” kimi nəşrlərin fəaliyyətini sinfi yanaşma əsasında şərh edir, həmin ədəbi mühitin nümayəndələrinin yaradıcılığını burjuva ideologiyası ilə əlaqələndirirdi. Bu yanaşmada romantik ədəbiyyatın estetik xüsusiyyətləri və milli-mənəvi əhəmiyyəti bəzən arxa plana keçirdi.

“Molla Nəsrəddin” məktəbinə münasibətdə isə alim nisbətən müsbət mövqe nümayiş etdirirdi. Bu məktəbin xalq danışığı dilinə yaxınlığı, ictimai ədalətsizliyin tənqidi, dini fanatizmə qarşı çıxması və gündəlik həyat problemlərini əks etdirməsi onun diqqətini cəlb edirdi. Satirik ədəbiyyatın sosial problemlərə münasibəti sovet ideologiyasının bəzi tələbləri ilə uyğunlaşdırıldığından, “Molla Nəsrəddin” ənənəsi daha müsbət qiymətləndirilirdi.

Lakin hər iki məktəbin əhəmiyyətini yalnız sinfi mənsubiyyət əsasında müəyyənləşdirmək onların tarixi rolunu tam açmır. “Füyuzat” milli romantizmin və fəlsəfi-estetik düşüncənin inkişafına, “Molla Nəsrəddin” isə satirik təfəkkürün, ictimai tənqidin və xalq dilinin ədəbiyyatda möhkəmlənməsinə mühüm töhfələr vermişdir. Bu məktəblər fərqli istiqamətlərə malik olsalar da, Azərbaycan ədəbi fikrinin zənginləşməsində hər ikisinin özünəməxsus yeri vardır.

Çobanzadənin bu məktəblərə münasibəti onun ədəbi tənqidində ideoloji meyarların güclənməsini göstərir. Bununla yanaşı, həmin təhlillər dövrün ədəbi mühitində baş verən dəyişiklikləri və milli ədəbi irsin yeni siyasi şəraitdə necə şərh olunduğunu öyrənmək baxımından əhəmiyyətlidir.

4. Milli romantizm və proletar ədəbiyyatının qiymətləndirilməsi

Bəkir Çobanzadənin monoqrafiyasında milli romantizmə və Azərbaycan Xalq Cümhuriyyəti dövrünün ədəbi irsinə münasibət xüsusi əhəmiyyət daşıyır. XX əsrin əvvəllərində Azərbaycan ədəbiyyatında milli azadlıq, müstəqillik, vətənpərvərlik və mənəvi birlik ideyaları geniş yayılmışdı. Bu mövzular xalqın tarixi yaddaşı, milli kimliyi və müasir cəmiyyət qurmaq arzusu ilə sıx bağlı idi.

Sovet ideologiyasının təsiri altında isə həmin ideyaların bir qismi pantürkizm, panislamizm və burjuva millətçiliyi anlayışları ilə əlaqələndirilirdi. Bu baxımdan Əhməd Cavad və Hüseyn Cavid kimi sənətkarların yaradıcılığına verilən qiymətlərdə dövrün siyasi tələblərinin təsiri hiss olunur.

Əhməd Cavadın poeziyasında vətən sevgisi, qəhrəmanlıq, milli birlik və azadlıq idealları mühüm yer tutur. Bu motivləri yalnız millətçilik və şovinizm çərçivəsində izah etmək şairin yaradıcılığının mənəvi və estetik məzmununu məhdudlaşdırır. Eyni şəkildə, Hüseyn Cavidin əsərlərində insanın mənəvi aləmi, azadlıq, ədalət və cəmiyyət problemləri fəlsəfi ümumiləşdirmələrlə təqdim olunur. Onun yaradıcılığını yalnız sinfi mənsubiyyət əsasında qiymətləndirmək romantik sənətin mürəkkəbliyini tam əks etdirmir.

Digər tərəfdən, Çobanzadə sovet dövründə formalaşan yeni proletar ədəbiyyatının inkişafına xüsusi əhəmiyyət verirdi. O, ədəbi prosesdə baş verən dəyişiklikləri inqilabi məzmunun, yeni ictimai münasibətlərin və fərqli poetik formaların meydana gəlməsi ilə əlaqələndirirdi. Proletar ədəbiyyatının inkişafını mərhələlər üzrə sistemləşdirməsi alimin ədəbi hadisələri ümumiləşdirmək cəhdini göstərir.

Bununla belə, yeni ədəbiyyatın yalnız proletar ideologiyasına uyğunluq əsasında qiymətləndirilməsi onun nəzəri yanaşmasının məhdud tərəfi idi. Ədəbiyyatın inkişafı müxtəlif mövzu, forma və estetik prinsiplərin qarşılıqlı təsiri nəticəsində baş verir. Milli poetik ənənələrin və yeni bədii axtarışların bir-birini istisna etməsi vacib deyil. Əksinə, ənənə ilə yeniliyin qarşılıqlı əlaqəsi ədəbi inkişafın əsas şərtlərindən biridir.

Beləliklə, Çobanzadənin milli romantizm və proletar ədəbiyyatı haqqında mülahizələri bir tərəfdən dövrün ideoloji qarşıdurmalarını, digər tərəfdən isə Azərbaycan ədəbiyyatında yeni istiqamətlərin meydana gəlməsini əks etdirir.

5. Ayrı-ayrı sənətkarların yaradıcılığına estetik münasibət

Bəkir Çobanzadənin müasir ədəbi prosesə dair düşüncələrində H.K. Sanılı, Süleyman Rüstəm, Nazim Hikmət və bir sıra nasirlərin yaradıcılığı mühüm yer tutur. Bu sənətkarlar haqqında mülahizələr alimin estetik meyarlarını və ədəbi yeniliklərə münasibətini müəyyənləşdirmək baxımından əhəmiyyətlidir.

H.K. Sanılının “Aran köçü” və “Namus davası” əsərlərinin təhlilində Çobanzadə şairin dil xüsusiyyətlərinə, təsvirçilik qabiliyyətinə, ritm və ahəng duyumuna diqqət yetirirdi. O, xüsusilə “Aran köçü” əsərində köçəri həyatının və təbiət hadisələrinin təsvirini qiymətləndirir, şairin xalq həyatını müşahidə etmək bacarığını qeyd edirdi.

Alimin Sanılının yaradıcılığına münasibətində ideoloji qiymətləndirmə ilə estetik təhlil arasında müəyyən tarazlıq görünür. O, şairin poetik dilinin zənginliyini və təsvir imkanlarını müsbət qiymətləndirməklə yanaşı, əsərlərindəki təsvirçilik meyillərini və ənənəvi poetik formalarla bağlılığını da müzakirə edirdi. Bu yanaşma

Çobanzadənin bədii əsərin yalnız ideya məzmununa deyil, onun sənətkarlıq xüsusiyyətlərinə də diqqət yetirdiyini göstərir.

Süleyman Rüstəmin yaradıcılığına münasibətdə isə yeni ictimai məzmun və nikbinlik məsələləri ön plana çıxırdı. Şairin “Ələmdən nəşəyə” kitabı dövrün ədəbi tənqidində köhnə dünyagörüşündən yeni ictimai həyata keçidin ifadəsi kimi təqdim edilirdi. Çobanzadə də bu dəyişiklikləri proletar poeziyasının inkişafı ilə əlaqələndirirdi. Lakin kədər və izzətsizlik motivlərinin yalnız köhnə cəmiyyətə məxsus hesab edilməsi ədəbi yaradıcılığın emosional və fəlsəfi imkanlarını məhdudlaşdırırdı.

Nazim Hikmətin poeziyasına verilən qiymətlərdə isə sərbəst şeirin və yeni poetik formaların əhəmiyyəti xüsusi vurğulanırdı. Çobanzadə onun yaradıcılığını yeni məzmun və forma axtarışlarının nümunəsi hesab edirdi. Bununla belə, sərbəst şeiri ənənəvi heca vəznə ilə qarşı-qarşıya qoymaq düzgün yanaşma deyildir. Müxtəlif poetik formalar fərqli estetik məqsədlərə xidmət edə və milli poeziyanın inkişafında paralel şəkildə mövcud ola bilər.

Alimin nəsr nümunələrinə münasibətində də konflikt, obraz, dil və ictimai mühit məsələləri diqqət mərkəzində dayanırdı. Tağı Şahbazi, Həsən Nəzəri və Mehdi Hüseyn kimi yazıçıların yaradıcılığı haqqında mülahizələrində o, həyat hadisələrinin təsvirini, obrazların qarşılaşdırılmasını və bədii konfliktin qurulmasını təhlil edirdi. Bununla yanaşı, əsərin uğurunu yalnız sinfi mübarizəni əks etdirməsi ilə əlaqələndirmək bədii nəsrin mövzu və ideya müxtəlifliyini məhdudlaşdırırdı.

Bu nümunələr göstərir ki, Bəkir Çobanzadənin tənqidçilik fəaliyyətində ideoloji və estetik meyarlar arasında ziddiyyətli münasibət mövcud olmuşdur. O, bir sıra hallarda siyasi-ideoloji tələbləri əsas götürsə də, sənətkarların dil, üslub, təsvir və poetik forma xüsusiyyətlərini araşdırmaq imkanını qoruyub saxlamışdır.

Nəticə

Bəkir Çobanzadənin “Azəri ədəbiyyatının yeni dövrü. Nasionalizmdən internasionalizmə” monoqrafiyası XX əsrin əvvəllərində Azərbaycan ədəbi prosesinin öyrənilməsi baxımından mühüm elmi əhəmiyyətə malikdir. Əsərdə ədəbi məktəblərin fəaliyyəti, milli romantizm, proletar ədəbiyyatının formalaşması, yeni poetik formalar və ayrı-ayrı sənətkarların yaradıcılığı təhlil olunur. Müəllif ədəbi hadisələri sistemləşdirməyə və onların inkişaf istiqamətlərini müəyyənləşdirməyə çalışır.

Bununla belə, monoqrafiyada sinfi yanaşmanın və marksist metodologiyanın üstünlük qazanması ədəbi əsərlərin qiymətləndirilməsində birtərəfliyyətə səbəb olur. Xüsusilə “Füyuzat” məktəbi, milli romantizm və müstəqillik dövrünün ədəbi irsi haqqında mülahizələrdə siyasi-ideoloji meyarların təsiri aydın görünür. Yeni proletar ədəbiyyatının qiymətləndirilməsində də estetik müxtəliflik çox vaxt ideoloji uyğunluqla ölçülür.

Bu ziddiyyətləri yalnız müəllifin şəxsi mövqeyi ilə izah etmək düzgün olmazdı. Sovet siyasi rejiminin ədəbiyyata müdaxiləsinin güclənməsi və milli ziyalıların fəaliyyət imkanlarının məhdudlaşdırılması həmin dövrün ədəbi-tənqidi düşüncəsinə ciddi təsir göstərmişdir. Buna görə də Çobanzadənin elmi irsi tarixi şərait nəzərə alınmaqla araşdırılmalıdır.

Monoqrafiyanın mühüm cəhətlərindən biri ideoloji məhdudiyyətlərə baxmayaraq, alimin estetik təhlil imkanlarını tamamilə itirməməsidir. H.K. Sanılının yaradıcılığına, nəsr nümunələrinə və yeni poetik formalara münasibətində onun dil, üslub, təsvir və sənətkarlıq məsələlərinə diqqət yetirdiyi görünür.

İstifadə olunmuş ədəbiyyat

1. Çobanzadə, Bəkir. *Azəri ədəbiyyatının yeni dövrü. Nasionalizmdən internasionalizmə*. Bakı, 1930.
2. Çobanzadə, Bəkir. *Türk dili və ədəbiyyatının tədrisi üsulu*. Bakı, 1926.
3. Çobanzadə, Bəkir. *Son dövr Krım-tatar ədəbiyyatı tənqid təcrübələri*. 1928.
4. Azərbaycan ədəbiyyatı tarixi üzrə elmi tədqiqatlar və ədəbi tənqid materialları.

İBTİDAİ MƏKTƏBDƏ DİL QAYDALARİ ÜZRƏ İŞİN NİTQİN İNKİŞAFI İLƏ İNTEQRATİV TƏŞKİLİ

Qasımova Maya Rəhim qızı

Pedaqogika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti, Azərbaycan

maya0866@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-9116-4331>

Xülasə. Məqalədə ibtidai məktəbdə Azərbaycan dili üzrə dil qaydalarının öyrədilməsinin şagirdlərin şifahi və yazılı nitqinin inkişafı ilə integrativ təşkili məsələsi nəzəri-metodik baxımdan araşdırılır. Dil qaydalarının yalnız termin və təriflərin mənimsədilməsi, yaxud ayrı-ayrı dil vahidlərinin müəyyənləşdirilməsi səviyyəsində öyrədilməsinin məhdudiyyətləri əsaslandırılır. Dil biliklərinin kommunikativ məqsədlərlə əlaqələndirilməsi, mətn üzərində iş, yaradıcı yazı, şifahi ifadə, qarşılıqlı müzakirə və redaktə fəaliyyətinin vahid təlim prosesində birləşdirilməsinin imkanları müəyyənləşdirilir. İsim, sifət və feil kimi nitq hissələrinin, cümlə quruluşunun və orfoqrafik normaların tədrisi əsasında praktik tapşırıq nümunələri təqdim edilir. Integrativ yanaşmanın şagirdlərin söz ehtiyatının zənginləşdirilməsi, fikirlərinin ardıcıl ifadəsi, mətn yaratma və dil normalarına şüurlu əməl etmə bacarıqlarının formalaşdırılması baxımından əhəmiyyəti izah olunur. Məqalənin nəticəsində dil qaydaları üzrə işin nitq fəaliyyəti ilə əlaqələndirilməsinə dair metodik prinsiplər və qiymətləndirmə istiqamətləri irəli sürülür.

Açar sözlər: ibtidai təhsil, Azərbaycan dili, dil qaydaları, nitqin inkişafı, integrativ təlim, kommunikativ yanaşma, şifahi nitq, yazılı nitq, mətnyaratma.

INTEGRATING LANGUAGE RULES INSTRUCTION WITH SPEECH DEVELOPMENT IN PRIMARY SCHOOL

Abstract. This article examines, from a theoretical and methodological perspective, the integration of language rules instruction with the development of primary school students' oral and written language skills. It discusses the limitations of teaching language rules solely through the memorization of terminology and definitions or the identification of individual linguistic units. The article explores the potential of integrating communicative language learning, text-based activities, creative writing, oral expression, collaborative discussion, and editing into a coherent instructional process. Practical task examples are presented to illustrate how the teaching of parts of speech, including nouns, adjectives, and verbs, as well as sentence structure and spelling conventions, can be connected with speech development. The significance of an integrated approach is discussed in terms of enriching students' vocabulary, promoting coherent expression, developing text composition skills, and fostering the conscious application of language norms. The article concludes by proposing methodological principles and assessment criteria for integrating language rules instruction with speech development in primary education.

Keywords: primary education, Azerbaijani language, language rules, speech development, integrated learning, communicative approach, oral language, written language, text composition.

Müasir ibtidai təhsil sistemində ana dilinin tədrisinin başlıca vəzifələrindən biri şagirdlərdə dil haqqında biliklərin formalaşdırılması ilə yanaşı, həmin biliklərdən real kommunikativ situasiyalarda məqsədyönlü istifadə bacarıqlarının inkişaf etdirilməsidir. Şagirdin dil qaydalarını bilməsi onun fikrini aydın, məntiqi ardıcılıqla və dil normalarına uyğun ifadə etməsi üçün mühüm şərtidir. Lakin dil qaydaları haqqında biliklərin mövcudluğu həmin biliklərin şifahi və yazılı nitqdə avtomatik və düzgün tətbiq ediləcəyinə zəmanət vermir. Buna görə də dil qaydalarının öyrədilməsi ilə nitqin inkişafı arasında sistemli metodik əlaqənin yaradılması aktual pedaqoji problem kimi çıxış edir.

İbtidai siniflərdə Azərbaycan dilinin tədrisi zamanı fonetik, leksik, morfoloji, sintaktik və orfoqrafik biliklərin mənimsədilməsi nitq fəaliyyətindən təcrid olunmuş şəkildə deyil, dinləmə, danışma, oxu və yazı prosesləri ilə əlaqəli təşkil edilməlidir. Bu yanaşma şagirdin dil hadisəsini yalnız tanımasını deyil, onun funksiyasını dərk etməsini, müvafiq dil vasitəsini seçməsini və kommunikativ məqsədə uyğun işlətməsini nəzərdə tutur.

Dil təliminə kommunikativ və fəaliyyətyönlü yanaşma dil vahidlərinin real ünsiyyət şəraitində istifadəsini, məna yaratmağı, qarşılıqlı əlaqəni və şagirdin təlim prosesində fəal iştirakını ön plana çəkir. Dil qaydalarının öyrədilməsi ilə nitqin inkişafı arasında əlaqə yalnız ayrı-ayrı dərslərin tapşırıqlarının uyğunlaşdırılması

səviyyəsində deyil, məqsəd, məzmun, fəaliyyət və qiymətləndirmə komponentlərinin qarşılıqlı əlaqəsi əsasında qurulmalıdır..

Dil qaydaları dilin quruluşunu və işlənmə normalarını əks etdirən biliklər sistemidir. İbtidai siniflərdə bu biliklərin mənimsədilməsi şagirdin yaş xüsusiyyətlərinə, dil təcrübəsinə və nitq inkişafının səviyyəsinə uyğun təşkil olunmalıdır. Şagirdlər dil hadisələrini müşahidə etməli, onların funksiyasını nümunələr əsasında müəyyənləşdirməli və öyrəndiklərini müxtəlif nitq situasiyalarında tətbiq etməlidirlər.

Dil qaydalarının tədrisində ənənəvi izah və möhkəmləndirmə üsulları müəyyən didaktik əhəmiyyət daşıyır. Bununla belə, dərslərin yalnız qaydanın izahı, nümunələrin təhlili və ayrı-ayrı çalışmaların icrası üzərində qurulması şagirdin dil biliyini kommunikativ bacarığa çevirməsini məhdudlaşdırır. Buna görə qaydanın öyrənilməsi məna yaratma, ünsiyyət və mətn qurma fəaliyyəti ilə tamamlanmalıdır.

İntegrativ yanaşma dil qaydalarının tədrisini nitqin inkişafı ilə əlaqələndirən, eyni zamanda dil sisteminin xüsusiyyətlərini qoruyan metodik model kimi səciyyələndirilə bilər. Bu modeldə dil qaydası ayrıca təlim məqsədi olaraq qalır, lakin onun mənimsənilməsi daha geniş nitq vəzifəsinin həlli ilə əlaqələndirilir. Məsələn, sifətin öyrədilməsi zamanı şagirdlərdən yalnız əlamət bildirən sözləri seçmək tələb olunmur. Onlar həmin sözlərdən istifadə etməklə əşyanı təsvir edir, təsviri cümlələr qurur, şifahi təqdimat hazırlayır və kiçik mətn yazırlar. Beləliklə, eyni təlim fəaliyyəti həm morfoloji biliklərin, həm söz ehtiyatının, həm də rabitəli nitqin inkişafına xidmət edir.

Vıqotskinin nitq və təfəkkür arasındakı qarşılıqlı əlaqəyə dair yanaşması dilin inkişafetdirici funksiyasını izah etmək üçün mühüm nəzəri əsaslardan biridir (Vıqotski, 1986). Bu yanaşmadan çıxış edərək dil qaydalarının tədrisini şagirdin məna yaratmaq, müqayisə aparmaq, ümumiləşdirmək və fikrini ifadə etmək fəaliyyəti ilə əlaqələndirmək mümkündür.

İntegrativ təşkilin mühüm cəhətlərindən biri dil qaydaları ilə nitq bacarıqları arasında birtərəfli deyil, qarşılıqlı əlaqənin yaradılmasıdır. Dil qaydaları nitqin düzgün və dəqiq qurulmasına kömək etdiyi kimi, şifahi və yazılı nitq fəaliyyəti də şagirdin dil hadisələrini daha dərinlən anlamasına şərait yaradır. Şagird öz mətnini redaktə edərkən cümlə quruluşuna, söz seçiminə, qrammatik uyğunluğa və orfoqrafik normalara diqqət yetirir. Belə fəaliyyət qaydanın mexaniki təkrarından onun şüurlu tətbiqinə keçidi dəstəkləyir.

Dil qaydaları üzrə işin nitqin inkişafı ilə səmərəli integrasiyası bir sıra didaktik prinsiplərə əsaslanmalıdır:

Kommunikativ məqsədyönlülük prinsipi. Öyrənilən hər bir dil qaydası üzrə iş şagirdin yerinə yetirəcəyi konkret nitq vəzifəsi ilə əlaqələndirilməlidir. Şagird qaydanı yalnız öyrənməməli, ondan istifadə etməklə məlumat verməli, təsvir etməli, nəql etməli, müqayisə aparmalı və ya fikrini əsaslandırmaqlıdır.

Dil hadisələrinin müşahidə və tətbiq əsasında mənimsədilməsi prinsipi. Şagirdlərə hazır qaydanı təqdim etməklə kifayətlənmək əvəzinə, mətnlərdə və nitq nümunələrində həmin dil hadisələrini müşahidə etmək, onları müqayisə etmək və nəticə çıxarmaq imkanı verilməlidir. Sonrakı mərhələdə qayda yeni kontekstlərdə tətbiq olunmalıdır.

Nitq fəaliyyətlərinin qarşılıqlı əlaqəsi prinsipi. Dinləmə, danışma, oxu və yazı bacarıqları bir-birindən təcrid olunmamalıdır. Məsələn, mətnin oxunması və müzakirəsindən sonra həmin mətndəki dil vasitələrinin təhlili, mətnin şifahi nəqli və yeni mətnin yaradılması təşkil edilə bilər.

Yaşayış və mərhələlilik prinsipi. Tapşırıqlar sadədən mürəkkəbə doğru qurulmalı, əvvəlcə söz və cümlə səviyyəsində iş aparılmalı, sonra rabitəli mətn yaratma və redaktə fəaliyyətinə keçilməlidir. Tapşırıqların həcmi və çətinliyi şagirdlərin hazırlıq səviyyəsinə uyğunlaşdırılmalıdır.

Fəal iştirak və əməkdaşlıq prinsipi. Cütlərlə və kiçik qruplarla iş, qarşılıqlı sual-cavab, birgə mətn qurma və həmyaşd rəyindən istifadə şagirdlərin dil vasitələrini məqsədyönlü işlətməsinə şərait yaradır.

Formativ qiymətləndirmə və refleksiya prinsipi. Şagirdin yalnız qaydanı yadda saxlaması deyil, onu nitqdə nə dərəcədə düzgün tətbiq etməsi, fikrini ardıcıl ifadə etməsi və öz mətnini təkmilləşdirməsi də qiymətləndirilməlidir. Şagird öz fəaliyyətinə münasibət bildirməli, buraxdığı səhvləri müəyyənləşdirməli və düzəlişlərin səbəbini izah etməlidir.

Bu prinsiplər dil qaydaları üzrə işin nitq fəaliyyəti ilə mexaniki birləşdirilməsindən fərqli olaraq, məqsəd və nəticələr baxımından sistemli integrasiyasını nəzərdə tutur.

Leksik biliklərin öyrədilməsi söz ehtiyatının zənginləşdirilməsinə geniş imkanlar açır. Sözü mənəsinin, sinonim və antonimlərin, çoxmənalı sözlərin, frazeoloji birləşmələrin və sözlərin kontekstdə işlənmə xüsusiyyətlərinin öyrədilməsi nitqin inkişafı üçün vacib aqmillərdəndir. Şagirdin söz ehtiyatının zənginləşdirilməsi yalnız yeni sözlərin yadda saxlanması ilə məhdudlaşmamalıdır. Yeni sözlərin sinonimləri tapdırılmalı, şifahi nitqdə, cümlə qurmaqda, mətn yaratmaqda və fikri dəqiq ifadə etməkdə rolu dəyərləndirilməlidir. Məsələn, “gözəl” sözünün sinonimlərinin müəyyənləşdirilməsi ilə yanaşı, onların müxtəlif kontekstlərdə işlədilməsi də tələb oluna bilər: “gözəl mənzərə”, “qəşəng geyim”, “yaraşlıq oğlan”, “füsunkar təbiət”. Müəllim şagirdlərə söz seçiminin mətnin məzmununa və üslubuna necə təsir etdiyini müşahidə etdirməlidir.

Bu istiqamətdə aşağıdakı tapşırıqlar tətbiq edilə bilər:

- verilmiş sözün sinonim və antonimlərini müəyyənləşdirmək;
- sözləri məna qruplarına ayırmaq;
- kontekstə uyğun sözü seçmək;
- eyni fikri müxtəlif sözlərdən istifadə etməklə ifadə etmək;
- yeni öyrənilmiş sözlərdən istifadə edərək kiçik mətn qurmaq.

Beləliklə, leksik biliklər şagirdin ifadə imkanlarının genişlənməsi ilə əlaqələndirilir.

Morfoloji biliklərin təsviri və nəqli nitqlə əlaqələndirilməsi də mühüm əhəmiyyət kəsb edir. İsim, sifət və feil kimi nitq hissələrinin tədrisi şagirdlərin ətraf aləmi adlandırmaq, əlamətləri təsvir etmək və hadisələri ardıcılıqla nəql etmək bacarıqları ilə əlaqələndirilə bilər. İsimlərin öyrədilməsi zamanı əşya, şəxs və hadisələrin adlandırılması, onların müəyyən mövzu üzrə qruplaşdırılması və həmin sözlərdən istifadə etməklə cümlə qurulması təşkil edilir. Sifətlərin tədrisində təsvir, müqayisə və müşahidə fəaliyyətləri, feillərin tədrisində isə hərəkətlərin və hadisələrin ardıcılıqla nəqli ön plana çəkilir. Məsələn, şagirdlər “Mənim məktəbim” mövzusunda kiçik mətn hazırlayarkən isimlərdən məktəbin hissələrini və əşyalarını adlandırmaq, sifətlərdən onların əlamətlərini təsvir etmək, feillərdən isə məktəbdə baş verən hadisələri ifadə etmək üçün istifadə edə bilərlər. Burada müəllimin vəzifəsi dil qaydalarını mətn yaratma fəaliyyətində görünən və tətbiq olunan vasitələrə çevirməkdir. Eyni zamanda, şagirdlərin mətnində dil vahidlərinin düzgünlüyü ilə yanaşı, fikrin aydınlığı və məzmunun ardıcılığı da nəzərə alınmalıdır.

Sintaktik biliklərin fikrin məntiqi ifadəsi ilə inteqrasiyası vacibdir. Cümlənin quruluşunun, cümlə üzvlərinin və cümlə növlərinin öyrədilməsi şagirdin fikrini tam, aydın və məqsəduyğun ifadə etməsinə kömək edir. Bu sahədə inteqrativ iş cümlələrin genişləndirilməsi, sadə cümlələrin məna əlaqəsinə görə mürəkkəb cümlədə birləşdirilməsi, cümlələr arasında əlaqənin qurulması və mətnin ardıcılığının təmin olunması vasitəsilə təşkil edilə bilər. Bu cür tapşırıqlar şagirdlərə cümlənin yalnız formal xüsusiyyətlərini deyil, informasiyanın ifadəsindəki rolunu da anlamağa imkan verir. Cümlələrin birləşdirilməsi, mətnin planlaşdırılması və redaktə edilməsi yazılı nitqin inkişafına yönəlmiş mühüm fəaliyyətlərdir.

Orfoqrafik qaydaların yazılı nitq və redaktə fəaliyyəti ilə əlaqələndirilməsi inteqrativ yanaşma baxımından əhəmiyyətlidir. Orfoqrafik biliklərin mənimsədilməsi ibtidai siniflərdə yazılı nitqin formalaşdırılmasının vacib komponentidir. Lakin orfoqrafik qaydaların yalnız sözlərin köçürülməsi və səhvlərin düzəldilməsi vasitəsilə öyrədilməsi şagirdin yazılı nitqə yiyələnməsini tamlığı ilə təmin etmir.

İntegrativ yanaşmada orfoqrafik iş mətnin yazılması, yoxlanılması və redaktə edilməsi mərhələlərinə daxil edilir. Şagird yazdığı mətndə orfoqrafik səhvləri müəyyənləşdirir, müvafiq qaydanı xatırlayır, düzəliş edir və həmin düzəlişin səbəbini izah edir. Bu zaman müəllim şagirdlərin səhvlərini yalnız nəticə göstəricisi kimi deyil, növbəti təlim addımlarını müəyyənləşdirmək üçün diaqnostik məlumat kimi də nəzərdən keçirə bilər. Səhvlərin növünə görə qruplaşdırılması və fərdi ehtiyaclara uyğun tapşırıqların hazırlanması təlimin diferensiallaşdırılmasına şərait yaradır.

İntegrativ təlimin təşkili üçün praktik tapşırıq nümunələrini nəzərdən keçirək:

Tapşırıq 1. “Təsvir et”

Məqsəd: sifət haqqında bilikləri möhkəmləndirmək, söz ehtiyatını zənginləşdirmək və təsviri nitqi inkişaf etdirmək.

İşin təşkili: müəllim şagirdlərə ağac, bağ, məktəb həyəti və ya heyvan təsvir edilən şəkil təqdim edir. Şagirdlər şəkildən seçdikləri obyektin əlamətlərini müəyyənləşdirir, uyğun sifətlər seçir və həmin sifətlərdən istifadə etməklə şifahi təsvir hazırlayırlar.

Tapşırığın mərhələləri:

1. Şəkildəki əsas obyekti müəyyənləşdirin.
2. Obyektin ən azı üç əlamətini bildirən söz yazın.
3. Həmin sözlərdən istifadə etməklə üç cümlə qurun.
4. Cümlələri əlaqələndirərək 4–5 cümləlik təsviri mətn yaradın.
5. Mətndə sifətlərin düzgün işlənməsini və cümlələrin ardıcılığını yoxlayın.

Nümunə: “Məktəbimizin həyətinə hündür ağaclar var. Yaşıl ağaclar həyətdə gözəl görünüş verir. Rəngarəng güllər ətrafa xoş ətir yayır. Səliqəli həyat şagirdlər üçün rahat mühit yaradır.”

Metodik şərh: tapşırıq sifətin tapılması ilə kifayətlənmir, onu təsviri mətnin qurulması üçün funksional dil vasitəsinə çevirir. Müəllim şagirdin həm sifətləri düzgün seçməsinə, həm də fikirlərini əlaqəli şəkildə ifadə etməsinə qiymətləndirir.

Tapşırıq 2. “Hadisəni nəql et”

Məqsəd: feilin hərəkət bildirmə xüsusiyyətini mənimsətmək və hadisələrin ardıcıl nəqli bacarığını inkişaf etdirmək.

İşin təşkili: müəllim bir hadisənin müxtəlif mərhələlərini göstərən şəkillər təqdim edir. Şagirdlər şəkilləri ardıcılıqla düzür, hər şəkil üzrə hərəkət bildirən sözlər seçir və hadisəni nəql edirlər.

Tapşırığın mərhələləri:

1. Şəkillərdəki hadisələri müəyyənləşdirin.

2. Hər şəkil üçün bir və ya iki feil seçin.

3. Hadisələri “əvvəl”, “sonra”, “daha sonra”, “nəhayət” sözləri ilə əlaqələndirin.

4. Hadisəni şifahi nəql edin.

5. Nəqlinizi yazılı formada təqdim edin və feillərin məzmununa uyğunluğunu yoxlayın.

Nümunə: “Əvvəlcə Aysel toxumları torpağa əkdə. Sonra onları suladı. Bir neçə gündən sonra torpaqdan balaca cücərtilər çıxdı. Aysel hər gün bitkinin böyüməsini müşahidə etdi.”

Metodik şərh: tapşırıq morfoloji biliklərlə mətnin zaman ardıcılığı arasında əlaqə yaradır. Şagird feilləri müəyyənləşdirməklə yanaşı, onları hadisənin məntiqinə uyğun seçir və rəbitəli mətn yaradır.

Tapşırıq 3. “Cümləni genişləndir, fikrini dəqiqləşdir”

Məqsəd: cümlə quruluşu haqqında bilikləri möhkəmləndirmək və fikrin daha dəqiq ifadəsini təmin etmək.

Başlanğıc cümlə: “Uşaq kitab oxuyur.”

Tapşırıq: cümləni məna baxımından genişləndirin, lakin əsas fikri qoruyun.

Mümkün variant: “Balaca uşaq axşam evdə maraqlı bir nağıl kitabı oxuyur.”

Sonra şagirdlər aşağıdakı suallara cavab verirlər:

- Cümlədə kimdən bəhs olunur?
- Hansı hərəkət ifadə edilir?
- Yeni əlavə olunan sözlər fikri necə dəqiqləşdirir?
- Bu cümlədən istifadə etməklə daha iki cümlə qurmaq mümkündürmü?

Metodik şərh: cümlənin genişləndirilməsi şagirdin söz seçimini, sintaktik imkanlarını və məlumatı daha dolğun ifadə etmək bacarığını inkişaf etdirmək üçün istifadə olunur. Tapşırıq sinif səviyyəsinə uyğunlaşdırılaraq sadədən mürəkkəbə doğru genişləndirilə bilər.

Tapşırıq 4. “Sözdən mətnə”

Məqsəd: leksik bilikləri, cümlə qurma və rəbitəli mətn yaratma bacarıqlarını integrativ şəkildə inkişaf etdirmək.

Şagirdlərə aşağıdakı sözlər təqdim edilir: *bağ, çiçək, yaşıllıq, əkmək, sulamaq, sevinmək.*

Tapşırığın icrası:

1. Sözləri isim, sifət və feil qruplarına ayırın.
2. Hər qrupdan seçilmiş sözlərlə cümlələr qurun.
3. Cümlələri məna ardıcılığına görə düzün.
4. “Bağda bir gün” mövzusunda kiçik mətn yaradın.
5. Mətnə sözlərin düzgün işlənməsini və cümlələr arasındakı əlaqəni yoxlayın.

Metodik şərh: tapşırıq dil vahidlərinin tanınmasından onların kommunikativ məqsədlə istifadəsinə keçidi təmin edir. Şagird eyni zamanda söz qruplarını müəyyənləşdirir, cümlə qurur və müstəqil mətn yaradır.

Dil qaydaları üzrə işin nitqin inkişafı ilə integrasiyasını təmin etmək üçün dərs bir-birini tamamlayan mərhələlər üzrə təşkil edilə bilər.

Birinci mərhələ – motivasiya və nitq situasiyasının yaradılması. Müəllim şəkil, qısa mətn, problemli sual və ya gündəlik həyatla əlaqəli situasiya təqdim edir. Şagirdlər mövzu haqqında danışır və əvvəlki biliklərini səfərbər edirlər.

İkinci mərhələ – dil hadisəsinin müşahidəsi. Şagirdlər verilmiş cümlə və mətnlərdə öyrənilən dil vahidlərini müəyyənləşdirir, onların funksiyasını müqayisə edir və müəllimin istiqamətləndirici sualları əsasında nəticə çıxarırlar.

Üçüncü mərhələ – qaydanın mənimsənilməsi və dəqiqləşdirilməsi. Müəllim şagirdlərin müşahidələrini sistemləşdirir, qaydanı yaş səviyyəsinə uyğun şəkildə ümumiləşdirir və anlaşılmayan məqamları izah edir.

Dördüncü mərhələ – kommunikativ tətbiq. Şagirdlər öyrəndikləri qaydanı şifahi təqdimat, dialoq, təsviri mətn, nəql və ya yaradıcı yazı vasitəsilə tətbiq edirlər.

Beşinci mərhələ – redaktə və qarşılıqlı rəy. Şagirdlər öz mətnlərini və ya yoldaşlarının işlərini müəyyən meyarlar əsasında yoxlayır, düzəlişlər edir və seçdikləri dil vasitələrinin məqsədəuyğunluğunu izah edirlər.

Altıncı mərhələ – qiymətləndirmə və refleksiya. Müəllim dil qaydasının mənimsənilməsini, onun nitqdə tətbiqini və mətnin keyfiyyətini ayrı-ayrı, lakin qarşılıqlı əlaqəli meyarlarla qiymətləndirir. Şagirdlər nələri öyrəndiklərini və hansı sahədə dəstəyə ehtiyac duyduqlarını müəyyənləşdirirlər.

Bu model dəyişməz alqoritm kimi deyil, müəllimin təlim məqsədinə, öyrədəcəyi mövzuya və şagirdlərin hazırlıq səviyyəsinə uyğunlaşdıracağı metodik nümunə kimi qəbul edilməlidir.

İntegrativ təlimdə qiymətləndirmənin yalnız qaydanın yadda saxlanılmasına əsaslanması təlimin məqsədlərini tam əks etdirmir. Şagirdin dil biliyini real nitq fəaliyyətində tətbiq etməsi ayrıca qiymətləndirmə meyarı kimi müəyyənləşdirilməlidir.

Təklif olunan meyarlar aşağıdakılardır:

1. Dil qaydasını anlama: şagird müvafiq dil vahidini tanıyır və onun əsas xüsusiyyətlərini izah edir.
2. Düzgün tətbiq: öyrəndiyi qaydadan cümlə və mətn qurarkən istifadə edir.
3. Söz seçimi: mövzuya və məzmunu uyğun sözlər seçir, öyrəndiyi sözləri yerində işlədir.
4. Məntiqi ardıcılıq: fikirlərini bir-biri ilə əlaqələndirir və hadisələri uyğun ardıcılıqla nəql edir.
5. Nitqin aydınlığı: fikirlərini şifahi və yazılı formada anlaşıqlı ifadə edir.
6. Redaktə və özünüqiymətləndirmə: səhvləri müəyyənləşdirir, düzəliş edir və seçimini izah edir.

Bu meyarların tətbiqi üçün dörd səviyyəli şərti rubrikdən istifadə etmək mümkündür:

Meyar	Yüksək səviyyə	Orta səviyyə	Dəstəyə ehtiyac var
Qaydanın tətbiqi	Qaydanı müstəqil və düzgün tətbiq edir	Bəzi səhvlərlə tətbiq edir	Müəllim dəstəyi ilə tətbiq edir
Mətnin ardıcılığı	Fikirlər məntiqi və əlaqəli təqdim olunur	Bəzi əlaqə pozuntuları var	Fikirlərin ardıcılığı zəifdir
Söz seçimi	Mövzuya uyğun və rəngarəng sözlər seçir	Söz seçimi qismən məhduddur	Söz seçimi üçün əlavə istiqamətləndirmə lazımdır
Redaktə	Səhvləri müstəqil tapır və izah edir	Bəzi səhvləri köməklə düzəldir	Səhvləri müəyyənləşdirməkdə çətinlik çəkir

Cədvəldəki rubrik praktik istifadə üçün təklif olunan nümunədir. Təbii ki, onun tətbiqi zamanı hər müəllim sinif səviyyəsini, tapşırığın həcmi və konkret təlim nəticələrini nəzərə almalıdır. Qiymətləndirmənin əsas məqsədi şagirdləri yalnız nəticəyə görə sıralamaq deyil, onların növbəti inkişaf addımlarını müəyyənləşdirməkdir. Müəllim qaydanın mənimsənilməsində çətinlik çəkən şagirdə əlavə nümunələr, mətn qurmaqda çətinlik çəkən şagirdə isə plan, açar sözlər və ya cümlə başlanğıcları təqdim edə bilər.

Nəzəri-metodik təhlil göstərir ki, dil qaydalarının nitq inkişafı ilə integrasiyası dil bilikləri və kommunikativ bacarıqlar arasında funksional əlaqənin yaradılmasını tələb edir. Belə yanaşmada şagirdin fəaliyyəti yalnız dil vahidlərini seçmək və təsnif etməkdən ibarət qalmır; o, həmin vahidləri mənə yaratmaq, məlumat vermək, təsvir etmək, hadisələri nəql etmək və yazılı fikrini təkmilləşdirmək üçün istifadə edir.

Bu metodik istiqamət dil təliminin kommunikativ məqsədyönlülüüyü ilə uzlaşır. Təqdim edilən tapşırıq nümunələrinin metodik üstünlüyü ondan ibarətdir ki, hər birində dil qaydasının mənimsənilməsi ilə konkret nitq

nəticəsi əlaqələndirilir. Bununla yanaşı, integrativ təlimin uğuru yalnız tapşırığın formasından asılı deyil. Müəllimin verdiyi geribildirim, şagirdlərin əvvəlki bilikləri, fərdi dil ehtiyacları, təlim vaxtı və istifadə edilən mətnlərin keyfiyyəti də nəzərə alınmalıdır.

İnteqrasiya dil qaydalarının sistemli şəkildə öyrədilməsindən imtina kimi başa düşülməməlidir. Əksinə, qayda aydın şəkildə mənimsədilməli, sonra müxtəlif kontekstlərdə tətbiq edilməli və təkrar fəaliyyətlər vasitəsilə möhkəmləndirilməlidir. Bu baxımdan daha məqsədəuyğun yanaşma dil qaydasının izahını, müşahidəni, praktik tətbiqi və nitq məhsulunun təhlilini vahid təlim ardıcılığında birləşdirməkdir.

Məqalədə təqdim olunan müddəalar integrativ yanaşmanın effektivliyini empirik olaraq sübut edən nəticələr deyil, mövcud nəzəri baxışlardan və metodik təhlildən irəli gələn əsaslandırılmış təkliflərdir. Gələcək tədqiqatlarda bu modelin müxtəlif siniflərdə tətbiqi, şagirdlərin yazılı və şifahi nitq nümunələrinin müqayisəli təhlili və qiymətləndirmə meyarlarının etibarlılığının yoxlanılması məqsədəuyğun olardı.

Nəticə olaraq qeyd edə bilərik ki, ibtidai məktəbdə dil qaydaları üzrə işin nitqin inkişafı ilə integrativ təşkili Azərbaycan dili təliminin kommunikativ və inkişafetdirici imkanlarını genişləndirən mühüm metodik istiqamətdir. Nəzəri-metodik təhlil əsasında aşağıdakı nəticələrə gəlmək mümkündür:

Birincisi, dil qaydalarının mənimsədilməsi onların yalnız nəzəri şəkildə izahı və formal çalışmalarla möhkəmləndirilməsi ilə məhdudlaşdırılmamalıdır. Şagird öyrəndiyi qaydanı şifahi və yazılı nitq fəaliyyətində tətbiq etməlidir.

İkincisi, leksik, morfoloji, sintaktik və orfoqrafik biliklərin nitq inkişafı ilə əlaqələndirilməsi söz ehtiyatının zənginləşdirilməsi, təsviri və nəqli nitqin qurulması, cümlələrin məntiqi cəhətdən əlaqələndirilməsi və yazılı mətnin redaktəsi üçün əlverişli imkanlar yaradır.

Üçüncüsü, integrativ təlimin səmərəli təşkili kommunikativ məqsədyönlülük, yaşayış uyğunluq, mərhələlilik, şagird fəallığı, nitq fəaliyyətlərinin əlaqələndirilməsi və formativ qiymətləndirmə prinsiplərinə əsaslanmalıdır.

Dördüncüsü, qiymətləndirmədə dil qaydasının mənimsənilməsi ilə yanaşı, onun nitqdə düzgün tətbiqi, fikrin aydınlığı, mətnin ardıcılığı və şagirdin redaktə bacarıqları da nəzərə alınmalıdır.

Beşincisi, integrativ təlimin praktik tətbiqi müəllimdən dil qaydası üzrə təlim məqsədini konkret nitq nəticəsi ilə əlaqələndirməyi, uyğun mətn və tapşırıqlar seçməyi, eləcə də şagirdlərin fərdi ehtiyaclarına uyğun geribildirim verməyi tələb edir.

Beləliklə, dil qaydaları üzrə işin nitqin inkişafı ilə integrativ təşkili dil haqqında biliklərin funksional istifadəsinə istiqamətlənən metodik yanaşma kimi səciyyələndirilə bilər. Təklif olunan modelin real təlim

şəraitində səmərəliliyinin müəyyənləşdirilməsi üçün gələcəkdə sinif müşahidələri, şagird işlərinin təhlili və müqayisəli pedaqoji tədqiqatların aparılması məqsəduyğundur.

İstifadə edilmiş ədəbiyyat:

1. Azərbaycan Respublikasının ümumtəhsil məktəbləri üçün Azərbaycan dili fənni üzrə təhsil proqramı (kurikulumu) (I-IV siniflər). Bakı, 2012
2. Balıyev H. Orta məktəbdə Azərbaycan dilinin tədrisi metodikası. Bakı, 2003
3. Əhmədov B. Ana dili dərslərində şagirdlərin nitqini inkişaf etdirmək yolları. Bakı: Maarif, 1987
4. Həsənov M.M., Cəfərova N.B.İbtidai siniflərdə Azərbaycan dilinin tədrisi metodikası (Dərslik). II hissə. – Bakı: Mütərcim, 2013, 412 s.
5. Həsənov M.M., Cəfərova N.B., Bəhmənova C.D. İbtidai sinif müəllimləri üçün kurikulumun məzmunu və həyata keçirilməsi yolları. Bakı: Elm və təhsil, 2014, 70 s.
6. Kərimov Y.Ş. İbtidai siniflərdə ana dili dərslərində lüğət işinin əsasları. Bakı, 1978
7. Ümumi təhsil pilləsinin dövlət standartı və proqramları (kurikulumları) // Kurikulum, 2010, № 3, s.117-130
8. Council of Europe. (2020). *Common European Framework of Reference for Languages: Learning, Teaching, Assessment – Companion Volume*. Strasbourg: Council of Europe Publishing. <https://book.coe.int/en/education-and-modern-languages/8150-common-european-framework-of-reference-for-languages-learning-teaching-assessment-companion-volume.html>
9. National Reading Panel. (2000). *Teaching Children to Read: An Evidence-Based Assessment of the Scientific Research Literature on Reading and Its Implications for Reading Instruction*. Washington, DC: National Institute of Child Health and Human Development. <https://www.nichd.nih.gov/publications/pubs/nrp/intro>
10. Vygotsky, L. S. (1986). *Thought and Language* (A. Kozulin, Ed. & Trans.). Cambridge, MA: MIT Press.

ƏDƏBİYYATŞÜNASLIQDA XARAKTER VƏ MİLLİ XARAKTER PROBLEMİ

Ulduz Fərhad Qəhrəmanova, filologiya üzrə fəlsəfə doktoru,

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti, “Ədəbiyyat” kafedrasında dosent

ulduzkahraman1@gmail.com

Orcid ID: 0009-0003-4418-9319

Abstrakt:

Əsərdəki hər bir surət bir xarakterdir. Surətlərin fərdi xüsusiyyətlərinin məcmusu xarakteri əmələ gətirir. Xarakter bir surəti digər surətdən fərqləndirir. Hər bir surətin özü müəyyən xarakterə malikdir. Xarakter fərdi və konkretidir. Xarakter-bədii əsərdə ətraflı, mükəmməl, hərtərəfli işlənmiş insan surəti olub yazıçı təfəkkürünün məhsuludur. Hər cür personajı xarakter adlandırmaq olmaz. Xarakter fərdi xüsusiyyətlərin məcmuəsidir. Xarakter daha çox insan obrazına-surətə aiddir. Lakin xarakter müəyyən dərəcədə heyvan yaxud təbiət obrazına da aid ola bilər.

Xarakterin ən yüksək zirvəsi milli xarakterdir. Milli xarakter xalqın milli mənəviyyatının fərdi daşıyıcısı, bədii psixoloji anlayışdır. Millilik surətin milli keyfiyyətlərini özündə səciyyələndirməkdir. Xarakterdə milli cəhətlərin mövcudluğu qanunauyğun haldır. Milli xarakter hər bir xalqın milli xüsusiyyətlərini özündə əks etdirən obrazdır. Milli xarakterli obraz aid olduğu xalqın məişətini, adət-ənənələrini, onun psixologiyasını, illərin sınağından çıxmış əxlaq normalarını özündə əks etdirən obrazdır.

Açar sözlər: xarakter, milli xarakter, milli xarakterin ifadə vasitələri, milli xarakterin tənəzzülü

THE PROBLEM OF CHARACTER AND NATIONAL CHARACTER IN LITERARY STUDIES

Ulduz Farhad Kahramanova, PhD in Philology,

Associate Professor at the Department of Literature, Azerbaijan State Pedagogical University

ORCID ID: 0009-0003-4418-9319

Abstract:

Every figure in a literary work constitutes a "character." The sum of a figure's individual traits forms their character. Character serves to distinguish one figure from another; every figure possesses a specific character. Character is individual and concrete. In a literary work, a "character" refers to a human figure that is developed in a detailed, complete, and multifaceted manner—it is a product of the author's creative thinking. Not every type of character (or persona) can be classified as a "character" in this specific sense. A character is an aggregate of individual traits. While the term primarily applies to human figures, it can, to a certain extent, also apply to representations of animals or elements of nature.

The highest manifestation of character is "national character." National character is an artistic and psychological concept; it represents an individual embodiment of a people's national spirit and ethos. "National quality" (or *millilik*) refers to the presence of specific national traits within a character. The presence of national traits within a character is a natural phenomenon. National character is a portrayal that reflects the specific national features of a given people. Such a character embodies the way of life, customs and traditions, psychology, and moral norms—tested by time—of the nation to which it belongs.

Keywords: character, national character, means of expressing national character, decline of national character

Surət-xarakter-tip surətin keçdiyi inkişaf yoludur. Bunlar öz səciyyəsinə görə bir-birindən fərqlənir. Bütün tiplər surət olduğu halda, bütün surətlər tip ola bilməz. Yaradıcılıq prosesində surətlər mənə cəhətdən də 2 yerə ayrılır:

- 1.Surətlərin **dar mənası- xarakteri** əmələ gətirir.
- 2.Surətlərin **geniş mənası-tipi** əmələ gətirir.

Bədii ədəbiyyatda xarakter hər bir əsər cəmiyyətin, həyatın, tarixin güzgüsüdür. Bədii əsər həyat hadisələrinin obrazlı ifadəsidir. Lakin hər bir əsərdə həyat hadisələri olduğu kimi verilmir, yazıçı tərəfindən müdaxilə edilir. Bədii əsərdə həyat hadisələri öz ifadəsini surətlərdə, obrazlarda tapır. Yazıçı həyat faktlarını, hadisələri ümumiləşdirir, onu surətlər fonunda oxucuya çatdırır.

Əsərdəki hər bir surət bir xarakterdir. Surətlərin fərdi xüsusiyyətlərinin məcmusu xarakteri əmələ gətirir. Xarakter bir surəti digər surətdən fərqləndirir. Hər bir surətin özü müəyyən xarakterə malikdir. **Xarakter fərdi və konkretir.** Xarakter-bədii əsərdə ətraflı, mükəmməl, hərtərəfli işlənmiş insan surəti olub yazıçı təfəkkürünün məhsuludur. Hər cür personajı xarakter adlandırmaq olmaz. **Xarakter fərdi xüsusiyyətlərin məcmuəsidir. Xarakter daha çox insan obrazına-surətə aiddir. Lakin xarakter müəyyən dərəcədə heyvan yaxud təbiət obrazına da aid ola bilər.** Məsələn: Elçinin “Dolça” povestinin qəhrəmanı olan sədaqətli bağ iti haram tikəyə aşiq olub tədricən xarakterini itirir, yaltaq və sümsük bir varlığa çevrilir.

Tipik şəraitdə tipik xarakterlərin yaradılması tənqidi realizmin başlıca xüsusiyyətidir. Ədəbiyyatda tipik xarakter insan surətlərinin ən kamil formasıdır. Xarakter sırf psixoloji anlayışdır. Bədii əsərdə surətin xarakterə çevrilməsi surətin amal, məqsəd uğrunda ehtirasla, qətiyyətlə mübarizə aparmasından irəli gəlir. Bədii xarakter çətinliyə düşəndə, mürəkkəb xasiyyətli adamlarla qarşılaşanda yenə də öz məqsədi naminə mübarizə aparmalıdır. Yəni **xarakter çətinliyə düşməsinə baxmayaraq amal, məqsəd uğrunda mübarizə aparmaqla formalaşır. Yəni bədii əsərdə xarakteri xarici konflikt müəyyənləşdirir.**

Hələ eradan əvvəl Qədim Yunan ədəbiyyatında xarakterlə bağlı nəzəri məlumatlara rast gəlmək mümkündür. Məsələn: e.ə. IV əsrdə yazılmış **Aristotelin “Poetika” əsərində xarakter 4 cəhətlə** göstərilmişdir:

- 1.Xarakterdə nəciblik
- 2.Xarakter yaraşmalıdır.
3. Xarakter həqiqətə uyğun olmalıdır.
4. Xarakter ardıcılığı gözləməlidir.

Xarakterin ən yüksək zirvəsi milli xarakterdir. Milli xarakter xalqın milli mənəviyyatının fərdi daşıyıcısı, bədii psixoloji anlayışdır. **Millilik** surətin milli keyfiyyətlərini özündə səciyyələndirməkdir. **Xarakterdə milli cəhətlərin mövcudluğu qanunauyğun haldır.** Milli xarakter hər bir xalqın milli xüsusiyyətlərini özündə əks etdirən obrazdır. Milli xarakterli obraz aid olduğu xalqın məişətini, adət-ənənələrini, onun psixologiyasını, illərin sınağından çıxmış əxlaq normalarını özündə əks etdirən obrazdır.

Milli xarakter milli-mənəvi dəyərləri, milli mentaliteti özündə cəmləşdirən obrazdır. Məsələn: İsmayıl Şıxlının “Dəli Kür” romanında Cahandar ağa milli xarakterdir. Bu əsərdə milli xarakterli insanların yumruq kimi birləşib müstəmləkələrə qarşı birləşməsi açıq-aydın görünür. İsmayıl Şıxlının “Dəli Kür” romanı əslində tarixi-siyasi romandır. Burada tarixi faktlar olmasa da, ancaq o dövrün tarixi ruhunu görmək mümkündür, yəni qeyri-sənədlilik prinsipi ilə yazılan romandır.

Ədəbiyyatşünas Təyyar Salamoğluyla görə, Cahandar ağa xalqın yükünü çəkir. Düzdür, Cahandar ağanın Mələyi qaçırması Cahandar ağanın milli xarakterik obraz olmasına kölgə salır və tənqidçilər arasında mübahisə yaradır. Ədəbiyyatşünas Təyyar Salamoğluyla görə, Mələyin qaçırılması Cahandar ağanın baş töhməti idi. Əsər də məhz Mələyin qaçırılması epizodu ilə başlayır. Xatırladaq ki, Cahandar ağa Mələyi birinci dəfə gördüyündə yox, ikinci dəfə gördüyündə qaçırır. I dəfə Cahandar ağa Mələyi namünasib vəziyyətdə görsə də özünü yığır, II dəfə gördüyündə Mələk Kür qırağında paltar yuyurdu. Bu dəfə də namünasib vəziyyətdə idi. Cahandar ağa daha bu dəfə özünü idarə edə bilmir və Mələyi qaçırır. Cahandar ağanın bu hadisəyə görə namussuz damğalanması çağdaş düşüncə tərzidir. Cahandar ağa öz səhvini başa düşmüşdür və öz səhvini də Mələyin üstünə yıxmaq istəmirdi. Hətta səhvini düzəltmək üçün Mələyə geri qayıtmağa da icazə verir. Ancaq Mələk qayıtmır. Çünki nəinki XIX əsrdə, hətta yaxın çağdaş dövrdə də Mələyin belə hadisədən sonra geri qayıtması onun üçün faciə idi. Cahandar ağa da bilirdi ki, bu onun öz səhvidir. Səhvinin bədəlini də Mələk yox, özü ödəməli idi.

Mənə görə, Cahandar ağa milli xarakter yox, xarakterində millilik keyfiyyətləri nisbətən üstünlük təşkil edən ziddiyyətli obrazdır. Cahandar ağanın kişilik təhtəşüuruna sığmayan etdiyi səhvin bədəlini təkcə özü yox, özü ilə bərabər pərəm-puç düşən ailəsi də ödədi. Düzdür, Cahandar ağanın xarakterində milli elementlər üstünlük təşkil edir. Lakin onun bir kişi kimi etdiyi səhv türk xalqının təhtəşüurunda qəbul edilməzdir. Türk təhtəşüurunda ailə, namus, kişilik əsas elementdir. Və bir türk kişisi bir başqa kişiye aid qadının qolundan tutub qaçırmayı özünə və qarşı tərəfə layiq görə bilməz. Bu millilik təhtəşüuruna sığmır.

Müstəqillik dövrü Azərbaycan ədəbiyyatında milli xarakterlərin ifadə vasitələri və tənəzzülü:

Ədəbiyyat və sənət milli ideologiyadan qidalanır. Milli kimliyin ifadəsi folklorda və yazılı ədəbiyyatda müşahidə edilir. Hər bir ədəbiyyat nümunəsində özünün yarandığı dövrünün milli xüsusiyyətlərini özündə daşıdığına şahidi oluruq. Milli xarakter ideologiya ilə bağlıdır. Milli xarakterdəki millilik estetik kateqoriyadır. Avropalaşmağa, qərbləşməyə olan meyillilik xarakteri millilikdən uzaqlaşdırır. Həmişə kənar qüvvələr xalqın özünə aid olan “milli kimliyini unutdurmağa” çalışır. XX əsrin sonlarına kimi Rusiyanın idarəçiliyi altında azərbaycanlılara qarşı milli kimliyin unutdurulması, toplumun bütünlüklə manqurtlaşdırılması siyasətini yürüdükdü. Lakin azərbaycanlılar həmişə öz milli kimliyini unutmamağa, qorumağa çalışmışlar.

Bəşəriyyə gedən yol millilikdən keçir. Məlumdur ki, türk xalqlarının milli xarakteri vahid ümumtürk ideologiyasından, psixologiyasından, fəlsəfəsindən qaynaqlanır. Xarakterin ən yüksək zirvəsi milli xarakterdir. Milli xarakter aid olduğu xalqın milli mədəniyyətinin fərdi daşıyıcısı, bədii psixoloji anlayışıdır. Ümumtürk milli kimliyin “təməl kimliyi”nə, yəni “milli kimliyi”nə daxildir:

- Ailə
- Din
- Soykök
- Milli-mənəvi dəyərlər (inanclar)
- Adət-ənənələr

Məlumdur ki, yazıçı milli xarakteri bədii əsərə gətirməklə ilk olaraq tarixi-milli dəyərləri qabardır. Ədəbiyyatşünaslıqda da millilik milli atributlarla müəyyənləşir. Azərbaycan ədəbiyyatında milli xarakterləri müəyyənləşdirən atributlar ümumtürk düşüncə tərzinin milli-etnik mənsubiyyətidir. Və həmin milli-etnik mənsubiyyətə daxil olan dəyərlər sistemi bunlardır: ar, namus, ismət, hörmət, qadına hörmət, qohumluq əlaqələrinə bağlılıq və s. kimi dəyərlər sistemindən ibarətdir.

Bəşəriyyətə gedən yol bütün tarixi zamanlarda millilikdən keçmişdir. Bədii əsərlərdə milli mənəvi özünüdərk ideyası milli-xarakterin başlıca xüsusiyyəti kimi xarakterizə edilir. Bu da milli yaddaşa, tarixi keçmişə, ümumtürk psixologiyasına bağlılıq deməkdir. Dünya və zaman dəyişir. Dəyişməyən isə milli-mənəvi dəyərlərdir. Milli mentalitet xalqın, millətin dəyərlər sistemidir. Ümumtürk milli mentalitetinə daxil olan milli dəyərlər sistemi: ailəyə sadıqlıq, namus-qeyrətin qorunması, adət-ənənəyə, ümumtürk qayda-qanuna əməl edilməsi və sözdə həddini aşmamaq və s. dəyərlər sistemi türk kişisini xarakterizə edən ən ali və vacib cizgilərdir. Beləliklə, ümumtürk milli kimliyin “təməl kimliyi” yəni “milli kimliyi”nə daxil olan amillər: ailə, din, soykök, milli-mənəvi dəyərlər, yəni inanclar, adət-ənənələrdir.

Milli xarakter milli dəyərlər sistemi çərçivəsində obrazın xarici və daxili konfliktləri ilə öz mahiyyətini ortaya qoyur. Milli xarakterin ifadə vasitələri:

1.Obrazın daxili dünyasını tamamlayan milli detallar. Bu da obrazın milli dəyərlər və adət-ənənələrlə möhkəm bağlılığında müəyyənləşir. Bu milli detallara daxildir: kəlağayı, toy günü əllərin xına ilə bəzədilməsi, ər evinə cəhiz aparılması və s. Bu milli mənəvi detallar milli mənəvi meyarlarla ölçülür. Milli-mənəvi meyarlar da əsərlərdən bəri xalqın mənəvi həyatına, psixologiyasına hopmuş genetik kodlardır. Milliliyin meyarları xalqın taleyini, tarixini, etnoqrafiyasını, milli ruhunu, psixologiyasını, milli dəyərləri özündə cəmləşdirmək deməkdir.

2.Obrazın zahiri dünyasını tamamlayan detallar: Bu da obrazın geyim, davranış və s. mədəniyyəti ilə müəyyənləşir.

Muhsin Kadioğlu “türk kimdir?” sualına belə cavab verir. “Türklər tarixi keçmişinə sadıq olan, varislik ənənələrini qoruyub saxlayan millətdir. Türk olaraq tarixi ilə qürur duymaq deməkdir”. (Şəfizadə Sima, 2022, s.98)

Milli xarakter insanın milli özünü dərkinin, mənliyinin, şəxsiyyətinin, milli-mənəvi dəyərlərə sadıqlığının, milli ənənələrə bağlılığının göstəricisidir. Milli özünəməxsusluq milli ideologiya ilə bağlı olmalıdır. Millətin milli təfəkkürünü, milli psixologiyasını formalaşdıran meyarlara daxildir:

1. Milli xarakter
2. Milli hisslər
3. Milli özünüdərk

Azərbaycan ədəbiyyatında da bu meyarlara cavab verən bədii əsər nümunələri yaratmaq Müstəqillik dövrü sənətkarlarının yaradıcılığından qırmızı xətlə keçməlidir. Milli xarakter milli ideologiya ilə qarşılıqlı əlaqədədir. Milli xarakter milli mentalitet, milli adət-ənənələrlə bağlı obrazdır. Milli xarakterli insanlar milli-genetik yaddaşı oyaq olan, özündə milli mənlilik, milli özünüdərk hisslərini formalaşdıran obrazlardır. Milli xarakter aid olduğu toplumun (cəmiyyətin) bütün inanclarını, dilini, mədəniyyətini, adət-ənənələrini, yaddaşı özündə daşıyır, həmçinin gələcək nəsillərə ötürür. Milli kimliyin formalaşmasında dil, mədəniyyət, ədəbiyyat faktoru xüsusi rol oynayır.

Ümumtürk xalqlarının milli xarakteri vahid ümumtürk ideologiyasından, psixologiyasından, fəlsəfəsindən qanaqlanır. Ümumtürk milli xarakterin, milli xüsusiyyətlərin göstəriciləri bunlardır: Mərdlik, cəngavərlik, kosmopolitizm, qadına hörmət kimi amillər bu gün də ümumtürk təhtəşüuruda qorunmaqdadır. Milli kimliyini dərk edən fərd bədii əsərdə milli xarakter səviyyəsinə qədər yüksələ bilər. Milli xarakter millətin psixologiyasından doğan xarakterdir.

Millət kimi formalaşmaq üçün milli-mənəvi birlik, milli şüurun formalaşması əsas şərt idi. Millət məfhumunu təşkil edən əlamətlərdən biri milli özünüdərkdir. Milli özünüdərk özünün bu və ya digər millətə mənsub olduğunu şüurlu olaraq anlamaqdır.

Milli xarakterli obraz aid olduğu xalqın məişətini, adət-ənənələrini, onun psixologiyasını, illərin sınağından çıxmış əxlaq normalarını özündə əks etdirən obrazdır. Təbii ki, qloballaşmanın gətirdiyi yeniliklər, köklü ideoloji dəyişikliklər xarakteri millilikdən uzaqlaşdırmağa başladı. Bədii mətnlərdə “qlobal dünya insanı” modeli yaradıldı ki, o da millilikdən, milli özünüdərkdən və özünüifadədən, milli xarakterik cizgilərdən uzaq idi. Müstəqillik dövründə nəsr əsərlərində milli cizgilərdən, milli xüsusiyyətlərdən və milli kimlikdən uzaqlaşan xarakterlər sosial və psixoloji problemlər fonunda təsvir edilməyə başlandı.

Milli xarakter hər bir xalqın milli xüsusiyyətlərini özündə əks etdirən obrazdır. Azərbaycan ədəbiyyatında 1995-2015-ci il milli xarakterlərin dəyişikliyə uğrama dövrü idi. Məlumdur ki, psixoloji

problemlər yaşayan obrazlar millilikdən uzaqlaşan obrazlar hesab edilir. Millilikdən uzaqlaşmanın müşahidə edildiyini göstərə bilən amillər:

- Bütün dünyada gedən qloballaşma prosesinin təsiri altında xarakterlərdə millikdən uzaqlaşma
- Müasir insanın müasir cəmiyyətdə Qərbi dünyasına inteqrasiyası
- Hərbi münaqişələr

Azərbaycan ədəbiyyatında 1995-2015-ci illərdə yaradılan bədii əsərlərdə tənəzzülə uğramağa başladı. Milli xarakter milli-mənəvi dəyərləri, milli mentaliteti özündə cəmləşdirən obrazdır.

Müstəqillik dövrü Azərbaycan ədəbiyyatında milli xarakterin tənəzzül səbəbləri:

1.1 Qarabağ müharibəsi: Məlumdur ki, Müstəqil Azərbaycan ədəbiyyatı dövründə milli xarakterin formalaşmasında müharibə və ictimai-siyasi amillərin ruhu danılmaz faktıdır. Belə ki, 1988-1994-cü illərdə Azərbaycan dövləti üçün ağır illər idi. I Qarabağ müharibəsinin ağrı-acısı, torpaq itkisi, bu hadisələri yaşayan insanların keçirdiyi psixoloji sarsıntılar bundan qaynaqlanan özünüdərk, mənəviyyat problemləri bu dövr ədəbiyyatının mövzusu idi. Qaçqın statusu daşıyan obrazlar aşırı dərəcədə zavallı xarakter ilə ədəbiyyata daxil oldu. Müharibə mövzusu I Qarabağ müharibəsindən sonra daha da aktuallaşdı. Müharibə insanlığa, mədəniyyətə ziyan vurdu. Belə ki, müharibə və reallıqlar, döyüş dəhşətləri, qaçqınlıq statusu və bunun vurduğu psixoloji zərbələr obrazların xarakterinə təsir etdi, beləliklə, milli xarakterdə dəyişikliklər etməyə başladı. Ona görə də 1988-1994-cü il Azərbaycan ədəbiyyatında “milli xarakterin dəyişikliyə uğradığı dövrü” kimi xarakterizə edilir. Azərbaycan nəsr əsərlərində 1990-cı illərdən sonra milli xarakterin tənəzzülə uğrama səbəbi hərbi münaqişələrlə bağlı idi. Belə ki:

- Azərbaycanda yaşanan ictimai-siyasi hadisələr
- I Qarabağ müharibəsindəki məğlubiyyət
- Torpaq itkisi, qaçqınların paytaxta axını
- Sosial-iqtisadi problemlər və bunun nəticəsi
- Psixoloji sarsıntılar və ruh düşgünlüyü və s.

Bu kimi hadisələr: özünəqapanma, biganəlik, millilikdən uzaqlaşma, mənəvi tənəzzül kimi psixoloji problemlər milli xarakterləri tənəzzülə uğrattı. Təbii ki, 1990-cı illər tarixi mərhələdə yaradılan xarakterlərdə bədbinlik əhvali-ruhiyyəsi, çabalama həyatı, gələcəyə bədbin baxış, qələbə ilə bağlı ümitsizliklər cərgəsində dayanmaq müşahidə edilirdi. Millilik vətənin, türk və müsəlman dünyasının tərəqqisi, gələcəyi uğrunda mübarizə, bunun üçün milli, türkçülük və ümmətçilik düşüncəsi nümayiş etdirmək zərurətidir.

2. “Qloballaşan insan modeli” : Qloballaşan prosesdə “dünya insanı” modeli üçün “dəyərlər” müəyyənləşdirmişdir. Şərq və Qərb dəyərini qarşı-qarşıya gətirməklə xarakterləri millilikdən, milli kimlikdən uzaqlaşdırdı. Yazıçı həyat faktlarını, hadisələri ümumiləşdirir, onu surətlər fonunda oxucuya çatdırır. Bu baxımdan müasir nəsr əsərlərində daha çox mənəvi-psixoloji tənəzzül içərisində özünü tanıya bilməyən, ətrafına və doğmalarına laqeydləşən insan modeli ilə qarşılaşırıq. Bu amillər milli xarakterləri tənəzzülə uğratdı.

Göründüyü kimi, müasir mövzulu mətnlərdə milli xarakterin sürətli deformasiya prosesi müşayiət olunmaqdadır. 1990-cı illər nəsr əsərlərinin əsas predmeti “insan və onun daxili dünyası”, “insana qayıdış” problemidir. Bu konsepsiya 60; 70; 80-ci illər nəsr yaradıcılığının əsas predmetlərindən idi. 60-cı illərdə Azərbaycanda milli mənəvi oyanma müşahidə edilirdi.

1995-2015-ci illərdən başlayaraq ədəbiyyatda millikdən uzaqlaşma və daha çox qloballaşan, insani, mənəvi bağlardan qopan dünyanın qurbanlarına çevrilən xarakterlər təsvir edilir. Bu xarakterlər həm də “Yeni axtarışlar mərhələsi”nin obrazlarıdır. “Yeni axtarışlar mərhələsi” konsepsiyası yeni-yeni insan modeli və onların təmsalında dünyaya yeni baxışdır. Yəni: yeni insan psixologiyasının dərinliklərinə enmək, müasir insanın ruh halı, düşüncələri, həyatda ənənədən süzülüb gələn qəbul edilmiş çərçivələrə və tələblərə fərqli modern baxış modern insan obrazıdır.

Deməli, milli xarakterin tənəzzülə uğrayaraq müstəqillik dövründə yaranan modern insan obrazı əslində ailə, məişət, sosial problemlər məngənəsində boğulan müasir düşüncəli insanlardır. Belə insanların təsvirinə həsr edilmiş əsərlərdə milli xarakterin dəyişməsi, milli cizgilərdən uzaqlaşma, adət-ənənələrə və mənəvi dəyərlərə biganəlik müşahidə edilməkdədir.

Milli xarakterin tənəzzülündən sonra “Yeni axtarışlar mərhələsi” konsepsiyasına tabe olan modern insan obrazı ədəbiyyatda yaranır. “Yeni axtarışlar mərhələsi” konsepsiyasına cavab verən obrazlar sosial problemlərin qurbanına çevrilmiş xarakterlər qaleriyasıdır. Həddindən artıq modernləşməyə meyilli insan tipləri yaradıldı. Bu modernləşən xarakterlər milli düşüncə tərzindən, milli özünüdərk hissindən uzaq idi. Beləliklə, qloballaşan dünyanın modernist insan xarakterləri 2000-2015-ci illərdə geniş vüsət aldı. “Yeni axtarışlar mərhələsi” konsepsiyasının doğurduğu “dünya insanı”, “qlobal insan” milli cizgilərdən uzaq olan insan modeli idi.

Beləliklə, cəmiyyətin inkişafı prosesində sosial problemlərin insan psixologiyasına və xarakterinə təsirinin ağır nəticələri təbii ki, milli xarakterə əks təsir göstərdi. Ailədaxili problemlər də sosial problemlərin yaranma səbəbi idi. Sosial problemlərdən doğan şəxsiyyətsizləşmə, özünəgüvənsizlik, intihara cəhd, xarakter cılızlaşması, maddiyyatdan-mənəviyyata uçurum milli identikliyə təsir edən amillərdəndir. Kənd və şəhər həyatı

mövzusu, təhsilsizlik, stereotiplərin və s. yaratdığı konfliktlər xarakter və davranışa sosial, mənəvi, psixoloji hadisələr məqamında təsir edirdi.

3. Yaşanan sosial problemlər.

Müasir dövrdə məhz sosial və siyasi hadisələr insan xarakterini və şəxsiyyətini zədələyəcək qədər böyük qüvvəyə malikdir. Sosial-siyasi problemlər birbaşa insan psixologiyasına, xarakterinə təsir edir. Ədəbiyyatşünaslıqda milli xarakter sosial problemlər müstəvisində bədii əsərlərdə aşağıdakı şəkildə təsvir edilmişdir:

- Bəsit təsvir: Sosial problemlərin adi məişət, çılpaq, primitiv səviyyədə təsviridir.
- Psixoloji təsvir: Sosial problemlərin qloballaşan dünya ilə ayaqlaşma bilməyən obrazların psixoloji pozuntularının təsviridir.

Qlobal hadisələrin yaratdığı mənəvi psixoloji problemlər bu tipli bədii əsərlərdə əsas mövzu predmetidir. Bu tipli əsərlərdə qlobal dünyanın tələblərini obrazların sakit, rahat yaşayış rifahını pozan detallarla psixoloji məqamları görə bilirik. Ailədaxili, maddi, cinsi ayrışmışlıq, feminizm dəyərlərinin qüvvətlənməsi, sosiallaşma, təbəqələşmə və s. kimi əsas problemlər bədii əsərlərin əsas mövzu predmetidir. Yəni: burada “qəhrəman və onun əhatə etdiyi mühit” problem olaraq qoyulur. XXI əsr qəhrəmanları qlobal dünyanın diktə etdiyi və qanunlar çərçivəsində dəyişən, formalaşan insan tipləridir.

Məlumdur ki, qloballaşmanın mahiyyəti çağdaş mədəniyyətə daxil olmaq üçün keçmişdən uzaqlaşmaqdır. Lakin tarixə, kökə, mənəvi dəyərlərə, adət-ənənəyə bağlı olan nə varsa, hamısı türklərin milli xarakterinə çevrilir, nəsilən-nəslə ötürülür. Milli-mənəvi özünüdərk hissi insan şəxsiyyətini formalaşdırən amildir.

Azərbaycan ədəbiyyatında I Qarabağ müharibəsinə həsr edilmiş, qaçqın statusu daşıyan obrazlar qaleriyasını bura aid edə bilirik. 1988-1994-cü illərdə bədii əsərlərdə sosial problemlərin qurbanları I Qarabağ müharibəsi həyətləri, qaçqınlıq statusu, qəhrəmanların daxili dünyası, daxili sarsıntı, özünəqapanma kimi amillər milli xarakterin cizgilərini itirdi. mənəvi dəyərlər milli kimlik, özünüdərkədən uzaqlaşmağa səbəb oldu.

Ədəbiyyat:

- 1.Xalid Əlimirzəyev, (2008) “Ədəbiyyatşünaslığın elmi-nəzəri əsasları”, Bakı
2. Mir Cəlal, Pənah Xəlilov,(2005) “Ədəbiyyatşünaslığın əsasları”, Bakı, Çapıoğlu
3. Məmməd Əliyev, (2012) “Ədəbiyyat nəzəriyyəsinin əsasları”, Bakı
4. Məhəmmədali Mustafayev, (2021) Ədəbiyyat nəzəriyyəsi, Bakı
- 5.Nizaməddin Şəmsizadə, (2012) “Ədəbiyyat nəzəriyyəsi”, Bakı
6. Rafiq Yusifoğlu, (2001) “Ədəbiyyatşünaslığın əsasları”, Bakı

MƏHƏMMƏD FÜZULİNİN HƏYATI VƏ LİRİK YARADICILIĞI
THE LIFE AND LYRICAL CREATIVITY OF MUHAMMAD FUZULI

Prof. Dr. Elman Guliyev

Azərbaycan, Bakü

Azərbaycan Dövlət Pedagoji Universiteti

Türkoloji merkezin Türk edebiyatı bölümünün başkanı

Orcid: 0000-0001-5413-9479

elman.guliyev1958@gmail.com

Özet

Məhəmməd Füzuli orta əsrlər Azərbaycan ədəbiyyatının görkəmli nümayəndələrindən biridir. O, anadilli Azərbaycan ədəbiyyatının inkişafında misilsiz xidmətləri olan, ədəbi şöhrəti yalnız Azərbaycanda deyil, bütün islam coğrafiyasında yayılan, Şərq ədəbi mühitinə əvəzsiz töhfələr verən, özündən sonrakı bədii fikirdə davamlı bir ədəbi ənənə yaradan ustad sənətkarlardan biridir. Onun lirik yaradıcılığı həm forma, həm də məzmun baxımından zəngindir. Məqalədə şairin qəzəl yaradıcılığı bədii-estetik cəhətdən təhlil olunmuşdur.

Anahtar kelimeler: M.Füzuli, qəzəl, şeir, yaradıcılıq, həyat

Abstract

Muhammad Fuzuli is one of the prominent representatives of medieval Azerbaijani literature. He is one of the master artists who has made unparalleled contributions to the development of native Azerbaijani literature, whose literary fame has spread not only in Azerbaijan but also throughout the Islamic geography, who has made invaluable contributions to the Eastern literary environment, and who has created a continuous literary tradition in the artistic thought of his successors. His lyrical creativity is rich in both form and content. The article analyzes the poet's ghazal creativity from an artistic and aesthetic perspective.

Keywords: M. Fuzuli, ghazal, poetry, creativity, life

Giriş

Məhəmməd Süleyman oğlu Füzuli təxminən 1494-cü ildə İraqın Kərbəla qəsəbəsində dünyaya göz açmışdır. Bəzi mənbələrdə onun Bağdad şəhərində doğulduğu iddia olunsada, əldə olunan faktlar şairin Kərbəla qəsəbəsində dünyaya gəldiyini təsdiqləyir. Bu fikrin təsdiqini Füzulinin yaradıcılıq nümunələrində də görmək mümkündür. Məsələn, bir şeirində müəllif yazır:

Ey Füzuli məskənim çün Kərbəladır, şeirim

Hörməti hər yerdə vardır, xəlv onun müştəqidir.

Nə qızıldır, nə gümüş, nə ləli, nə mirvaridir,

Sadə torpaqdırsa, lakin Kərbəla torpağıdır.

Füzuli türkcə və farsca olan divanlarında da doğulduğu məkanın İraqi-ərəb olduğunu xüsusi vurğulamışdır. O, oğuz türklərinin Bayat boyundandır. “Füzuli” şairin təxəllüsüdür. Atası Süleyman kişi dövrünün tanınan şəxslərindən biri olmuşdur. Hətta onun müfti olması barədə də fikirlər mövcuddur. Süleyman kişi oğlunun təlim-tərbiyəsi ilə ciddi məşğul olmuşdur. Həbibinin, Xacə Rəhmətullahın, İbrahim Kərhinin Füzulinin müəllimləri olması barədə də rəvayətlər mövcuddur. Bu dahi şəxsiyyət ictimai elmlərlə yanaşı, həndəsə, nücum, tibb və s. elmlərə də böyük maraq göstərmişdir. O, ilk şeirlərini mədrəsədə oxuduğu illərdə yazmışdır. Füzuli elmi və fərasəti ilə tanındıqdan sonra dini idarələrin birində ruhani kimi işə qəbul edilmiş, uzun müddət burada işləmiş və aldığı maaşla dolanacağını təmin etmişdir. Farsca qələmə aldığı bir qitəsində müəllif bu barədə deyir:

Ruzi yeyənlik ali-rəsulun qapısında,

Bər ömrüdür olmuş bizə bu ruzi müqərrər.

Bu ruzi yolu bizlərə bağlanmamış əsla,

Layiq bizik aləmdə belə ruziyə yeksər.

Dünyada qənaətlə bizik kim, bəyənildik,

Ağ gün qocalar, həm ürəyi varlı fəqirlər.

Lakin uzun illər bu vəzifədə çalışsa da, çox sonralar o, işindən uzaqlaşdırılmışdır. Tədqiqatlarda bunun səbəbini Füzulinin din xadimləri əleyhinə yazdığı şeirlərlə əlaqələndirirlər. Məsələn, prof. Ə.Səfərli Füzulinin “Mən kiməm? Bir fəquru-bisəru pa” misrası ilə başlayan qəsidəsinin, buna oxşar digər nümunələrin həmin şeirlər qrupuna daxil olduğunu qeyd edir. Elmi qaynaqlar onun Fəzli adında oğlunun olduğunu da təsdiqləyirlər. Fəzlinin bir neçə şeiri günümüzə qədər gəlib çatmışdır.

Füzulinin həyatının 1534-cü ilə qədərki dövrü Səfəvi hakimiyyəti illərinə təsadüf edir. Akademik M.İbrahimovun qeyd etdiyi kimi, tarixin bu mərhələsində dövlət siyasətinin tərkibi olaraq Azərbaycandan İraqa köçürülənlərin sayəsində bu regionda Azərbaycançılıq ruhunun yüksəlməsi geniş vüsət almışdır. Füzulinin Şah İsmayıl Xətaiyə həsr edilmiş “Bəngü-badə” poeması (təxminən 1515-1524-cü illərdə) bu dövrdə yazılmışdır.

XVI əsrin 30-cu illərindən etibarən Füzulinin yaşadığı coğrafiyada yeni ictimai-siyasi mühitin yaranması şairin yaradıcılığına təsirsiz ötüşməmişdir. Sənətkarın türk hökmdarı Sultan Süleyman Qanuniyə, türk paşaları Ayas Paşaya, Cəfər Paşaya və başqalarına həsr etdiyi mədhiyyələr bu dövrün yaradıcılıq nümunələri sayıla bilər.

Mütəfəkkir sənətkar 1556-cı ildə Kərbəladə taun xəstəliyindən vəfat etmişdir. Bu barədə ilk dəfə şairin müasiri və həmyerlisi Əhdi Bağdadi “Gülşəni-şüəra” təzkirəsində məlumat vermişdir.

M.Füzuli Azərbaycan ədəbiyyatı çərçivəsində deyil, Şərq dünyası miqyasında tanınan görkəmli ədəbi simalardan biridir. O, mütəfəkkir şair olaraq bənzərsiz şeir və nəsr nümunələri ilə Azərbaycan ədəbiyyatını xeyli zənginləşdirə bilmişdir. Füzuli lirikası fərqli üslub və fərqli poetik keyfiyyətlərinə görə diqqəti daha çox cəlb edir. Füzuli lirikası rəngarəng janr xüsusiyyətlərinə malikdir. Lakin Füzuli sənətində qəzəlin özünəməxsus yeri vardır. Şair qəzələ müraciət etməsinin səbəbini belə açıqlamışdır:

*Qəzəldir səfəbəxşi-əhli-nəzər,
Qəzəldir güli-bustani-hünər.
Qəzəli-qəzəl seydi asan degil,
Qəzəl münkiri əhli-irfan degil.
Qəzəl bildirir şairin qüdrətin,
Qəzəl artırır nazimin şöhrətin.
Könül, gərçi əsarə çox rəsm var,
Qəzəl rəsmi et cümlədən ixtiyar
Ki, hər məhfili ziynətidir qəzəl,
Xirədməndlər sənətidir qəzəl.
Qəzəl de ki, məşhəri-dövrən ola,
Oxumaq da, yazmaq da asan ola.*

Göründüyü kimi, sənətkar məhəbbət üstündə köklənmiş hisslərini, öz amal və məfkurəsini qəzəl janrı çərçivəsində ifadə etməyə daha çox üstünlük vermişdir.

Füzuli qəzəllərinin mövzu dairəsi kifayət qədər genişdir. Eşq, məhəbbət, gözəllik tərənnümlü, dini və ictimai mövzulu qəzəllər Füzuli lirikasında əhəmiyyətli yerlərdən birini tutur. Füzuli hər şeydən əvvəl bir eşq şairi kimi tanınır. Bunun səbəbini dəhi şair belə izah edir:

*Məndən, Füzuli, istəmə əşəri-mədhü zəmm,
Mən aşiqəm, həmişə sözüm aşiqanədir.*

Füzulinin lirik qəhrəmanı üçün eşq əsas qayədir, burada hər şey mahiyyət müstəvisində açıqlanır. Füzulidə eşq anlayışı olduqca genişdir. O, sadəcə “sevgi macərası” deyil, düşüncə sistemidir. Bu sistemdə hər şey anlamaq fəlsəfəsindən keçir. İnsanın sevgisi, kədəri, mübarizəsi, hətta əxlaq və həyatı baxışları da anlamaq fəlsəfəsinin predmetinə çevrilir. Füzuli sənətində aşiq eşqi bir dərd kimi yaşayır. Bu dərd onun üçün möhnət

deyil, əksinə yaşamaqdır, həyatı dərk etməkdir, mübarizə meydanına atılmaqdır və s. Ona görə də Füzuli aşiqi üçün eşq və kədər paralelliyi daha aparıcıdır.

Eşq dərdilə olur aşiq mizacı müstəqim,

Düşmənimdir, dustlar, bu dərdə dərman eyləyən.

«*Məni candan usandırdı...*» qəzəli Füzulinin məhəbbət mövzulu lirik əsərlərindən biridir. Qəzəl özünəməxsus məzmun, ideya və dil xüsusiyyətləri baxımından diqqət cəlb edir.

Məni candan usandırdı, cəfadən yar usanmazmı?

Fələklər yandı ahimdən, muradım şəmi yanmazmı?

Qamu bimarınə canan dəvayi-dərd edər ehsan,

Neçün qılmaz mənə dərman, məni بیمار sanmazmı?

Şeirdə sevginin ülviliyi, ilahi mənası açıqlanır. Lirik qəhrəmanın sevgi duyğularının ifadə olunduğu bu şeirdə real təsvirlər fonunda aşiqin şikayət və iztirabları daha çox cəlbedicidir. Şeirdə Tanrıya doğru yolun bir növ könuüllərdən keçdiyi vurğulanır. Burada vəsf predmeti həm də ilahi eşqdır. Bu eşqin aparıb çıxara biləcəyi yüksək məqam Tanrı məqamıdır. Bu cür təsvir və tərənnüm Füzuli poeziyasında təsəvvüfdən gələn bir xəttin davamı səciyyəsidir. Füzulinin aşiqi davamlı eşq əzabı çəksə də məşuqunun əzabından usanmır.

Füzuli rindü şeydadır, həmişə xəlqə rüsvadır,

Sorun kim, bu nə sövdadır, bu sövdadən usanmazmı?

Füzuli yaradıcılığında eşqin fəlsəfi mahiyyəti daha çox aşiqanə ifadə tərzində açıqlanır. Bu cür ifadə özünəməxsusluğu oxucunu Füzulinin eşq qəhrəmanının xarakteri, onun daxili “mən”i ilə yaxından tanış edir:

Ya rəb, bəlayi-eşq ilə qıl aşina məni,

Bir dəm bəlayi-eşqdən etmə cüda məni.

Az eyləmə inayətini əhli-dərddən,

Yəni ki, çox bəlalara qıl mübtəla məni.

Olduqca mən götürmə bəladan iradətim,

Mən istəram bəlanı, çün istər bəla məni.

Getdikcə hüsnüm eylər ziyadə nigarımın,

Gəldikcə dərdinə betər et, mübtəla məni.

Nəxvət qılıb nəsib Füzuli kimi mənə

Ya rəb, müqəyyəd eyləmə mütləq mana məni

İnsanın zahiri gözəlliyinin tərənnümü Füzuli qəzəllərində önəmli yer tutur:

Heyrət, ey büt, surətin gördükdə lal eylər məni,

Surəti-halım görən surət xəyal eylər məni.

Bu sırada «*Nihali sərvidir qəddin...*» qəzəli diqqətdən kənarda qalmır:

Nihali-sərvidir qəddin, qaşın nun ol nihal üzrə,

Misali-nöqtəyi-nun xalın ol mişgin hilal üzrə.

Olub heyran götürməni xəttü xalından nəzər guya,

Gözüm mərdümləridir nöqtələr ol xəttü xal üzrə.

Xəm etdin qamətim, gər tərki-sər qıldımsa məzurəm,

Nə üzrüm var əgər derlərsə olmaz nöqtə dal üzrə.

Zülali-xuni-dildəndir gözüm peymanəsi məmlu,

Hübab altındadır ol nüqtə kim, qorlar zülal üzrə.

Məhəbbət və gözəlliyin tərənnümü ilə yanaşı Füzulinin ictimai motivli qəzəlləri də mövcuddur. Bu cür qəzəllərdə ictimai mənə üstünlük təşkil edir:

Tökdükcə qanımı oxun, ol asitan içər,

Bir yerdəyəm əsir ki, torpağı qan içər.

Əhli-zəmanə qanına çox təşnədir zəmin,

Qanın kimin tökərsə fəlak, ol zəman içər.

KAYNAKLAR

- Əzizağa Nəcəfzadə. Füzuli–şairin yaradıcılıq psixologiyası Bakı, Mütərcim, 2012, 140 səh.
- Əlibəyzadə E. M. Azərbaycan dilinin tarixi. İki cild. II cild. Bakı: Azərnəşr, 2008, s. 152-215.
- M.Füzuli əsərləri .Altı cild. II cild. Bakı 2005

MƏHƏMMƏD FÜZULİNİN POEMALARININ BƏDİİ-ESTETİK XÜSUSİYYƏTLƏRİ
ARTISTIC-AESTHETIC PROPERTIES OF MOHAMMED FIZULI'S POEMS

Prof. Dr. Elman Guliyev

Azərbaycan, Bakü

Azərbaycan Dövlət Pedagoji Universiteti

Türkoloji merkezin Türk edebiyatı bölümünün başkanı

Orcid: 0000-0001-5413-9479

elman.guliyev1958@gmail.com

Özet

M. Füzuli «Leyli və Məcnun», «Bəngü Badə», «Söhbətül-əsmar», «Həft cam» adlı dörd poema müəllifidir. «Həft cam» istisna olmaqla digər üç poema Azərbaycan dilində yazılmışdır. «Leyli və Məcnun» mövzusu Şərq ədəbiyyatı üçün ənənəvi mövzu olmuşdur. Füzulidən əvvəl Nizami, Dəhləvi, Nəvai, Cami, Zəmiri, Həqiri və b. bu mövzuda əsərlər yazmışlar. Lakin Füzuli bu əsərlərdən xəbərdar olsa da, yalnız Nizaminin «Leyli və Məcnun» poemasının süjet və epizodlarına yaradıcı yanaşaraq onlardan bəhrələnmişdir. M. Füzulinin «Leyli və Məcnun»undan başqa qalan üç poeması allegorik səciyyə daşıyır. «Bəngü Badə» allegorik poemadır. Poemada əsas mətn Azərbaycan türkcəsində, sərlövhələr isə farsca yazılmışdır. Poema Şah İsmayıl Xətaiyə həsr edilmişdir.

Anahtar kelimələr: M. Füzuli, poema, allegorik, bəşəri, mövzu

Summary

M. Fuzuli is the author of four poems: “Leyli and Majnun”, “Bengü Bade”, “Sohbetul-asmar”, “Haft Jam”. Except for “Haft Jam”, the other three poems were written in Azerbaijani. The theme of “Leyli and Majnun” was a traditional theme for Eastern literature. Before Fuzuli, Nizami, Dahlevi, Navai, Jami, Zamiri, Hagiri and others wrote works on this topic. However, although Fuzuli was aware of these works, he only benefited from them by creatively approaching the plots and episodes of Nizami’s poem “Leyli and Majnun”. Except for “Leyli and Majnun”, the remaining three poems of M. Fuzuli are allegorical in nature. “Bengü Bade” is an allegorical poem. The main text of the poem is written in Azerbaijani Turkish, and the titles are written in Persian. The poem is dedicated to Shah Ismail Khatai.

Keywords: M. Fuzuli, poem, allegorical, human, theme

GİRİŞ

Azərbaycan ədəbiyyatının sönməyən günəşi M.Füzulinin yaradıcılığı təkcə vətəninə deyil, bütün Şərq və Qərb ədəbiyyatını öz fəvqünə almaq gücünə malik olan bir sirli xəzinədir. Füzuli yaradıcılığı janr və forma baxımından zəngin olduğu kimi, məzmun baxımından da bəşəriyyəti, bədii-fəlsəfi mahiyyəti ilə seçilir. Onun yaradıcılığında poemalarının xüsusi yeri vardır. M.Füzuli «Leyli və Məcnun», «Bəngü Badə», «Söhbətül-əsmar», «Həft cam» adlı dörd poema müəllifidir. «Həft cam» istisna olmaqla digər üç poema Azərbaycan dilində yazılmışdır. «Leyli və Məcnun» poeması Füzuli yaradıcılığının şah əsərlərindən biridir. Əsər 1537-ci ildə yazılmışdır. Füzuli bu əsərini Sultan Süleyman Qanuniyə ithaf etmişdir. Füzuli “Leyli və Məcnun” poemasını “Rum zəriflərinin” xahişi ilə yazdığını qeyd edir. Şair bu barədə əsərin yazılma səbəbləri hissəsində məlumat verir:

Leyli-Məcnun əcəmdə çoxdur,
Ətrakda ol fəsanə yoxdur.
Təqirə gətir bu dastanı,
Qıl tazə bu əski bustanı.

Bildiyimiz kimi, “Leyli və Məcnun” mövzusu Şərq ədəbiyyatı üçün ənənəvi mövzu olmuşdur. Füzulidən əvvəl Nizami, Dəhləvi, Nəvai, Cami, Zəmiri, Həqiri və b. bu mövzuda əsərlər yazmışlar. Lakin Füzuli bu əsərlərdən xəbərdar olsa da, yalnız Nizaminin “Leyli və Məcnun” poemasının süjet və epizodlarına yaradıcı yanaşaraq onlardan bəhrələnmişdir. Füzulinin bu mövzuya ərəb əfsanəsi tipində yaradıcı yanaşması faktını da inkar etmək mümkün deyil. Ancaq bütün hallarda Füzuli özünün “Leyli və Məcnun”unu orijinal sənət nümunəsi səviyyəsinə qaldırmışdır. Füzuli Ə.Nəvainin 1484-cü ildə yazmış olduğu “Leyli Məcnun”undan sonra eyni adlı poemanın anadilli möhtəşəm nümunəsini yarada bilmişdir. Əsərin süjeti məhəbbət mövzusu üzərində qurulmuşdur. Əsas mövzu və hadisələr Leyli və Məcnun obrazları ətrafında cərəyan etdirilir. Əsərdə problemə şəxsiyyət azadlığı kontekstində münasibət bildirilir. Füzuli Məcnunun baxışları ilə cəmiyyət qanunları arasındakı ziddiyyəti göstərmək istəyir. Bu təqdimatda yeni baxışlar ilə mühafizəkar köhnəliyin toqquşması yer alır. Məcnunun azad düşüncəsi yaşadığı cəmiyyətə sığmır. Qeysin “Məcnuna” keçidi bu qarşıdurmada reallaşır. Füzuli Məcnunun dəliliyində intibah dövrü insanının fikirlərini əks etdirir. Buna görə də Məcnunun “bəlayi-eşq” fəlsəfəsi təəccüblü görünür:

*Ya rəb, bəlayi-eşq ilə qıl aşına məni!
Bir dəm bəlayi-eşqdən etmə cüda məni!*

*Az eyləmə inayətini əhli-dərddən,
Yəni ki, çox bəlalərə qıl mübtəla məni!*

Əsərdə qadın hüquqsuzluğu məsələsi ciddi yer tutur. Leyli obrazının xarakteri daha çox bu problem daxilində açılır. Poemada Leyli ilə Məcnunun sevgi yolu məktəbdən başlayır. Bu yol onların hər ikisi üçün uzun və əzablı olur. Qeysin sevgisi “məcnunluq”, Leylinin sevgisi isə “cinayət” dərəcəsinə qiymətini alır. Füzuli bu sevgini zamanın qaydaları ilə üz-üzə saxlayır. Şair bu mühiti sevgiyə və azad düşüncəyə münasibətdə xarakterizə edir. Yəni sevmək, azad düşüncə sahibi olmaq həm “cinayət etməkdir”, həm “məcnunluqdur”, həm də rüsvay olmaqdır:

Faş oldu bu macərə cəhanə,
Kim Qeys oluban əsiri-Leyli,
Leyli dəxi salmış ona meyli.

Füzuli Leylinin anasının bu sevgiyə olan münasibətində qadın hüquqsuzluğunun , geriliyin yüksək həddə çatdığını göstərə bilmişdir. Onun qızının eşqi ilə bağlı gəzən söz-söhbətlərə reaksiyası zamanı üçün təəccüblü deyil :

*Key şux! Nədir bu göftügülər,
Qılmaq sənə tə'nə eybculər?
Nəyçün özüinə ziyan edirsən?
Yaxşı adını yaman edirsən?
Nəyçün sənə tə'nə edə bədgü?
Namusuna layiq işmidir bu?*

Azad sevginin “namusa layiq iş olmadığı” bir cəmiyyətdə ananın həyəcanları başa düşüləndir.

Məcnuna cavab məktubunda Leylinin fikirləri qadın hüquqsuzluğunun tipik nümunəsinin göstəricisidir:

Mən gövhərəm, özgələr xiridar,
Məndə deyil ixtari-bazar.
Dövrən ki , məni məzadə saldı,

Bilməm kim idi satan , kim aldı?

Füzuli iki gəncin sevgi faciələrini məkan olaraq qəbilədə və səhrada canlandırmaqla yeri gəldikcə ilahi eşqin fəzilət və fəlsəfəsindən də söhbət açır. Əsərin sonunda Leylinin ölümü Məcnunu irfan yolçusu olaraq fəzilət mərtəbəsinin ən uca məqamına qaldırır. Məcnun Leyliyə qovuşa bilmədiyi üçün Allahdan ölüm arzulayır. Məcnunun duası qəbul olunur. O, Leylinin qəbri üstündə ölür və Leyli ilə eyni qəbrdə dəfn edilir.

Poemada diqqəti cəlb edən obrazlardan biri də Nofəldir. Füzuli onu türk sərkərdəsi kimi təqdim edir. Təbii ki, bu təqdimatın özü də məqsədli xarakter daşıyır. Füzulinin məqsədi Nofəlin simasında türk xarakterində olan mərdlik və şücaəti qabartmaq olmuşdur. Nofəlin Məcnunun halına acıması və qızı ona almaqda xeyirxahlıq etmək, mərhəmət göstərmək niyyəti deyilənlərə misal ola bilər. Lakin Nofəl iki gənci qovuşdura bilmir.

M.Füzulinin «Leyli və Məcnun»undan başqa qalan üç poeması alleqorik səciyyə daşıyır. «Bəngü Badə» alleqorik poemadır. Poemada əsas mətn Azərbaycan türkcəsində, sərlövhələr isə farsca yazılmışdır. Poema Şah İsmayıl Xətaiyə həsr edilmişdir. «Bəngü-Badə» minacat, nət, İmam Əlinin və Ş.İ.Xətəinin mədhi ilə başlayır. Əsərdə təhkiyəni müəllif özü aparır. O, baharın gözəl çağında çəmənzara seyrə çıxdığını, Badənin düzəltməyi məclisə rast gəldiyini söyləyir. Badə içib məst olandan sonra özünü öyür və hamıdan üstün olduğunu söyləyir. Lakin məclisdə saqilik edən Səba isə ona yaltaqlanaraq deyir ki, mən dünən seyrə çıxmışdım. Dikbaş yaşılpaltar, sufixasiyyət birini gördüm. Özünü tərifləyib hamıdan üstün olduğunu söyləyirdi. Bu xəbər Badəni qəzəbləndirir, özündən çıxarır. Badə Səbaya əmr edir ki, gedib Bəngin başını gətirsin, dost-yoldaşını isə dustaq eləsin. Saqi tutduğu işə peşman olur. Bəhanə ilə bu işdən boyun qaçırır. Bəhanədən pərt olan Badə onu dustaq edir:

*Badə tünd oldu təəllüldən,
Bir qərəz anladı təğafüldən,
Saqiyi tutdu Mey, yaman tutdu,
Belə tutar kimi ki, qan tutdu.
Oldu saqi Meyin giriftarı,
Faş edən böylə olur əsrarı.*

Badə nədimləri ilə məsləhətləşir. Onlardan tədbir istəyir. Bəngin yanına elçi göndərməyi lazım bilir. Buzəni elçi sifətilə Bəngin yanına göndərir. Ona tabe olmaq təklif olunur. Lakin Bəng heç bir təklifi qəbul etmir. Nəhayət, Badə ilə Bəng döyüşməli olurlar. Noğulun və Məvizin (kişmiş) sülh təşəbbüsləri baş tutmur:

Mey edir: — Mən nəbireyi-takəm!

Bəng edir: — Sən pəlidü mən pakəm!

Mey edir: — Mən nədimi-sultanəm!

Bəng edir: — Mən bir əhli-tufanəm!

Mey edir: — Hakimi-həvasəmi huş!

Bəng edir: — Sufiyəm mən əzrəqpuş!

Mey edir: — Mən şəfəq kimi aləm!

Bəng edir: — Mən sipəhr timsaləm!

Mey edir: — Xoş mənimlədir aləm!

Bəng edir: — Qütbi-aləməm mən həmə!

Mey edir: — Qəmli xəlqə qəmxarəm!

Bəng edir: — Səncə mən dəxi varəm!

Gərgin döyüşdə Bəng məğlub olur. Badə əsir götürdüyü Bəngi və onun tərəfdarlarını azad edib qulluğa götürür. Ancaq Bəng fürsət tapıb qulluqdan qaçır. İndi o, hər yerdə qorxa-qorxa gəzir. Əsər bu cür tamamlanır.

M.Füzulinin ana dilində yazılmış ikinci alleqorik poeması «Söhbətül-əsmar»dır. «Söhbətül-əsmar»ın süjetində, ruhunda və poetik təhkiyəsində “Bəngü-Badə” ilə oxşarlıq var. Hadisələr nağılcının dili ilə nəql olunur. Nağılçı danışır ki, baharın gözəl bir çağında gəlib bir bağa çıxır. Burada o, görür ki, bağdakı müxtəlif meyvələr bir-biriləri ilə mübahisə edirlər. Meyvələr bir-birini ittiham etməkdən və günahlandırmaqdan çəkinmirlər. Poemada Alça, Alu, Gilas, Ərik, Alma, Armud, Üzüm, Heyva, Narınc, Turunc, Nar, Xurma, Badam, Püstə və s. mübahisə edən alleqorik obrazlar sırasındadır.

Əsər dialoglar üzərində qurulur. Mükəllimələr kifayət qədər çevik və dinamikdir. Hər bir obrazın eqoizmi və xudbəşəndliyi açıq-aydın görünür:

Şəftalı deyərdi: - Padişahəm,

Fıstıq ki: – Əncüm içrə mahəm.

Həm Cövz deyərdi: – Xosrovam mən.

Fındıq deyərdi: – Sərvərəm mən.

Limu ki: – Mənəm bu bağa mahmud.

– Şaham ki, deyərdi Şahpalud.

Həm Cövz deyərdi: – Pəhlivanam,

Əncir ki: – Şöhreyi-cahanam.

İnnab deyərdi: – Mən vəcihəm.

Zoğal ki: – Mən sənə şəbihəm.

Buradakı mübahisədən təngə gələn xüceştəsimə bağdan uzaqlaşır bostana gəlir. Amma burada da oxşar mənzərə ilə rastlaşır. Xiyar, Yemiş, Qarpız, Şamama və b. meyvələr mübahisə edərək özlərini öyürlər.

Poema şərti olaraq iki hissədən ibarətdir. Birinci hissədə hadisələr bağda, ikinci hissədə isə bostanda cərəyan edir. Bağdakı və bostandakı hadisələrin mahiyyəti oxşar olsa da, nəticə fərqlidir. Professor Yaqub Babayevin dediyi kimi, “müəllif sanki bağdakı mənzərə ilə rəiyyəti, kütləni, bostandakı mənzərə ilə sarayı nəzərdə tutmuşdur. Bağda imtiyaz sahibi, inzibati rəhbər yoxdur. Hamı hüquqca bərabərdir. Ona görə də buradakı söz-söhbət, mübahisə sakit, qansız-qırğınsız ötüşür. Ancaq sarayın analoqu olan bostanda hökm-fərma, amiranəlik atmosferi hökm sürür. Burada buyuran və buyruqçu, ixtiyarlı və ixtiyarsız vardır. Qovun şahdır. Adı çəkilən bostan meyvələrini də vəzifələrə o təyin etmişdir. Vəzifəcə hamıdan üstündür, başqalarının mənəbi də onun sərəncamındadır. Elə buna görə də bostançıya əmr verir ki, onların hamısını cəzalandırsın. Hökmü zabitəli şəkildə icra etdirir. Qeyzindən, hiddətindən öz başını da partladır həlak olur. Beləliklə, bostandakı hadisələr hüquqlu-hüquqsuz münasibətlərinə, qəzəb və hiddətə əsaslandığından qan-qırğınla, faciə ilə nəticələnir. Əsərdə sənətkar ilk növbədə «Bəngü Badə»də olduğu kimi xudpəsəndliyi, lovğalığı, təkəbbürü, yersiz eqoizmi, səmimiyyətsizliyi tənqid edir.”

Füzulinin «Yeddi cam» poeması fars dilində yazılmışdır. Əsər «Saqinamə» adı ilə də tanınır. Poema məsnəvi formasında qələmə alınmışdır. Füzuli bu əsəri yazarkən N.Gəncəvinin «Yeddi gözəl» poemasından da faydalanmışdır. Ona görə də hər iki əsərin forma-struktur xüsusiyyətlərində müəyyən oxşarlıqlar mövcuddur.

«Yeddi cam»da Füzulinin «vəhdəti-vücut» fəlsəfəsi ilə əlaqəli görüşləri yer almışdır. Əsərdə hadisələr şairin dilindən verilir. Əsərdə göstərilir ki, elm və hikmət sahibi olan şair səbəbini anlamadığı izzətdən və dərddə məhkumdur. O, bunun səbəbini öyrənmək məqsədilə ağıllı piri-muğana üz tutur. Ondan düşər olduğu zülmün səbəbini soruşur. Piri-muğan bunun səbəbinin əqlə olduğunu söyləyir:

Əql ilə ələm, bil ki, əkizdir bu cahanda,

Əqlin yoxalırsa, gedəcək ahü fəğan da.

Meydən tələb eylə, məzədən istə dəvə sən,

Gəz, badədə axtar həmişə, dərdə şafa sən.

Piri-muğan ağılı tərək etməyin yeganə yolu kimi mey içməyi tövsiyə edir. Şairə həftənin hər günü şərab içib səma cismi ilə ünsiyyət qurmağı məsləhət bilir. Beləliklə, şair hər gün bir cam mey içərək bir musiqi aləti ilə həmdəm olur və Günəş, Ay, Mərrix (Mars), Ütarid, Bürcis, Zöhrə və Zühəldən kömək istəyir.

Füzuli nəzm ustadı olmaqla bərabər, müqtədir nasir kimi də klassik Azərbaycan nəsrinin inkişafında da mühüm rol oynamışdır. «Rindü Zahid», «Səhhət və Məraz», «Beş nəsr məktubu» («Şikayətnamə» də daxil olmaqla), «Hədiqətüs-süəda» əsərləri Füzulinin dəyərli nəsr nümunələridir. Füzulinin nəsr əsərləri Azərbaycan və fars dillərində yazılmışdır.

Füzulinin nəsr nümunələri içərisində Nişançı Paşaya ünvanlanmış və əsasən, «Şikayətnamə» adı ilə tanınan məktub daha çox məşhurdur. «Şikayətnamə» avtobioqrafik əsərdir. Əsər qafiyəli nəslrlə yazılmış, bədii ifadə imkanlarını artırmaq üçün bəzi hallarda şeir parçalarından da istifadə olunmuşdur. «Şikayətnamə» tarixi həqiqətləri əks etdirmək baxımından əhəmiyyətlidir. Əsərdə hadisələr Osmanlı hökmdarı Sultan Süleyman Qanununin Füzuliyə Bağdadın ovqaf idarəsindən ayda doqquz ağça təqaüd təyin edilməsi barədə verdiyi baratla bağlanır. Füzuli həmin təqaüdü almaq üçün ovqaf idarəsinə getsə də, təqaüdü ala bilmir. Buna görə şair məktubla Nişançı Paşaya müraciət edir. Şikayət məktubunun məzmunu və ideyası real tarixi həqiqəti tam şəkildə əks etdirir. Qeyd edək ki, Füzuli sultanın qərarından məmnun qaldığı üçün sultanı yüksək dərəcədə tərif edir. Bu azmış kimi şair baratın özünə də tərif yağdırır, şəninə ibarəli sözlər deyir. Füzuli Sultan Süleyman Qanununin dövlətin hamisi kimi tərif edir. Bu zaman o, Quran ayələrindən də geniş şəkildə istifadə edir. Deyilən təriflər, hökm sürən ədalət, nikbin əhvali-ruhiyyə əsərin birinci hissəsinə aiddir. «Şikayətnamə» əsərində birinci hissədəki nikbinlik ikinci hissədə kədər motivi ilə əvəzlənir. Hər şey ovqaf idarəsinə gedəndən sonra başlayır. Təyin olunan pul ovqaf idarəsinin işçiləri tərəfindən verilmir. Füzuli bu səhnələrdə məmur özbaşınalıqlarını tənqid edir.

Füzuli ovqaf idarəsinə gələn vətəndaşlara münasibətdə təmənnə və etinasızlığı kəskin tənqid edir: «Salam verdim – rüşvət deyildir deyü almadılar. Hökm göstərdim – fəidəsizdir deyü mültəfət olmadılar» – sözləri bu cür tənqidi münasibətin bariz nümunəsidir. Ovqaf idarəsinin işçiləri ilə şair arasındakı mükəlliməni anarxiyanın, özbaşınalığın, rüşvətxorluğun tipik nümunəsi hesab etmək olar:

Dedim: — Baratımın məzmunu nə üçün surət bulmaz?

Dedilər: — Zəvaidir, hüsuli mümkün olmaz.

Dedim: — Böylə övqaf zəvaidə olarmı?

Dedilər: — Zəruriyyəti-asitanədən ziyadə qalırsa, bizdən qalırmı?

Dedim: — Vəqf malın ziyadə təsərrüf etmək vəbaldır.

Dedilər: — Ağçamız ilə satın almışız, bizə hələldir.

Dedim: — Hesab alsalar, bu sülukunuzun fəsadı bulunur.

Dedilər: — Bu hesab qiyamətdə alınır.

Dedim: — Dünyada dəxi hesab alınır xəbərin eşitmişiz.

Dedilər: — Ondan dəxi bakimiz yox, katibləri razı etmişiz.

Mükəlimədəki sual-cavablar ölkədəki rüşvətxorluğun, özbaşınalığın yüksək həddə çatdığını göstərir. Əsərin üçüncü hissəsində yenidən baratın təsviri verilir. Göstərilir ki, mən baratdan təhqir və əziyyət gördüyüm üçün ondan utanır, ona nifrət edirdim. O isə mənə bəla və əziyyət verdiyi üçün məndən xəcalət çəkirdi:

Mən ona fitnə, ol mənə afət,

Mütənəffir mən ondan, ol məndən.

Mən ona qüssə, ol mənə möhnət,

Mütənəkkir mən ondan, ol məndən.

«Şikayətnamə» satirik nəsrimizin mükəmməl nümunəsi hesab olunur. Əsərdə qanunsuzluğa, özbaşınalığa, bürokratiyaya, rüşvətxorluğa qarşı kəskin etiraz nümayiş etdirilir.

KAYNAKLAR

- Əzizəğa Nəcəfzadə. Füzuli–şairin yaradıcılıq psixologiyası Bakı, Mütərcim, 2012, 140 səh.
- Əlibəyzadə E. M. Azərbaycan dilinin tarixi. İki cild. II cild. Bakı: Azərnəşr, 2008, s. 152-215.
- M.Füzuli əsərləri .Altı cild. II cild. Bakı 2005

THE ARTISTIC INTERPRETATION OF REALITY: FROM AESTHETIC IDEAL TO LITERARY IDEA

Leyla Ziyafat Hasanova

Azerbaijan State Pedagogical University,

Faculty of Philology, Lecturer

Email: levlamuzi@gmail.com

ORCID ID: 0009-0006-9057-9205

Abstract. Literature is not a mechanical reproduction of reality but a creative form of its interpretation and reconstruction. The writer selects particular aspects of life, subjects them to intellectual and emotional perception, and transforms them into an artistic reality. In this process, aesthetic ideal, theme, content, and idea constitute interconnected dimensions of literary creation. The aesthetic ideal reflects the writer's conception of beauty, harmony, human perfection, and desirable forms of individual and social existence. The theme determines the sphere of reality that becomes the object of artistic representation, while content develops through the interaction between the represented world and the author's creative consciousness. The literary idea emerges as an artistic and intellectual generalization of the depicted reality and is embodied in characters, conflicts, events, and images. This article explores the mechanisms through which objective reality becomes artistic reality, examines the relationship between life truth and artistic truth, and emphasizes the importance of authorial interpretation, artistic generalization, and the unity of content and form. Particular attention is given to the principle that an authentic artistic idea should arise naturally from the internal structure of a literary work rather than being imposed upon it externally.

Keywords: literary art, aesthetic ideal, artistic reality, life truth, artistic truth, theme, content, literary idea, authorial interpretation, artistic generalization

The relationship between reality and literature has always occupied an important place in literary theory. Literature takes its material from human life, social relations, historical events, individual experiences, and the surrounding world. Yet the literary work cannot be regarded as a simple reflection of these phenomena. Between reality and its artistic representation stands the creative personality of the writer.

The writer observes reality, selects what appears significant, interprets it through personal experience and intellectual understanding, and transforms it into an artistic system. Consequently, the literary work contains two interconnected dimensions: the world that is represented and the way that world is artistically understood.

This process explains why the same historical event, social phenomenon, or human experience may receive completely different artistic interpretations in the works of different writers. Individual creative perception,

aesthetic ideals, worldview, artistic experience, and historical circumstances influence the transformation of life material into literature.

From this perspective, aesthetic ideal, theme, content, and idea should be considered not as isolated literary concepts but as mutually dependent elements of artistic creation.

The primary material of literary creation is reality. However, reality enters literature only after undergoing a process of artistic selection and transformation. The writer does not reproduce everything observed in life. Instead, particular events, relationships, characters, details, and psychological experiences are selected because they possess artistic, social, moral, or philosophical significance.

The distinction between life truth and artistic truth becomes particularly important here. Life truth belongs to the sphere of actual existence: historical facts, social events, human destinies, and everyday experiences. Artistic truth, however, is the result of transforming these materials into a meaningful artistic structure.

Two abilities are especially important in this transformation. The first is the ability to observe life deeply; the second is the ability to generalize what has been observed.

A writer must therefore move beyond external appearances. Human behavior, for example, may reveal only the visible aspect of a much deeper psychological or social reality. Artistic perception attempts to discover the motives, contradictions, emotions, and meanings hidden behind external events.

For this reason, artistic observation can be regarded as a form of intellectual and imaginative investigation. The writer penetrates into the inner layers of life and transforms individual observations into broader artistic meanings.

The aesthetic ideal represents a conception of beauty, harmony, perfection, and desirable human existence. It may concern an individual, a social environment, a moral value, or an entire vision of the world.

Unlike an ordinary practical goal, an aesthetic ideal first exists in the realm of consciousness and imagination. It expresses what an individual or society considers desirable, beautiful, harmonious, or perfect.

Literature provides one of the most powerful means for giving concrete artistic form to such ideals. A writer may embody an aesthetic ideal through a heroic character, a conflict between freedom and oppression, an image of homeland, a vision of justice, or a representation of spiritual perfection.

The aesthetic ideal is consequently connected with both reality and imagination. It may originate in existing social experience, but it can also point toward a possible future. Literature is capable of depicting not only what exists but also what could exist.

This characteristic is especially important for poetic and imaginative literature. The writer's creative imagination allows reality to be reconsidered from the perspective of possibility. As a result, the aesthetic ideal becomes a source of artistic transformation.

The ideal becomes meaningful in literature when it is embodied rather than simply declared. A character who represents courage, freedom, dignity, or moral perfection can communicate an aesthetic ideal more effectively than a direct theoretical statement.

The theme of a literary work can be understood as the particular sphere of life that the writer chooses to explore artistically. It includes the events, relationships, problems, and experiences around which the work is organized. However, the existence of an important theme does not automatically produce an artistically successful work. What matters is the writer's approach to the selected material.

Different authors may deal with the same theme while creating completely different artistic worlds. Their individual perspectives determine which aspects of the theme receive emphasis, how characters are constructed, which conflicts are developed, and what emotional atmosphere dominates the work.

Theme therefore functions as an initial framework rather than as the complete content of a literary work.

The selection of themes is also influenced by the historical context in which a writer lives. Certain social or moral problems may become especially significant during particular periods. Nevertheless, the artistic value of a work depends not simply on the relevance of its subject but on the depth with which the writer transforms that subject into literature.

A familiar theme can acquire new meaning when viewed through an original artistic consciousness.

Content is broader than the theme of a literary work. While theme indicates what is represented, content encompasses what the representation means within the artistic structure.

The content of literature consists of life material that has been selected, interpreted, evaluated, and transformed by the writer. It includes events and characters, but also emotions, ideas, values, conflicts, psychological states, and the author's relationship to the represented world.

This explains why it is insufficient to describe the content of a literary work merely by recounting its plot. A plot summary tells us what happens, but it does not necessarily reveal why the events are important or what broader meaning they acquire within the work.

Theories of literary content often distinguish between objective and subjective dimensions. The objective dimension is associated with the realities represented in the work, while the subjective dimension concerns the author's perception and interpretation of these realities.

These dimensions should not be separated completely. The author's individual perspective is formed within a concrete historical, social, and cultural environment. Therefore, even the subjective element of literary content can possess broader objective significance.

The artistic content of a work emerges precisely from the interaction between reality and consciousness.

One of the most important characteristics of literature is its ability to transform the individual into the general.

A single human experience may acquire universal significance when artistically represented.

A character may represent the psychological characteristics of an entire generation. A personal tragedy may reveal a wider social contradiction. A particular historical event may become an artistic symbol of a national experience.

Such transformation is possible through artistic generalization.

Artistic generalization does not mean eliminating individuality. On the contrary, a convincing literary character must possess individual features. However, those features should simultaneously reveal something broader and more significant.

The writer therefore selects details that are capable of carrying additional meaning. A seemingly ordinary action, object, landscape, or conversation may become significant within the artistic structure because it participates in a larger network of associations.

This is one of the reasons why literary art cannot be reduced to documentary recording. The writer gives ordinary reality an additional dimension of meaning.

The idea of a literary work is the generalized artistic meaning that develops from its content. It represents the writer's understanding of the life material selected for representation.

The literary idea should not normally appear as an independent theoretical proposition. Its natural place is within the artistic structure of the work.

Characters, conflicts, events, relationships, psychological experiences, and narrative development collectively communicate the idea. The reader gradually discovers the underlying meaning by following the artistic logic of the work.

This principle is particularly important because literature differs from direct ideological or philosophical discourse. A literary work persuades primarily through artistic experience rather than through abstract explanation.

An externally imposed idea may weaken this process. If characters and events are created merely to illustrate a predetermined thesis, they can lose their psychological credibility and artistic independence. The work may then become schematic.

By contrast, when the idea grows organically from the represented reality, it acquires emotional depth. The reader does not simply receive a conclusion but arrives at an understanding through the artistic experience created by the writer.

Every literary work contains an authorial position, even when the writer does not directly intervene in the narrative. Selection itself expresses a position.

The decision to focus on a particular character, conflict, historical event, or psychological situation reflects the writer's creative priorities. The organization of the material further reveals the author's understanding of reality. However, authorial position should be distinguished from explicit authorial preaching. Strong literature generally allows the author's position to emerge through artistic structure.

S. Vurgun's *Vaqif* provides an illustrative example. The dramatic work draws upon historical figures and events, but its artistic significance cannot be reduced to historical documentation. The historical material is transformed through the representation of characters, conflicts, national values, and heroic attitudes.

The historical reality thus becomes part of a broader artistic interpretation. The writer does not simply tell the reader what happened; he creates an artistic world through which the reader experiences the historical and human significance of those events.

A literary idea cannot exist independently of artistic images. The image is one of the principal means through which abstract meaning becomes concrete.

If the writer wishes to express an idea concerning freedom, for instance, that idea can acquire artistic force through the behavior and fate of a character who struggles for freedom. Similarly, concepts such as homeland, dignity, sacrifice, justice, or love become artistically meaningful when embodied in concrete human situations.

The relationship between idea and image is therefore organic. The image gives the idea emotional and sensory form, while the idea gives the image broader significance.

This relationship also demonstrates the importance of artistic form. A literary idea becomes effective only when it is adequately expressed through language, composition, characterization, imagery, rhythm, genre, and other formal elements.

Consequently, content and form cannot be treated as completely separate categories. The meaning of a work is realized through its form, while its form derives its artistic necessity from its content.

The artistic integrity of a literary work depends upon the unity of content and form. Content without an appropriate artistic form may remain abstract and ineffective. Conversely, sophisticated form without substantial content may become merely decorative.

The writer must therefore find a form adequate to the nature of the material and the meaning being expressed.

The unity of content and form also prevents the literary work from becoming a collection of disconnected episodes, ideas, or images. Theme, characters, conflicts, events, emotions, and artistic language should contribute to a coherent whole.

The stronger this internal relationship becomes, the more naturally the literary idea emerges.

Artistic unity is therefore not simply a formal requirement. It is a condition of meaningful literary communication. Through this unity, the writer transforms individual observations into an aesthetically organized representation of life.

Literary art establishes a complex relationship between reality and imagination. The writer takes material from life but does not merely reproduce it. Through observation, selection, interpretation, imagination, and artistic generalization, objective reality is transformed into an artistic reality.

Within this process, the aesthetic ideal functions as an important source of artistic orientation. It expresses conceptions of beauty, perfection, harmony, and desirable human existence. The theme determines the sphere of life material selected for artistic representation, while content develops through the interaction between that material and the author's creative consciousness. The literary idea represents the generalized meaning that emerges from this artistic interpretation.

The distinction between life truth and artistic truth demonstrates that literature is not a photographic reflection of reality. Artistic truth requires a deeper understanding of human experience and the ability to transform individual phenomena into meaningful generalizations.

At the same time, the literary idea achieves genuine artistic force only when it arises organically from characters, events, conflicts, and images. An idea imposed mechanically upon literary material can reduce the complexity of artistic reality, whereas an organically developing idea enriches the work with emotional and intellectual depth.

Ultimately, aesthetic ideal, theme, content, and idea form an interconnected system. Their unity enables literature to transform individual experiences into broader meanings and to turn the observation of life into an aesthetically and intellectually significant artistic world.

References

1. Abramovich, G. L. *Introduction to Literary Studies*. Moscow, 1976.
2. Belinsky, V. G. *Selected Literary-Critical Works*. Moscow.
3. Borev, Y. *Aesthetics*. Moscow, 1980.
4. Rəfili, M. *Works on Literary Theory and Literary Criticism*. Baku.
5. Timofeev, L. I. *Theory of Literature*. Moscow, 1948.
6. Vurğun, S. *Vaqif*. Baku.

DEVELOPING PEMALANG AS A HALAL CREATIVE DESTINATION: AN INTEGRATED ROADMAP FOR COMMUNITY-BASED TOURISM AND CREATIVE ECONOMY

Dwi Tika Wulan Sari¹, Fika Dealova², Cahya Amelia³, Ismi Nurhanifah⁴, Nindi Aulia⁵

^{1,2,3,4,5} Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0007-9127-9973>

Email: dwi.tika.wulan.sari24101@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

The development of halal tourism requires an integrated approach that connects halal standards, local cultural identity, creative industries, micro, small, and medium enterprises (MSMEs), and community participation. Pemalang Regency, Central Java, has considerable potential to develop such an ecosystem through its local agricultural commodities, culinary products, traditional crafts, cultural assets, and strategic connectivity along the northern coast of Java. The planned Halal Food Industrial Zone (Kawasan Industri Pangan Halal, KIPH) also provides opportunities to strengthen halal food processing, certification, supply chains, innovation, and market access. This chapter aims to formulate a roadmap for developing Pemalang as a halal creative destination through an integrated and sustainable development framework. Using a conceptual and descriptive approach based on literature and relevant regional development documents, the roadmap is organized into five interconnected stages: foundation and consolidation, community capacity building and halal creative product development, ecosystem integration, market and investment acceleration, and sustainable destination development. The proposed framework emphasizes collaborative governance, local potential mapping, halal certification assistance, creative product innovation, digital marketing, and the integration of culinary, craft, and cultural experiences into tourism packages. It also highlights the importance of partnerships among local government, industries, financial institutions, academic institutions, and communities to strengthen the local value chain. Destination performance can be assessed through indicators covering institutional coordination, human resource capacity, product quality, halal compliance, digital connectivity, market expansion, cultural preservation, and environmental sustainability. Rather than functioning as a linear development plan, the roadmap adopts a cyclical approach in which periodic evaluation informs continuous improvement. This framework provides strategic guidance for positioning Pemalang as an inclusive, culturally distinctive, and sustainable halal creative destination while enhancing local economic value and community welfare.

Keywords: halal tourism; creative economy; destination development; community-based tourism; MSMEs; Pemalang Regency.

CHALLENGES IN HALAL TOURISM DEVELOPMENT: LESSONS FROM PEMALANG, INDONESIA

Fika Dealova, Dwi Tika Wulan Sari, Cahya Amelia, Ismi Nurhanifah, Nindi Aulia

Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

fika.dealova24096@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

The development of halal tourism in Indonesia offers significant opportunities to strengthen tourism competitiveness and promote local economic growth. However, its implementation continues to face interconnected challenges that require an integrated approach involving various stakeholders. This study aims to examine the major challenges in halal tourism development, particularly in Pemalang, Central Java, Indonesia. The discussion identifies several key issues, including limited human resource capacity, difficulties in halal certification, inadequate infrastructure, regulatory and supervisory constraints, weak institutional coordination, and ineffective promotional strategies. These challenges demonstrate that halal tourism cannot be developed solely by providing attractive destinations or marketing halal-related features, but requires the readiness of the entire tourism ecosystem. The case of Pasar Tiban Pemalang highlights the gap between public awareness of halal products and the practical implementation of halal certification, particularly among small-scale traders. Meanwhile, the management of the Tomb of Syekh Maulana Syamsudin illustrates the challenges of transforming religious and historical potential into a well-managed tourism experience while preserving its spiritual values. The discussion also emphasizes the importance of community participation, stakeholder collaboration, and capacity building in strengthening the local tourism ecosystem. Addressing these challenges requires coordinated efforts to improve human resource competencies, facilitate halal certification, develop adequate infrastructure, strengthen institutional arrangements, and implement promotional strategies supported by service quality and destination readiness. Furthermore, tourism development should balance economic objectives with Islamic values, local identity, and community welfare. An integrated and gradual approach is therefore essential to ensure that halal tourism in Pemalang develops beyond destination branding and contributes to a trustworthy, inclusive, and sustainable tourism environment that benefits both Muslim visitors and local communities.

Keywords: halal tourism; tourism development; halal certification; local community; Pemalang

PROJECT MANAGEMENT AND ITS DEPENDENCE ON IDEOLOGY: THE EUROPEAN UNION AS A CASE STUDY

Lecturer, PhD Irina-Ana DROBOT

**Technical University of Civil Engineering Bucharest, Faculty of Engineering in Foreign Languages,
Department of Foreign Languages and Communication, philology, anadrobot@yahoo.com, ORCID
0000-0002-2556-6233**

Abstract

The purpose of this paper is look at the relationship between project management and ideological influences. Project management is usually perceived as a technical and methodologically neutral discipline concerned with planning, resource allocation, risk management, and the achievement of predefined objectives. However, project management is also influenced by ideological assumptions, political interests, institutional values, and societal priorities. These factors shape the selection of projects, the allocation of financial resources, the definition of success, and the criteria used to evaluate project outcomes. This paper explores the relationship between project management and ideology, focusing on the European Union as a relevant institutional and political framework. Particular attention is given to EU policies, including cohesion policy, the European Green Deal, and initiatives supporting digital transformation, which illustrate how political and ideological priorities are translated into project objectives, funding mechanisms, and implementation requirements. EU cohesion policy, for example, reflects principles of economic, social, and territorial solidarity, while green and digital transition policies promote sustainability, innovation, and competitiveness. These priorities influence not only which projects receive financial support but also how projects are designed, managed, monitored, and evaluated. The paper further examines the potential tensions between ideological objectives, managerial efficiency, economic considerations, and local needs. It argues that project management cannot be fully separated from the political and ideological contexts in which it operates, particularly when projects depend on public funding and institutional policy frameworks. Understanding this relationship is essential for evaluating project management practices critically and for promoting transparency, accountability, and effective implementation within the European Union.

Keywords: Public policy, cohesion policy, European Green Deal, ideology, digital transformation

1. INTRODUCTION

Project management has been conceptualised as a technical and managerial discipline concerned with the efficient organisation of resources, activities, schedules, budgets, and risks to achieve predefined objectives. Established project management frameworks emphasise planning, coordination, monitoring, evaluation, and the successful delivery of project outcomes. From this perspective, project management may appear to be a politically neutral activity, primarily governed by methodological principles and performance criteria.

However, projects do not emerge independently of their institutional, economic, social, and political environments. The decision to initiate a project, determine its objectives, allocate financial resources, establish eligibility requirements, and define success criteria frequently reflects broader political priorities and normative assumptions. Consequently, although project management methodologies may be transferable across institutional settings, their application is shaped by the values and priorities of the organisations and political systems within which projects operate.

The European Union provides a particularly relevant context for examining this relationship. Through its financial instruments, regulatory frameworks, and strategic policies, the EU translates institutional priorities into programmes and projects implemented at European, national, regional, and local levels. Cohesion policy, the European Green Deal, and digital transformation initiatives illustrate how objectives such as solidarity, sustainability, innovation, competitiveness, and economic integration influence the selection, financing, implementation, and evaluation of projects.

Nevertheless, the relationship between ideology and project management raises important questions. To what extent are project objectives determined by political and ideological considerations rather than technical assessments of needs? How do EU priorities influence project selection and funding? Can the pursuit of ideological objectives conflict with managerial efficiency, economic feasibility, or local development needs? Furthermore, can project management remain methodologically neutral when its objectives and performance criteria are politically defined?

The main objective of this paper is to investigate how political and ideological priorities influence project management within the European Union. More specifically, the paper examines how EU policy objectives are translated into project funding priorities, selection criteria, implementation requirements, and evaluation mechanisms.

The research addresses three questions: How do political and ideological priorities influence the formulation, selection, financing, and evaluation of projects within the European Union? How are the values underlying EU

cohesion, environmental, and digital policies translated into project management requirements? What tensions emerge between EU-level political priorities, managerial efficiency, economic considerations, and local needs? The paper argues that project management is not intrinsically ideological in its technical procedures, but becomes ideologically conditioned through the institutional and policy frameworks that define project objectives, resource allocation, and evaluation criteria.

1.1. Theoretical Framework

The conventional understanding of project management is that of a discipline based on technical rationality, planning, resource optimisation, risk management, and measurable performance. Relevant theoretical foundations include the Project Management Institute's PMBOK framework (Stackpole, 2013) and the distinction between project outputs, outcomes, and broader societal benefits. The critical argument is that the technical efficiency of project implementation does not necessarily establish the political neutrality of project objectives. For example, two projects may be managed according to identical scheduling, budgeting, and risk-management procedures, although one seeks to expand road infrastructure and another seeks to reduce private-car dependence through public transport investment. Their managerial techniques may be similar, but their underlying policy objectives differ.

Ideology can be understood as a relatively coherent system of beliefs, values, and assumptions through which political actors interpret social problems, establish priorities, and justify collective action.

A particularly relevant perspective is provided by Kingdon's Multiple Streams Framework (Rawat & Morris, 2016), which explains how problems, policy proposals, and political conditions interact in determining policy agendas. Another useful approach is historical and sociological institutionalism, which explains how established institutional arrangements, rules, and norms shape organisational decisions.

EU project management operates within a complex governance structure involving European institutions, national governments, regional authorities, local administrations, and project beneficiaries. The theory of multilevel governance, particularly the work of Marks and Hooghe (2004), provides a useful foundation for understanding how responsibilities and political priorities are distributed across these levels. A crucial question is whether EU-level objectives are consistently aligned with national and local priorities, or whether implementation produces tensions between different governance levels.

2. METHOD

Rather than examining individual project performance through primary fieldwork, the research investigates how political and ideological priorities are embedded in the institutional frameworks that govern project selection,

funding, implementation, and evaluation. The European Union is treated as the overarching institutional case, while three policy areas constitute embedded analytical cases.

As case selections, the following EU policy areas are concerned: the cohesion policy, the Europea Green Deal, and the Digital transformation. The cohesion policy is concerned with solidarity, convergence, territorial cohesion, and its project management implications are geographic allocation, eligibility, regional development indicators. The European Green Deal is concerned with sustainability, climate neutrality, environmental protection, while the project management implications are environmental conditionality, climate-related targets, sustainability assessment. Digital transformation is concerned with innovation, competitiveness, digital inclusion, and its project management implications are digital targets, technological requirements, capacity-building indicators. These cases have been selected because they represent distinct, though overlapping, political and institutional priorities and because each has identifiable implications for project management.

The analysis draws on EU regulations, strategic communications, programme documents, funding eligibility rules, evaluation frameworks, and relevant academic literature. The principal documentary sources would include Regulation (EU) 2021/1060 on common provisions for EU funds, Regulation (EU) 2021/1058 concerning the European Regional Development Fund and Cohesion Fund, the European Green Deal communication (COM(2019) 640 final), and Decision (EU) 2022/2481 establishing the Digital Decade Policy Programme 2030. The documents can be examined using qualitative thematic analysis and structured comparison. The analytical procedure involves identifying policy values, tracing their translation into institutional requirements, and assessing their implications for project management.

The study's documentary and qualitative character limits its capacity to establish direct causal relationships between ideological preferences and the performance of individual projects. Furthermore, the identification of ideological influence requires careful differentiation between political commitments, legally binding obligations, and technical or administrative requirements. The analysis therefore seeks to establish plausible institutional mechanisms rather than demonstrate that every managerial decision is ideologically determined.

3. RESULTS

EU cohesion policy provides an important illustration of how normative and political commitments can influence project financing and management. The policy is grounded in the objective of reducing disparities between regions and promoting economic, social, and territorial cohesion. These objectives introduce distributive considerations into decisions that might otherwise be evaluated primarily through short-term economic returns. Consequently, projects may receive support not exclusively because they maximise

immediate financial efficiency, but because they contribute to broader objectives such as regional convergence, accessibility, social inclusion, and territorial development. The ideological influence is particularly evident in the definition of eligible regions, the allocation of financial resources, and the use of indicators that measure social and territorial outcomes. From a project management perspective, these requirements influence project identification, cost-benefit assessment, stakeholder engagement, and performance evaluation.

The European Green Deal shows how environmental objectives can become institutional constraints and performance requirements for publicly supported projects. Its overarching commitment to climate neutrality influences investment priorities in areas such as energy, transport, buildings, industrial transformation, and environmental protection. In relevant funding instruments, environmental considerations are incorporated into project selection, appraisal, implementation, and evaluation. The analytical significance is that sustainability is not simply an optional characteristic of a project. It may become an eligibility requirement, an evaluation criterion, or a condition attached to financing. This creates potential tensions between environmental objectives and other project considerations, including initial investment costs, implementation time, technological feasibility, and short-term economic returns. Nevertheless, such tensions should not automatically be interpreted as evidence of inefficiency. Environmental requirements may produce long-term economic, ecological, and social benefits that conventional short-term financial assessments fail to capture.

EU digital transformation policies illustrate how institutional commitments to technological development and economic competitiveness influence the types of projects supported by public funding. Initiatives promoting digital infrastructure, digital skills, public-sector digitalisation, and business innovation reflect the political assumption that digital transformation contributes to economic modernisation, competitiveness, and institutional effectiveness. These priorities influence the definition of project objectives, the selection of eligible activities, the allocation of funding, and the establishment of performance indicators. However, the promotion of digitalisation also raises questions concerning technological dependence, unequal institutional capacities, digital exclusion, and the compatibility of technological solutions with local needs. A critical project management approach must therefore evaluate not only whether digital technologies have been successfully introduced, but also whether they address demonstrable organisational and societal needs.

4. CONCLUSION, DISCUSSION, AND RECOMMENDATIONS

The findings challenge the assumption that project management can be understood exclusively as a neutral technical discipline. Although scheduling, budgeting, risk assessment, and resource allocation are governed by methodological principles, the objectives to which these techniques are applied are often established through

political and institutional decision-making. Therefore, neutrality must be assessed at two levels: the neutrality of managerial procedures and the neutrality of project objectives. A project manager may apply technically rigorous procedures while implementing a project whose objectives reflect particular political values.

This paper has examined the relationship between project management and ideology, using the European Union as an institutional case study. The analysis indicates that project management cannot be fully understood as an ideologically neutral activity, particularly when projects operate within publicly funded programmes and policy frameworks. Although managerial procedures rely on technical methods, the selection of projects, definition of objectives, allocation of financial resources, and evaluation of outcomes are frequently influenced by political priorities and institutional values. EU cohesion policy, the European Green Deal, and digital transformation initiatives illustrate different ways in which principles such as solidarity, sustainability, innovation, and competitiveness are translated into project management requirements. The paper's principal theoretical contribution is the distinction between the technical rationality of project management and the normative rationality of public policy. These dimensions are interconnected but should not be conflated. From a practical perspective, the analysis highlights the importance of transparent project selection, clearly defined evaluation criteria, stakeholder participation, and the consideration of both short-term managerial performance and long-term societal outcomes. The study also identifies potential tensions between supranational policy priorities, economic efficiency, and local needs. These tensions require context-sensitive evaluation rather than the assumption that either political objectives or technical efficiency should automatically prevail.

REFERENCES

- Marks, G., & Hooghe, L. (2004). Contrasting visions of multi-level governance. *Multi-level governance*, 15, 30.
- Rawat, P., & Morris, J. C. (2016). K \ingdon's "Streams" Model at Thirty: Still Relevant in the 21st Century?. *Politics & Policy*, 44(4), 608-638.
- Stackpole, C. S. (2013). *A User's Manual to the PMBOK Guide*. John Wiley & Sons.

MORALS AND POLITICS: THE MORAL UNDERSTANDING OF POLITICS IN CONTEMPORARY SOCIETY

Lecturer, PhD Irina-Ana DROBOT

**Technical University of Civil Engineering Bucharest, Faculty of Engineering in Foreign Languages,
Department of Foreign Languages and Communication, philology, anadrobot@yahoo.com, ORCID
0000-0002-2556-6233**

Abstract

The purpose of this paper is to explore how contemporary citizens understand and morally evaluate politics, drawing on Michel Meyer's reflections on the relationship between morality and political life. In a society increasingly marked by political polarization, declining trust in institutions, and conflicting public values, the question of what makes political action morally acceptable has become particularly relevant. Meyer's distinction between morality, which is grounded in principles and individual responsibility, and politics, which operates through negotiation, compromise, and the management of conflicting interests, provides a framework for examining citizens' expectations of political leaders and institutions. From this perspective, the moral evaluation of politics involves a constant tension between ideals such as justice, honesty, and equality and the practical realities of political decision-making. Citizens often expect politicians to act according to clear moral principles, yet political choices frequently require compromises that may challenge these expectations. At the same time, contemporary political discourse reveals the difficulty of distinguishing genuine moral responsibility from the use of moral values as instruments of persuasion, criticism, or political division. Building on Meyer's argument that morality and politics cannot be entirely separated or reduced to one another, this paper considers the role of citizens in determining political legitimacy through their judgments, participation, and accountability. It argues that understanding politics morally requires more than condemning political actors for failing to meet ideal standards; it also requires critical reflection on the complexity of collective decisions and on citizens' own responsibilities within democratic society. Ultimately, the relationship between morality and politics remains essential to contemporary democracy, as the legitimacy of political power depends not only on its effectiveness but also on the values, responsibilities, and expectations through which citizens judge it.

Keywords: Political legitimacy, civic responsibility, democracy, contemporary society, ideology

1. INTRODUCTION

The relationship between morality and politics has been an ongoing concern in political philosophy, raising fundamental questions about the ethical foundations of political authority, the responsibilities of political leaders, and the legitimacy of collective decisions. Although political institutions are expected to promote justice, equality, and the common good, political action frequently involves competing interests, conflicting values, and compromises that challenge conventional moral expectations. This tension becomes especially visible in contemporary democratic societies, where political polarization, declining institutional trust, and ideological divisions increasingly shape citizens' perceptions of political legitimacy.

Citizens frequently evaluate political actors through moral categories such as honesty, fairness, integrity, and responsibility. Political decisions are therefore judged not only according to their effectiveness or institutional legality but also according to their perceived compatibility with moral principles. However, the moral evaluation of politics raises the following difficulty: political decisions affect diverse groups whose interests and values may be incompatible. As a result, actions considered morally justified by some citizens may be regarded as unacceptable by others.

Meyer's (2013) philosophical reflections provide a useful starting point for examining this problem. His approach to philosophical questioning, argumentation, and the relationship between competing positions allows political morality to be understood not merely as the application of fixed principles but also as a process of confronting and negotiating differences. From this perspective, moral disagreement is not necessarily an obstacle to democratic politics; it is also one of the conditions through which political justification becomes necessary.

The present article investigates how citizens understand politics morally and how their moral expectations influence their judgments of political legitimacy. Particular attention is given to the tension between moral ideals and political compromise, the use of moral language in political discourse, and the responsibility of citizens in evaluating democratic institutions.

The study addresses three research questions: How do moral principles shape citizens' understanding and evaluation of political action in contemporary democratic societies? How can the tension between moral expectations and political compromise be understood through Meyer's philosophical approach? To what extent do citizens' moral judgments contribute to political legitimacy, democratic accountability, and political polarization?

The article argues that moral evaluation is indispensable to democratic politics, but becomes problematic when political disagreement is reduced to an opposition between morally legitimate and morally illegitimate actors. A more productive understanding of political morality requires recognizing the complexity of collective decisions, the plurality of legitimate values, and the shared responsibilities of political institutions and citizens.

The article proceeds by establishing its theoretical and methodological framework, presenting the main findings of a conceptual analysis, discussing their implications for contemporary democracy, and identifying the conditions under which moral judgment can contribute to political legitimacy and not to political division.

1.1. Theoretical Framework

Morality and politics represent distinct but interconnected dimensions of social life. Morality concerns principles through which individuals and communities distinguish acceptable from unacceptable conduct. It involves concepts such as justice, responsibility, honesty, equality, and respect for others. Politics concerns the organization and exercise of collective power, the distribution of resources, the regulation of conflicts, and the formulation of decisions affecting society. Although morality establishes normative expectations, politics operates within institutional constraints and circumstances in which different interests and values compete.

This distinction creates a basic philosophical problem: Can political action be morally justified when achieving collective objectives requires compromising individual moral principles? A political decision may be legally valid and practically effective while remaining morally controversial. Conversely, a morally desirable objective may prove politically difficult to implement.

The analysis therefore distinguishes three dimensions of political judgment. The moral dimension involves the question: Is the political action right or wrong? The political dimension involves the question: Is the decision feasible and effective? The democratic dimension deals with the question: Is the exercise of power legitimate? These dimensions but cannot be completely separated in democratic political life.

2. METHOD

Meyer's philosophy offers a framework for understanding political disagreement through the relationship between questioning, argumentation, and competing answers. His problematological approach emphasizes the importance of questions in the construction of philosophical meaning. Instead of treating opposing positions as true or false propositions, it encourages an examination of the problems to which those positions respond. Applied to political morality, this perspective suggests that disagreements about justice, equality, freedom, and responsibility may arise because political actors and citizens prioritize different underlying questions. For example, a debate concerning economic redistribution may involve competing moral questions: What

obligations does society have toward disadvantaged citizens? To what extent should individuals retain control over the resources they produce? How should collective solidarity be balanced against individual freedom? Political disagreement may therefore reflect not merely conflicting interests but different interpretations of the moral problem itself. Meyer's approach is relevant because it allows moral disagreement to be investigated without assuming that one political position possesses an exclusive claim to moral legitimacy.

The relationship between morality and political legitimacy can also be examined through theories of democratic justification. Weber's (1946) distinction between an ethics of conviction and an ethics of responsibility illustrates the tension between adherence to moral principles and consideration of the consequences of political action. Rawls's (1993) theory of political liberalism emphasizes the possibility of political agreement among citizens who hold different comprehensive moral doctrines. Habermas's (1996) theory of deliberative democracy places public justification and communicative rationality at the center of democratic legitimacy.

These perspectives complement Meyer's approach by showing that political legitimacy cannot be reduced either to the moral convictions of political leaders or to the effectiveness of political decisions. Legitimacy also depends on the procedures through which political decisions are justified, contested, and revised.

The article adopts a qualitative theoretical and conceptual methodology, combining philosophical interpretation with critical analysis of contemporary political discourse. The methodological approach consists of three interconnected stages. First, a conceptual analysis examines the meanings and relationships of morality, politics, responsibility, compromise, and legitimacy. Meyer's problematological philosophy serves as the principal interpretive framework. Second, a comparative theoretical analysis relates Meyer's approach to selected contributions from political ethics and democratic theory, particularly Weber, Rawls, and Habermas. Third, an illustrative analysis examines recurring patterns in contemporary political discourse, including moral accusations against political opponents, appeals to honesty and justice, and conflicts between moral commitments and political compromise.

The analysis is guided by four categories: moral expectations of political actors, justification of political compromise, instrumentalization of moral values, and citizens' responsibility for democratic accountability.

3. RESULTS

The analysis identifies four interconnected dimensions through which political life can be morally understood. The first finding concerns the role of moral expectations in citizens' evaluations of political actors. Political leaders are expected to demonstrate honesty, integrity, fairness, and responsibility. These expectations contribute to the perceived legitimacy of political authority. However, moral judgment becomes more complex

when citizens assess political decisions involving competing social interests. For example, a government may introduce an economically necessary measure that disadvantages particular social groups. Although the measure may be justified through considerations of collective welfare, affected citizens may evaluate it as morally unjust.

The second finding concerns the ambiguous moral status of political compromise. Compromise is a fundamental mechanism of democratic decision-making because political actors represent groups with different interests and values. Nevertheless, compromise may be interpreted in contradictory ways. It can represent responsibility, moderation, and recognition of legitimate differences. Alternatively, it may be perceived as abandoning principles, political opportunism, or betrayal. The moral evaluation of compromise therefore depends on its objectives, procedures, and consequences. A compromise that respects fundamental rights and emerges from transparent negotiation may strengthen democratic legitimacy. By contrast, a compromise that protects private interests or undermines democratic accountability may weaken it.

The third finding concerns the strategic use of moral language in political discourse. Political actors frequently present their positions through appeals to justice, freedom, national responsibility, equality, or the public good. Such appeals can clarify political values and mobilize democratic participation. However, moral language may also become a mechanism for delegitimizing opponents. When political disagreement is presented as a struggle between morally virtuous and morally corrupt groups, the possibility of legitimate disagreement is reduced. From a problematological perspective, this development is significant because political actors may cease to examine the underlying questions generating disagreement and instead concentrate on discrediting competing answers.

The fourth finding concerns the responsibilities of citizens. Political morality cannot be understood exclusively through the conduct of political leaders. Citizens also participate in the construction of political legitimacy through voting, public debate, criticism, civic engagement, and the acceptance or rejection of political arguments. Citizens may demand integrity from political representatives while simultaneously supporting political practices that contradict their stated moral expectations. This reveals a possible inconsistency between the moral standards applied to political institutions and those applied to one's own political preferences. A democratic understanding of political morality therefore requires citizens to evaluate not only political leaders but also their own assumptions, ideological commitments, and responsibilities.

4. CONCLUSION, DISCUSSION, AND RECOMMENDATIONS

This article has examined the relationship between morality and politics in contemporary democratic society, using Michel Meyer's philosophical approach as a framework for understanding political disagreement, moral expectations, and democratic legitimacy. The analysis has identified four principal dimensions of the moral understanding of politics: citizens' moral expectations of political leaders, the ethical ambiguity of political compromise, the role of moral language in political polarization, and citizens' responsibilities in evaluating political authority. The findings indicate that political legitimacy cannot be understood exclusively through moral principles or political effectiveness. It emerges from the relationship between normative commitments, institutional procedures, the consequences of political decisions, and citizens' capacity for critical judgment. The article's main argument is that a morally responsible understanding of politics requires more than judging political actors against ideal ethical standards. It also requires recognizing legitimate disagreements, examining the justification of political decisions, and acknowledging citizens' own responsibilities within democratic life. Meyer's problematological approach contributes to this understanding by shifting attention from the opposition between competing moral claims toward the questions that generate political disagreement. The article also suggests that the moralization of political conflict can have contradictory democratic consequences. While moral criticism can strengthen accountability, the representation of political opponents as inherently illegitimate can undermine dialogue, compromise, and democratic coexistence.

REFERENCES

- Habermas, J. (1996). *Between facts and norms: Contributions to a discourse theory of law and democracy* (W. Rehg, Trans.). MIT Press.
- Meyer, M. (2013). *What is Philosophy*. Alexandru Ioan Cuza Publishing House, Iasi, Romania.
- Rawls, J. (1993). *Political liberalism*. Columbia University Press.
- Weber, M. (1946). *Politics as a vocation*. In H. H. Gerth & C. Wright Mills (Eds. & Trans.), *From Max Weber: Essays in sociology* (pp. 77–128). Oxford University Press.

FROM LOCAL FASHION TO MODEST FASHION IN BATANG: TRANSFORMING BATIK RIFA'YAH INTO CREATIVE HALAL PRODUCTS

Zahrotul Milatina, Naeza Fara Diba, Nabilatul Fauziyah, Anasta Nafsi, Muhammad Reza Kurniawan

Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

zahrotul.milatina24183@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

The development of the local fashion industry in Batang Regency presents an opportunity to convert regional cultural wealth into modest fashion products with higher economic value. Modest fashion extends beyond clothing that covers the body, integrating modesty values with creativity, comfort, fashion trends, and cultural identity, thereby serving Muslim consumers while driving creative industries rooted in local potential. This study examines how Batik Rifa'iyah, a traditional textile closely tied to Islamic values, can be developed into modern modest wear such as long skirts, tunics, gamis, outerwear, and blouses. Its motifs, which avoid depicting living beings and emphasize plants, geometric forms, and spiritual symbols, along with the tradition of reciting sholawat during the canting process, show that Islamic identity is embedded in the production process, philosophy, and visual character of the cloth. The discussion draws on the Dekranasda Modest & Iftar Festival (D'Modifest) 2026, where local designers and MSME products were showcased, illustrating how fashion events function as promotional and market-access platforms. Fashion localism is identified as a unique selling point that can strengthen the competitiveness and business performance of modest fashion. The study also highlights sustainability, including environmentally friendly materials, waste reduction, and green marketing, as part of a broader halal concept covering production, distribution, and marketing. Digital marketing, e-commerce, and storytelling are identified as essential for expanding market reach. The study concludes that this transformation is not merely a response to Muslim fashion trends but a strategy to increase economic value while preserving cultural identity, requiring design innovation, material quality, human resource development, halal compliance, and collaboration among artisans, designers, and government.

Keywords: modest fashion, Batik Rifa'iyah, halal economy, local wisdom, creative economy.

TRADITIONAL KNOWLEDGE AS A LIVING FOUNDATION FOR SUSTAINABLE CRAFT DEVELOPMENT IN PEMALANG: INTERGENERATIONAL TRANSMISSION, INNOVATION, AND CREATIVE VALUE CREATION

Nafal FIKRI¹, May Naila KHOIROH², Syihabud DIN³, M. Nasrul Rusydi Al ARZAQINA⁴

1,2,3,4,5 Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Email: nafal.fikri24100@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Traditional knowledge constitutes a fundamental foundation of craft development because craft products depend not only on materials and tools but also on skills, techniques, experience, and knowledge transmitted within communities. This study examines the role of traditional knowledge in sustaining and developing local crafts in Pemalang Regency, Indonesia, with particular attention to intergenerational transmission, material knowledge, innovation, and creative value creation. The discussion covers bamboo weaving in Cibuyur, Sarung Goyor weaving, Pekunden pottery, and craft products developed from agricultural waste. The findings indicate that traditional craft knowledge is primarily transmitted through learning by doing, family relationships, community interaction, and direct production practices. Such knowledge includes both explicit procedures and tacit abilities, such as recognizing material characteristics, controlling hand pressure, selecting appropriate techniques, and adapting production to changing conditions. Traditional knowledge also functions as environmental knowledge because artisans understand the availability, characteristics, and appropriate treatment of local materials. However, its sustainability faces challenges related to artisan regeneration, technological change, shifting consumer preferences, and limited knowledge of contemporary design and marketing. Rather than treating tradition as static, sustainable craft development requires combining inherited knowledge with new competencies in design, digital marketing, product documentation, intellectual property protection, and halal production practices. Traditional techniques can therefore serve as a foundation for product diversification and innovation without eliminating local identity. The study argues that preserving craft knowledge requires an ecosystem involving artisans, families, communities, government, educational institutions, and creative industries. Strengthening this ecosystem can transform traditional knowledge from a cultural inheritance into a living source of innovation, community livelihood, cultural identity, and sustainable creative economic development

Keywords: traditional knowledge; local crafts; intergenerational transmission; craft innovation; cultural heritage; sustainable development; creative economy; Pemalang.

FINANCING AND INVESTMENT INCENTIVES IN BATANG REGENCY: PROMOTING LOCAL ECONOMIC GROWTH AND SUSTAINABLE INVESTMENT

Sari Aulia Rahmawati¹, Meita Nadya Aulia², Nisa Amalia³, Sukma Fathimah Az-Zahro⁴, Azizil Lichasanah⁵

^{1,2,3,4,5} Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Email: sari.aulia.rahmawati24076@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Financing and investment incentives are important policy instruments for promoting regional economic growth, attracting investors, and improving community welfare. This study examines financing and investment incentive policies in Batang Regency, Central Java, with particular attention to investment competitiveness, local employment, and environmental sustainability. The implementation of Batang Regency Regional Regulation No. 1 of 2025 on the Provision of Investment Incentives and Investment Facilities establishes a legal framework for creating a favorable investment climate. One of its notable provisions is the potential provision of fiscal incentives of up to 50% for eligible companies that meet specified requirements. These include employing at least 70% of workers from Batang Regency, implementing Environmental, Social, and Governance (ESG) principles, and demonstrating a commitment to environmental restoration. Such requirements indicate that local investment policy is increasingly oriented toward the quality and sustainability of investment rather than merely the amount of capital entering the region. In addition, access to financing is essential for supporting business expansion, improving production capacity, and strengthening Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs). Business legality, including Business Identification Numbers (NIB), can also facilitate access to financing and business development programs. However, policy implementation requires transparent incentive allocation, objective eligibility criteria, effective monitoring, and continuous evaluation to ensure that investors fulfill their commitments. Furthermore, integrating investment incentives with workforce development, MSME empowerment, and local supply chains can expand the benefits of industrial growth. Overall, financing and investment incentives have considerable potential to strengthen Batang Regency's economy when implemented through accountable governance, local economic participation, and sustainable development principles. Their success should be measured not only by investment realization but also by job creation, local business development, community welfare, and environmental protection.

Keywords: financing, investment incentives, regional economic growth, MSMEs, local employment, sustainable investment, Batang Regency

CHALLENGES IN CREATIVE ECONOMY DEVELOPMENT IN BATANG REGENCY: DIGITAL LITERACY, FINANCING, AND BUSINESS SUSTAINABILITY

Anasta Nafsi, Naeza Faradiba, Nabilatul Fauziyah, Zahrotul Milatina, Muhammad Reza Kurniawan

Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

anasta.nafsi24217@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

This The development of the creative economy in Batang Regency, Central Java, faces several challenges related to human resource capacity, digital marketing, access to financing, business identity, and sustainability. This study aims to describe the main obstacles encountered by creative economy actors and identify areas that require further support. Limited digital literacy among micro, small, and medium-sized enterprises (MSMEs) has hindered the optimal use of social media, online marketplaces, and digital technologies for product promotion. In addition, limited access to financing, difficulties in meeting collateral requirements, and concerns about loan repayment can restrict production capacity and business expansion. Another challenge concerns the lack of awareness regarding brand registration and business identity protection, which are essential for product recognition and competitiveness. The sustainability of traditional creative sectors, such as batik and weaving, also depends on the regeneration of skilled workers and the transfer of knowledge between generations. Furthermore, creative economy development requires a balance between market adaptation and the preservation of local cultural identity. Addressing these challenges requires continuous training, practical digital marketing assistance, improved financial management, accessible financing information, and greater awareness of intellectual property protection. Collaboration among local government, business actors, communities, and supporting institutions is also important to ensure that development programs meet the specific needs of each creative subsector. Evaluation should consider not only participation in training activities but also improvements in business capabilities, product quality, market reach, and business continuity. Therefore, a comprehensive and sustainable approach is necessary to strengthen the competitiveness of Batang's creative economy while maintaining its local cultural values.

Keywords: creative economy; digital literacy; access to financing; brand protection; business sustainability

HALAL FASHION BRANDING AND MUSLIM CONSUMER IDENTITY IN THE DIGITAL ERA

Fatima Dina Rahmadayanti

Universitas K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan

Abstract

The rapid development of digital technology has significantly transformed the fashion industry, including the growth of halal fashion as a segment that reflects both religious values and contemporary lifestyle. Halal fashion is no longer limited to the fulfillment of Islamic requirements in clothing but has increasingly developed into a form of branding that communicates values, lifestyle, and consumer identity. This study examines the relationship between halal fashion branding and Muslim consumer identity in the digital era, particularly how digital platforms influence the way Muslim consumers perceive, select, and express their identity through fashion consumption. The study employs a qualitative descriptive approach by examining relevant literature concerning halal fashion, branding, Muslim consumer behavior, digital marketing, and identity formation. The findings indicate that halal fashion branding plays an important role in shaping consumer perceptions by integrating Islamic values with modern aesthetics, product quality, authenticity, and contemporary lifestyle trends. Social media and digital platforms further strengthen this process by providing spaces for brands and consumers to interact, exchange information, and construct representations of Muslim identity. Digital content, influencers, online communities, and visual branding contribute to the formation of symbolic meanings associated with halal fashion. Consequently, Muslim consumers may use halal fashion products not only to fulfill religious considerations but also to communicate their values, social identity, lifestyle, and sense of belonging. The study highlights that successful halal fashion branding in the digital era requires a balance between religious authenticity, cultural relevance, innovation, and digital engagement. Understanding these dynamics is essential for fashion brands seeking to build meaningful relationships with increasingly diverse and digitally connected Muslim consumers.

Keywords: halal fashion, branding, Muslim consumer, consumer identity, digital era, Islamic fashion.

HALAL CERTIFICATION AND UMKM DEVELOPING THE HALAL CULINARY ECOSYSTEM IN BATANG REGENCY

Irfandi Rizqullah¹, Adhi Wira Pradana Sugiyantoro², Miftakhudin³, Sauqi Masda Kama⁴, Muhammad Nazii Haniif⁵

^{1,2,3,4,5} Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Email: irfandi.rizqullah24151@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Halal certification is an important instrument in developing a halal culinary ecosystem, particularly for Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs) that produce and market food products. This study discusses the role of halal certification in strengthening the legitimacy, consumer trust, competitiveness, and market access of culinary MSMEs in Batang Regency. Halal certification provides formal assurance that products comply with applicable halal requirements while also helping consumers obtain clear information about the products they consume. For MSMEs, certification is not merely an administrative obligation but can function as a strategic instrument for improving product credibility and expanding market opportunities. The development of halal certification in Batang Regency has shown significant progress, with 8,558 MSME products reported as halal-certified by 2024. This achievement demonstrates the growing integration of halal certification into the regional economic development agenda. However, the number of certified products alone cannot fully represent the success of the halal ecosystem. Continuous compliance with halal requirements, consistency in the use of raw materials, production processes, hygiene, packaging, and business management is also necessary. In the context of Batang's traditional culinary sector, halal certification can support the revitalization and commercialization of local products such as megono, lontong lemprak, and Serabi Kalibeluk. Therefore, strengthening halal certification requires collaboration among local government, BPJPH, halal facilitators, higher education institutions, MSME communities, tourism stakeholders, and business actors. Such an approach can position halal certification not only as a form of compliance but also as a bridge for transforming traditional culinary businesses into competitive and sustainable halal creative industries.

Keywords: halal certification, UMKM, halal culinary ecosystem, traditional culinary, Batang Regency, halal creative industry

TRADITIONAL FOOD AND COMMUNITY IDENTITY IN BATANG REGENCY

Adhi Wira Pradana Sugiyantoro¹, Muhammad Naziif Haniif², Irfandi Rizqullah³, Sauqi Masda Qama⁴,
Miftakhudin⁵

^{1,2,3,4,5} Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics
and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Email: adhi.wira.pradana.sugiyantoro24146@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Traditional food in Batang Regency represents more than a means of fulfilling biological and nutritional needs; it also reflects cultural values, social relationships, and the identity of local communities. This study examines the role of traditional food in shaping and maintaining community identity in Batang from anthropological and sociological perspectives. The discussion focuses on Sego Megono and Lontong Lemprak as examples of culinary traditions that embody social values and cultural practices. Sego Megono, made primarily from chopped young jackfruit, grated coconut, and local spices, demonstrates how the utilization of locally available resources has become embedded in the community's culinary habits. Its consumption as a common breakfast has also created spaces for social interaction between sellers and customers, including relationships based on trust, solidarity, and social closeness. Although Megono was previously associated with lower-income communities, its consumption has expanded across different social and economic groups, allowing it to function as an inclusive culinary symbol. Meanwhile, Lontong Lemprak, consisting of lontong served with duck meat in a spiced coconut-milk sauce, reflects communal values through its traditional practice of eating while sitting cross-legged or *lesehan*. This practice creates a more informal and egalitarian atmosphere that encourages social interaction and strengthens social bonds. Amid globalization and changing consumption patterns, these culinary traditions continue to maintain their distinctive characteristics while adapting to contemporary conditions. Traditional food in Batang therefore serves as a medium for preserving cultural identity, strengthening social relationships, supporting local economic activities, and maintaining cultural continuity. Its sustainability demonstrates that local culinary traditions can remain relevant without losing the cultural values embedded within them.

Keywords: Traditional food; community identity; culinary culture; social interaction; Batang Regency

THE STRATEGIC ROLE OF MSMES

Ika Barjah Turnisah¹, Anizza Mifa Faturrohma², Muhamad Irwan³, Muhammad Nafiudin⁴, Muhammad Apri Handika⁵

^{1,2,3,4,5} Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Email: anizza.mifa.faturrohma24143@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs) play a strategic role in Indonesia's economic structure by contributing to employment creation, income generation, local economic development, and equitable distribution of welfare. MSMEs are not merely small-scale business activities but serve as important economic actors that connect local resources, communities, markets, and entrepreneurial opportunities. Their contribution to Indonesia's economy is reflected in their significant share of Gross Domestic Product (GDP) and their ability to absorb a large proportion of the national workforce. This strategic position makes MSMEs an important instrument for strengthening economic resilience and promoting inclusive economic growth. MSMEs also contribute to the development of local economies by utilizing local labor, raw materials, and market potential, while creating opportunities for new entrepreneurs and supporting income distribution. Furthermore, their flexibility enables them to adapt to changing market conditions, technological developments, and economic crises. Digitalization provides opportunities for MSMEs to expand market access, improve efficiency, facilitate transactions, and strengthen relationships with consumers. However, limited access to capital, marketing constraints, inadequate digital capabilities, unstable raw material supplies, and uneven technological infrastructure remain significant challenges. From an Islamic economic perspective, Islamic financial institutions can support MSME development through Sharia-compliant financing based on principles of justice, welfare, balance, and transparency. The sustainable development of MSMEs therefore requires collaboration among government, financial institutions, private sectors, and communities. Policies should focus not only on increasing the number of MSMEs but also on strengthening their managerial capacity, financial literacy, digital skills, innovation, market access, and access to appropriate financing. Through these efforts, MSMEs can contribute more effectively to inclusive, resilient, and sustainable economic development.

Keywords: Micro, Small, and Medium Enterprises; MSMEs; economic development; digitalization; Islamic finance; entrepreneurship; inclusive growth.

STRENGTHENING REGIONAL ECOSYSTEMS TO PROMOTE SUSTAINABLE ECONOMIC DEVELOPMENT THROUGH COLLABORATION AMONG GOVERNMENT, MSMEs, AND COMMUNITIES

M Reza Fahrezi¹, Lia Fatra Nur Laili Kamalin², Diana Kristi³, Muhammad Romiz Assiddiqi⁴, Ummu Kholil Prawesti⁵

Universitas Islam Negeri K. H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

Abstract

Strengthening regional ecosystems is an important strategy for promoting inclusive, sustainable development and enhancing regional competitiveness. Regional ecosystems are not limited to the role of government as a policymaker but also involve businesses, micro, small, and medium enterprises (MSMEs), communities, educational institutions, and other stakeholders that interact with one another to create economic and social value. This article aims to analyze the importance of strengthening regional ecosystems through improved collaboration among stakeholders, capacity building for local economic actors, utilization of digital technology, and optimization of regional potential and resources. This study employs a qualitative descriptive approach through a literature review and analysis of various concepts related to regional economic development. The findings indicate that strengthening regional ecosystems requires better connectivity and collaboration among government institutions, businesses, MSMEs, communities, and supporting institutions. The government plays an important role in establishing supportive regulations and infrastructure, while businesses and MSMEs contribute to product development and job creation. Meanwhile, communities are essential in maintaining the sustainability of economic activities based on local potential. The utilization of digital technology can also expand market access, improve business efficiency, and strengthen connectivity among local economic actors. Therefore, strengthening regional ecosystems should focus on development based on local potential, collaboration, adaptability to change, and sustainability. Such strategies are expected to increase local economic productivity while strengthening regional resilience in responding to economic dynamics and environmental changes.

Keywords: Regional Ecosystem; Economic Development; MSMEs; Collaboration; Sustainable Economy.

THE HISTORY OF SERABI KALIBELUK AS A REPRESENTATION OF LOCAL CULINARY HERITAGE IN BATANG REGENCY

**Adhi Wira Pradana Sugiyantoro¹, Muhammad Naziif Haniif², Irfandi Rizqullah³, Sauqi Masda Qama⁴,
Miftakhudin⁵**

**^{1,2,3,4,5} Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics
and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia**

Email: adhi.wira.pradana.sugiyantoro24146@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Serabi Kalibeluk is one of the traditional culinary products of Batang Regency, Central Java, that reflects the historical, cultural, and social identity of the local community. This study aims to examine the history of Serabi Kalibeluk and its role as a form of local culinary heritage that has been preserved across generations. The history of this culinary tradition is closely related to oral narratives that have developed within the community, including stories associated with the Mataram Sultanate. Although these narratives are important as collective memories, their historical validity needs to be distinguished from primary written historical sources. The continuity of Serabi Kalibeluk can also be observed through the intergenerational transmission of production skills, traditional ingredients, techniques, and equipment, including rice flour, coconut, palm sugar, clay molds, wood-fired stoves, and traditional rice-grinding tools. Beyond its culinary form, Serabi Kalibeluk has also been represented through cultural expressions, particularly the Serabi Kalibeluk Dance, which depicts traditional activities involved in its production and highlights the role of women in maintaining the culinary tradition. The recognition of Serabi Kalibeluk as National Intangible Cultural Heritage in 2024 further demonstrates its cultural significance and the community's efforts to preserve it. Therefore, the history of Serabi Kalibeluk can be understood not merely through the food itself, but through the interconnected processes of oral tradition, knowledge transmission, traditional production practices, cultural representation, and community preservation. These elements demonstrate how traditional culinary heritage can function as a medium for maintaining cultural identity and collective memory in Batang Regency.

Keywords: Serabi Kalibeluk; local culinary heritage; culinary history; intangible cultural heritage; Batang Regency.

STRENGTHENING THE HALAL INDUSTRY ECOSYSTEM IN BATANG REGENCY: POTENTIAL, CHALLENGES, AND LOCAL DEVELOPMENT STRATEGIES

Naeza Fara Diba¹, Muhammad Reza Kurniawan², Zahrotul Milatina³, Nabilatul Fauziyah⁴, Anasta Nafsi⁵

^{1,2,3,4,5} Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Email: naeza.fara.diba24184 @mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Halal certification and attributes serve not merely as a legal compliance mechanism, but as a vital source of economic value addition and competitive advantage for Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs). In Batang Regency, local products such as processed agricultural goods, seafood culinary, and handicrafts possess strong regional identity; however, many business actors face market stagnation and loss of competitiveness due to a lack of formal halal assurance, limited product innovation, and poor understanding of value-added principles. This study synthesizes comparative insights from surrounding regions—such as Pekalongan, Pemalang, Pasuruan, and Kudus—to examine how halal certification functions as an economic driver when integrated with strategic business practices. The findings indicate that halal certification alone is insufficient to secure sustainable market expansion. Instead, economic value creation operates through a cumulative, multi-stage process where halal certification provides a signal of trust, product innovation offers market differentiation, modern packaging enhances perceived brand quality, and strategic marketing expands distribution channels. For Batang's local economy, leveraging halal attributes requires tailored assistance beyond administrative compliance, aligning product characteristics—such as food safety for culinary goods or supply chain ethics for crafts—with consumer trust. Treating halal certification as a foundation for product differentiation rather than an administrative endpoint enables Batang MSMEs to enhance their market positioning, preserve regional identity, and achieve long-term commercial sustainability.

Keywords: Halal Certification, Value Added, MSMEs, Batang Regency, Product Innovation, Competitive Advantage

Keywords: halal industry; halal ecosystem; MSMEs; Islamic finance; halal certification; Batang Regency.

STRENGTHENING THE HALAL PRODUCT RESEARCH AND DEVELOPMENT ECOSYSTEM: INSTITUTIONS, SYNERGY, POLICY, QUALITY STANDARDIZATION, AND DIGITAL TECHNOLOGY

**Ahmad Nauval Kirom¹, Muhammad Syafiq Fatulloh², I'tirof Fadli Nur Fauzan³, Galih Mahattirta Saka⁴,
Dimas Mahdi Fauzan⁵**

**^{1,2,3,4,5} Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics
and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia**

Email: ahmad.nauval.kirom24022@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Research and development (R&D) of halal products is a strategic element that sustains the continuity and competitiveness of the halal industry at both national and global levels. This paper outlines five interrelated key elements in building a robust halal research ecosystem. First, strengthening research institutions, such as the Halal Product Research and Development Center at Universitas Airlangga's Halal Center, which provides scientific infrastructure, scholarly publications, and business incubation support for MSMEs. Second, synergy among academia, industry, and government to accelerate knowledge and technology transfer and to translate research findings into market-ready products. Third, integrating research into national Islamic economy policy, which rests on developing the halal value chain, expanding Islamic financing, and strengthening Islamic economic literacy and research. Fourth, research as a foundation for quality standardization, as halal certification is increasingly aligned with international quality standards, enabling Indonesian halal products to penetrate global markets. Fifth, adopting digital technologies, such as the Internet of Things, artificial intelligence, and blockchain, to enhance transparency, certification accuracy, and product traceability from upstream to downstream. Halal product R&D should be directed holistically by integrating these five elements together with halal food and pharmaceutical sciences, information technology, public policy, and the values of maqāṣid al-syarī'ah as its ethical foundation. Such integration is expected to yield innovations that deliver tangible benefits to society and strengthen Indonesia's position as a leading global halal hub. Long-term commitment from all stakeholders is essential to ensure the sustainability of Indonesia's halal industry.

Keywords: halal research, halal products, halal ecosystem, quality standardization, digital technology

DIGITAL TRANSFORMATION IN PROMOTING ISLAMIC FINANCIAL INCLUSION AMONG GENERATION Z: OPPORTUNITIES, CHALLENGES, AND DIRECTIONS FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Muhamad Irwan

Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

Abstract

Digital transformation has reshaped how people access and utilize financial services, including within the Sharia financial ecosystem. Technological advancements such as mobile banking, digital wallets, financial technology (fintech), and Sharia-compliant financial platforms have created broader opportunities for the younger generation to access financial services that are convenient, fast, and aligned with Sharia principles. This study aims to analyze the role of digital transformation in fostering Sharia financial inclusion among Generation Z and to identify the opportunities and challenges arising from this process. A qualitative approach was employed, utilizing a literature review to examine relevant studies and academic sources concerning digital transformation, financial inclusion, the financial behavior of Generation Z, and Sharia finance. The findings indicate that digitalization holds the potential to expand access to Sharia financial services by facilitating transactions, extending service reach, and offering financial products better suited to the needs of the younger generation. However, these developments also face significant challenges, including low levels of financial and digital literacy, data security concerns, trust in digital services, and varying degrees of public understanding regarding Sharia financial principles. Consequently, the development of a digital Sharia financial ecosystem requires enhanced literacy, product innovation, strengthened consumer protection, and collaboration among financial institutions, the government, academia, and technology providers. Digital transformation efforts should aim not only to expand financial access but also to create an inclusive, secure, and sustainable Sharia financial ecosystem.

Keywords: digital transformation, sharia financial inclusion, generation z, sharia fintech, sustainable finance

MSMES IN THE HALAL ECOSYSTEM

Ika Barjah Turnisah¹, Anizza Mifa Faturrohma², Muhamad Irwan³, Muhammad Nafiudin⁴, Muhammad Apri Handika⁵

^{1,2,3,4,5} Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Email: anizza.mifa.faturrohma24143@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs) play a strategic role in the development of Indonesia's halal ecosystem. MSMEs are not only involved in producing goods and services but also contribute to the supply, processing, distribution, and marketing of halal products. This paper discusses the role of MSMEs in the halal ecosystem, particularly through the integration of the Halal Value Chain (HVC), halal certification, digitalization, innovation, and business development strategies. The halal ecosystem emphasizes that halal principles should be applied throughout the entire business process, including raw materials, production, storage, distribution, and marketing. Therefore, MSMEs need to ensure that halal standards are maintained from upstream suppliers to end consumers. Halal certification is also important as a means of providing consumer assurance, increasing trust, and strengthening product competitiveness. However, MSMEs still face various challenges, including limited capital, technology, infrastructure, knowledge, administrative capacity, and access to halal certification. In addition, many MSMEs have implemented halal practices but still have limited understanding of value chains, resulting in suboptimal value creation. Digitalization provides opportunities to expand market access, improve supply chain management, and support halal traceability, although technological adoption remains limited among some MSMEs. Innovation in products, production processes, packaging, and digital marketing is also necessary to strengthen competitiveness. Therefore, strengthening MSMEs within the halal ecosystem requires an integrated strategy involving halal literacy, continuous assistance, access to sharia-based financing, digital transformation, innovation, infrastructure development, and collaboration among MSMEs, farmers, financial institutions, government, universities, and halal certification institutions. An integrated halal ecosystem can ultimately increase MSME income, expand market access, strengthen local economic participation, and support inclusive and sustainable economic development.

Keywords: MSMEs, halal ecosystem, halal value chain, halal certification, digitalization, innovation.

THE ROLE OF RELIGION AS AN AGENT OF SOCIAL CHANGE IN SOCIOLOGICAL PERSPECTIVE

ALFA AINUN NISA

¹Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

¹ORCID ID:

alfa.ainun.nisa@uingusdur.ac.id

Sauqi Masda Kama

²Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

²ORCID ID:

Sauqi.masda.kama@uingusdur.ac.id

Abstract:

Religion is not only understood as a spiritual belief system but also as a social force that significantly influences social change within society. This study examines the role of religion as an agent of social change from a sociological perspective. The main problem discussed in this research is how religion functions in directing, integrating, controlling, and transforming social life amid modernization and globalization. The purpose of this study is to analyze the contribution of religion to social transformation and social stability within communities. This research uses a qualitative descriptive method with a literature review approach by examining sociological theories and previous scholarly studies related to religion and social change. The findings reveal that religion plays an important role in shaping social values, norms, and collective behavior through moral teachings such as justice, responsibility, honesty, and social solidarity. Religion also strengthens social cohesion through shared rituals and collective consciousness, as explained by Emile Durkheim. Furthermore, religion functions as a mechanism of social control that helps maintain social order during periods of rapid social transformation. In addition, religion can serve as a transformational force that encourages collective movements for social and economic justice. However, the study also finds that religion may become an obstacle to social change when religious interpretations are rigid and resistant to contemporary developments. Therefore, the effectiveness of religion as an agent of social change depends on how religious teachings are interpreted and implemented within society. Overall, religion possesses an ambivalent character because it can function both as a driver and as a barrier to social change.

Keywords:

Religion, Social Change, Social Integration, Social Control, Sociology

DESIGN THINKING FOR MSMEs

Inda Millata Afna¹, Naila Septiani², Nasywa Awaliyah³, Aini Anjali Putri Kamalia⁴, Rani Suci

Rahmadani⁵

^{1,2,3,4,5} Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Email: inda.millata.afna24031@mhs.uingusdur.ac.id, naila.septiani24046@mhs.uingusdur.ac.id, nasywa.awaliah24008@mhs.uingusdur.ac.id, aini.anjali.putri.kamaila24001@mhs.uingusdur.ac.id, rani.suci.rahmadani24020@mhs.uindusdur.ac.id

Abstract

Design Thinking is a problem-solving approach that places users' needs, experiences, and preferences as the basis for developing appropriate solutions. This approach is relevant for Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs), particularly in improving product innovation, packaging, branding, marketing, and digital utilization. This study discusses the application of Design Thinking to support the development of MSMEs in Batang Regency, Central Java, by focusing on local potential and consumer needs. The Design Thinking process consists of five stages: empathize, define, ideate, prototype, and test. The empathize stage enables MSME actors to understand consumer needs through observation, interviews, and direct interaction. The define stage is used to identify specific problems faced by consumers and business actors. The ideate stage generates alternative solutions related to product variations, packaging, branding, and marketing. These ideas are then developed into prototypes and tested to obtain consumer feedback before wider implementation. The application of this approach can be observed in several MSMEs in Batang Regency, including the kerupuk usek industry in Karangasem Selatan, salted egg MSMEs in Kedungsegog Village, and MSMEs in Randu Village. The findings indicate that Design Thinking can encourage innovation based on actual consumer needs rather than solely on producers' assumptions. In addition, digital platforms can support the process by facilitating product promotion, market testing, consumer interaction, and market expansion. Therefore, Design Thinking can serve as a systematic strategy for strengthening local MSMEs, increasing product value, and developing local products as part of Batang Regency's economic identity.

Keywords: *Design Thinking, MSMEs, Product Innovation, Local Products, Batang Regency*

HALAL VALUE CHAIN PEMALANG

Tabik Asghar Ramadhani ¹, M. Abdul Latif ², Muhamad Haikal Adzimil Anam³, Ghatfan Alhamda Rahman⁴, Muhammad Hidayatullah ⁵

^{1,2,3,4,5} Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Email: tabik.asghar.ramadhani24189@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

The development of a halal food industry in Pemalang Regency requires an integrated halal supply chain that ensures halal integrity throughout the entire production and distribution process. The halal supply chain begins with farmers, livestock breeders, and fishermen as providers of raw materials and continues through collection, standardization, processing, halal assurance, packaging, warehousing, distribution, and marketing. Unlike conventional supply chains, halal supply chains require continuous protection of halal status at every stage because contamination, improper handling, or mixing with non-halal materials may compromise the halal status of a product. In the agricultural sector, the main challenges involve post-harvest handling, storage, packaging, and prevention of cross-contamination. Meanwhile, the livestock sector has greater halal risks because animal slaughter must comply with Islamic requirements and should be conducted through halal-certified slaughterhouses. The fisheries sector also provides significant potential for halal food development, particularly through value-added processing of products such as anchovies, tembang fish, shrimp, and milkfish. However, declining capture fisheries production indicates the importance of downstream processing to increase economic value. Furthermore, halal logistics plays an important role in maintaining product integrity through segregation, appropriate storage, transportation, and cold-chain facilities. Digital traceability can also support the monitoring of halal status from raw material sources to distribution. Therefore, strengthening institutions, halal-certified processing facilities, cold-chain infrastructure, logistics services, and digital traceability is essential to support the development of an integrated halal food industry in Pemalang Regency and improve the added value of local agricultural, livestock, and fisheries commodities.

Keywords: halal supply chain, halal food industry, halal logistics, traceability, Pemalang Regency.

FASHION BASED ON BATANG'S LOCAL

Nasywa Awaliyah¹, Naila Septiani², Inda Millata Afna³, Aini Anjali Putri Kamalia⁴, Rani Suci

Rahmadani⁵

^{1,2,3,4,5} Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Email: nasywa.awaliyah24008@mhs.uingusdur.ac.id, inda.millata.afna24031@mhs.uingusdur.ac.id,
naila.septiani24046@mhs.uingusdur.ac.id, aini.anjali.putri.kamaila24001@mhs.uingusdur.ac.id,
rani.suci.rahmadani24020@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

The development of the fashion industry is not only related to clothing as a basic human need, but also serves as a medium for expressing identity, creativity, and local cultural values. Batang Regency has various cultural potentials that can be developed into sources of inspiration for creative fashion products. This chapter discusses the development of local culture-based fashion in Batang and its potential to strengthen cultural identity while creating economic value for the local community. Several local cultural elements, such as Sintren, Batik Batang, and Batik Rifa'iyah, demonstrate how traditional culture can be transformed into contemporary fashion without eliminating its main characteristics and values. Sintren, for example, has been used as a theme in fashion performances as an effort to introduce and preserve Batang's local culture through modern fashion. Meanwhile, Batik Batang has distinctive characteristics influenced by the history and geographical location of the region, while Batik Rifa'iyah contains philosophical and religious values that can provide additional meaning to fashion products. The development of culture-based fashion also provides economic opportunities for local artisans, designers, tailors, creative entrepreneurs, and digital marketers. In addition, social media and digital marketplaces can support wider promotion and market access. However, challenges remain, particularly in maintaining a balance between cultural authenticity and modern consumer preferences, as well as ensuring the regeneration of cultural practitioners. Therefore, collaboration among the government, artisans, designers, MSMEs, academics, and younger generations is important to develop innovative, competitive, and culturally rooted fashion products from Batang.

Keywords: local culture, creative economy, fashion, Batang, cultural preservation

DEVELOPING MUSLIM-FRIENDLY TOURISM IN PEMALANG: INTEGRATING RELIGIOUS HERITAGE, LOCAL CULTURE, AND COMMUNITY-BASED TOURISM

Fika DEALOVA¹, Dwi Tika Wulan SARI², Cahya AMELIA³, Ismi NURHANIFAH⁴, Nindi AULIA⁵

^{1,2,3,4,5} Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Email: fika.dealova24096@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Muslim-friendly tourism is an approach to tourism development that accommodates the religious and travel needs of Muslim tourists while maintaining the cultural and social characteristics of the destination. This study aims to examine the potential and development direction of Muslim-friendly tourism in Pemalang Regency, Central Java, by integrating religious heritage, local culture, supporting facilities, and community-based tourism. The discussion is based on the potential of religious tourism sites, including various tombs, historical sites, and Islamic heritage that reflect the history and cultural development of Pemalang. The existence of at least 31 religious tourism locations provides a significant foundation for developing a distinctive Muslim-friendly tourism identity. In addition, the Great Mosque of Nurul Kalam can serve as an important religious and cultural landmark that supports the development of the destination. Muslim-friendly tourism in Pemalang should not be limited to the availability of halal food, but also include accessible prayer facilities, proper toilets and sanitation, cleanliness, information services, comfortable environments, and integrated tourism activities. Community involvement is also essential through the development of village tourism, local culinary products, handicrafts, UMKM, guiding services, and cultural experiences. These elements can be connected through thematic tourism routes and integrated travel packages that combine religious, cultural, natural, and economic attractions. The development of Muslim-friendly tourism therefore requires an integrated ecosystem involving government, tourism managers, local communities, and businesses. Such an approach can strengthen Pemalang's tourism identity while creating broader social and economic benefits for local communities.

Keywords: Muslim-friendly tourism; religious tourism; Pemalang; community-based tourism; Islamic tourism; local culture

THE PENTAHÉLIX MODEL IN THE DEVELOPMENT OF THE HALAL CREATIVE ECONOMY

Malika Kaza Fatiya

Universitas Islam K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan

Abstract

The development of the halal creative economy has significant potential to support inclusive and sustainable economic growth by integrating Islamic values with creativity, innovation, and technological advancement. However, its development requires collaboration among various stakeholders because the halal creative economy involves not only business actors but also government institutions, academics, communities, media, and financial sectors. This study aims to examine the application of the ****Pentahelix model**** in strengthening the halal creative economy and to identify the role of each stakeholder in creating an integrated and sustainable halal creative ecosystem. This study uses a qualitative approach through a literature review of relevant academic literature concerning the Pentahelix model, the creative economy, and halal economic development. The analysis shows that the Pentahelix model consists of five main actors: ****government, academia, business, community, and media****. The government plays a role in formulating policies, providing regulations, and facilitating the development of halal businesses. Academia contributes through research, education, and innovation. Business actors function as producers and developers of halal creative products and services. Communities support market development, collaboration, and the preservation of local creative values, while media plays an important role in promoting halal products and increasing public awareness. Collaboration among these five actors can strengthen innovation, expand market access, improve human resource capacity, and increase the competitiveness of halal creative industries. Therefore, the Pentahelix model can serve as a collaborative framework for developing a more integrated, innovative, and sustainable halal creative economy.

Keywords: Pentahelix Model, Halal Creative Economy, Collaboration, Halal Industry, Creative Economy.

PRODUCT STANDARDIZATION AS A STRATEGY FOR TRANSFORMING TRADITIONAL CULINARY PRODUCTS

Muhammad Nazihi Haniif¹, Adhi Wira Pradana Sugiyantoro², Irfandi Rizqullah³, Miftakhudin⁴, Sauqi Masda Kama⁵

^{1,2,3,4,5} Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Email: muhammad.nazihi.haniif24179@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Product standardization is an important stage in the transformation of traditional culinary products, particularly after creativity, recipe innovation, raw material development, and packaging modernization have been implemented. This study discusses the role of product standardization in maintaining quality consistency while preserving the cultural identity of traditional culinary products. Standardization encompasses various aspects, including raw materials, recipes, production processes, product size and weight, taste, hygiene, food safety, packaging, labeling, and consumer information. The implementation of standard recipes and Standard Operating Procedures (SOPs) can reduce unnecessary variation and ensure that products maintain relatively consistent characteristics across repeated production. Standardization of raw materials also helps control product quality, production efficiency, and material waste. Furthermore, appropriate production standards can reduce errors, rejected products, and reworking, thereby improving productivity and controlling production costs. Standardization is also closely related to consumer protection because clear information and consistent product quality can strengthen consumer confidence. In traditional culinary businesses, modern packaging, accurate weight measurement, hygiene practices, and relevant product information can further improve perceptions of safety and professionalism. Importantly, standardization does not necessarily eliminate the uniqueness of traditional food. Instead, it can protect essential characteristics such as distinctive flavors, main ingredients, traditional processing techniques, and cultural identity while allowing flexible aspects of the product to adapt to modern market demands. Therefore, standardization and innovation should be implemented simultaneously. Standardization ensures consistency and quality, whereas innovation provides opportunities for product development.

Keywords: Product Standardization, Traditional Culinary, Quality Consistency, Consumer Trust, Food Safety, Innovation, Competitiveness

REGENERATION OF CULINARY ACTORS FOR THE SUSTAINABILITY OF HERITAGE CUISINE IN PEMALANG

Rhessa Maulida¹, Indah Naela Zulfa², Nabilati Naela Makhasin³, Himmatul Aliyah⁴, Mahya Akmelia⁵
^{1,2,3,4,5} Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics
and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Email: rhessa.maulida24033@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

recipes and flavors but also on the availability of new generations capable of continuing, developing, and promoting local culinary traditions. This study discusses the regeneration of culinary actors in Pemalang through cultural introduction, culinary education and training, entrepreneurship experience, business management, and digital technology utilization. Cultural spaces such as traditional markets can introduce local culinary traditions to younger generations and strengthen their awareness of local cultural values. Meanwhile, culinary training programs provide technical skills, food hygiene and sanitation knowledge, creativity, professionalism, and confidence needed to enter the culinary industry or develop independent businesses. Direct involvement in culinary businesses also provides young people with practical experience in production, marketing, customer service, and business management, while developing adaptability and entrepreneurial skills. In addition, financial management and digital literacy are increasingly important for the sustainability of culinary businesses. The use of social media and marketplaces enables young culinary actors to expand market access, promote local products, and introduce heritage cuisine to wider consumers. However, regeneration requires continuous support because training alone is not sufficient without further mentoring, industry partnerships, employment opportunities, and monitoring. Therefore, the regeneration of culinary actors in Pemalang should combine the preservation of traditional cultural values with innovation and adaptation to contemporary market developments. Through collaboration among communities, younger generations, educational and training institutions, businesses, and other stakeholders, heritage cuisine can remain relevant, economically valuable, and sustainable for future generations.

Keywords: culinary regeneration, heritage cuisine, young generation, entrepreneurship, digital technology, Pemalang

PEMALANG AS A HALAL CULINARY DESTINATION: DEVELOPING LOCAL CULINARY HERITAGE FOR HALAL TOURISM

Himmatul Aliyah¹, Indah Naela Zulfa², Nabilati Naela Makhasin³, Rhessa Maulida⁴, Mahya Akmelia⁵
^{1,2,3,4,5} Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics
and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Email: himmatul.aliyah24036@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Pemalang Regency, Central Java, possesses diverse local culinary resources that reflect the cultural identity and economic potential of the community. Traditional foods and processed food products can be developed not only as local consumption products but also as attractions within the tourism sector. This paper discusses the potential development of Pemalang as a halal culinary destination by integrating local culinary heritage with the principles of halal tourism. The discussion focuses on the availability of halal culinary products, halal certification, the empowerment of micro, small, and medium enterprises (MSMEs), and the integration of culinary tourism with other destination components. Existing initiatives, including halal assistance programs for MSMEs in Posongan Hamlet, Purwoharjo Village, and the distribution of halal certificates to MSMEs in Pemalang, indicate growing awareness of halal assurance, hygiene, and tayyib principles. However, the development of a halal culinary destination requires more than increasing the number of halal-certified products. It also requires collaboration among MSMEs, local government, religious institutions, tourism stakeholders, and the community to provide supporting facilities, such as places of worship, halal food centers, accommodation, transportation, and effective digital promotion. Local culinary products such as nasi grombyang, sate loso, lontong dekem, traditional snacks, and other processed products have the potential to strengthen Pemalang's destination identity when combined with cultural storytelling and appropriate marketing strategies. Therefore, the development of Pemalang as a halal culinary destination can contribute to Muslim-friendly tourism while simultaneously supporting local economic growth, MSME development, and the preservation of culinary heritage. An integrated approach emphasizing halal assurance, quality, hygiene, local identity, and tourism connectivity is essential for strengthening Pemalang's competitiveness as a halal culinary destination.

Keywords: Pemalang, halal culinary, halal tourism, culinary heritage, MSMEs, tourism destination

“CRAFT TOURISM DEVELOPMENT THROUGH TENUN GOYOR: PRESERVING CULTURAL HERITAGE AND STRENGTHENING THE LOCAL CREATIVE ECONOMY IN PEMALANG, INDONESIA”

Nindi Aulia¹, Ismi Nurhanifah², Cahya Amelia³, Dwi Tika Wulan Sari⁴, Fika Dea Lova⁵

^{1,2,3,4,5} Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Email: nindi.aulia.24194@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Craft tourism has emerged as a form of tourism that emphasizes not only the final products of local crafts but also the creative processes, cultural values, skills, and stories behind them. This concept has significant potential to be developed in Pemalang Regency, Central Java, which possesses diverse traditional crafts, particularly Tenun Goyor or Sarung Goyor. This article aims to explore the potential development of Tenun Goyor as a craft tourism attraction and its contribution to cultural preservation and local economic development. The discussion focuses on the production process, cultural identity, tourism experience, innovation, and community involvement in developing craft-based tourism. Tenun Goyor is produced using non-machine looms (ATBM) through a lengthy manual process involving several stages, from yarn preparation and motif formation to weaving, washing, drying, and packaging. This production process provides an opportunity to transform craft centers into educational and interactive tourism spaces where visitors can observe weaving activities, learn about traditional motifs and techniques, interact with artisans, participate in simple craft activities, and purchase products directly from local producers. The development of craft tourism can also create additional economic opportunities for artisans and surrounding communities through supporting sectors such as food, transportation, accommodation, guiding services, and other tourism-related activities. However, innovation needs to maintain the cultural identity and traditional characteristics of Tenun Goyor. Therefore, collaboration among local government, artisans, communities, businesses, and younger generations is essential to develop sustainable craft tourism in Pemalang. Integrating traditional craftsmanship with creative innovation and digital promotion can strengthen Tenun Goyor as a cultural tourism identity while supporting the sustainability of local heritage and community livelihoods.

Keywords: Raft Tourism; Tenun Goyor; Cultural Heritage; Creative Economy; Pemalang

HALAL PRODUCT ASSURANCE SYSTEM

Dela Puspita Sari ¹, Khabibah Maria Ulfa², Melvi Neviza³, Indi Mazaya⁴, Tsania Karima Khusna⁵

^{1,2,3,4,5} Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Ekonomi Syariah, Indonesia

Email: delapuspita.sari24136@mhs.uingusdur.ac.id;

khabibah.maria.ulfa24003@mhs.uingusdur.ac.id;

melvi.neviza24044@mhs.uingusdur.ac.id;

indi.mazaya24026@mhs.uingusdur.ac.id;

tsania.karima.khusna24027@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

The Halal Product Assurance System (SJPH) is a management system designed to ensure the continuous halal status of products, from the materials used to the products received by consumers. The implementation of SJPH does not stop at obtaining halal certification but includes material management, production processes, human resources, documentation, monitoring, and evaluation. In its implementation, SJPH covers commitment and accountability, materials, the Halal Product Process (PPH), products, as well as monitoring and evaluation. This system is important for MSMEs because even simple production processes require proper documentation and supervision to maintain halal consistency. One of the challenges faced by MSMEs is limited knowledge of SJPH and the ability to carry out proper documentation. Therefore, SJPH needs to be implemented consistently so that halal certification is not merely an administrative requirement but becomes an integral part of daily business operations.

Keywords: Halal Product Assurance System; Halal Certification; Halal Product Process; MSMEs; Monitoring.

HALAL LITERACY FOR MSME PLAYERS

Anizza Mifa Faturrohma¹, Ika Barjah Turnisah², Muhamad Irwan³, Muhammad Nafiudin⁴, Muhammad Apri Handika⁵

^{1,2,3,4,5} Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Email: anizza.mifa.faturrohma24143@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Halal literacy is an important aspect for Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs), particularly those engaged in food, beverages, cosmetics, and other products consumed by the public. Halal literacy refers to the ability of business actors to understand, obtain, and apply knowledge related to the halal status of products, including the materials used, production processes, halal labels, and halal certification. This discussion aims to examine the importance of halal literacy for MSME actors, the challenges they face in implementing halal practices, and the role of education and assistance in improving their understanding of halal certification. The findings indicate that the level of halal literacy among some MSME actors remains relatively low due to limited education, information, awareness, and understanding of certification procedures. Some business actors still consider products halal based only on the absence of clearly prohibited ingredients or because the products are produced by Muslims. In fact, halal status must also be maintained throughout the production process, including the selection of materials, processing, storage, packaging, distribution, and serving. Halal certification provides assurance and information to consumers while also contributing to consumer trust, product image, market access, and business competitiveness. Training and mentoring programs have been shown to improve MSME actors' understanding of halal concepts, materials, production processes, and certification procedures. Therefore, strengthening halal literacy should be carried out continuously through education, practical training, assistance in preparing certification documents, and increased awareness of the economic benefits of halal certification. Such efforts can help MSMEs comply with halal principles while supporting sustainable business development and wider market opportunities.

Keywords: Halal Literacy; MSMEs; Halal Certification; Halal Products; Consumer Trust.

HALAL CREATIVE ECONOMY OF BATANG REGENCY

Authors

Naeza Fara Diba, Muhammad Reza Kurniawan, Zahrotul Milatina, Nabilatul Fauziyah, Anasta Nafsi

Editor

Hendri Hermawan Adinugraha

This book explores the strategic development of the halal creative economy in Batang Regency, Central Java, by transforming local potential into high-value-added industries. Batang possesses diverse local economic assets spanning craft, culinary, fashion, and performing arts. However, regional micro, small, and medium enterprises (MSMEs) face systemic challenges, including limited digital literacy, restricted access to capital, weak halal certification coverage, and unstandardized branding. Grounded in halal ecosystem theory and local economic empowerment, this research emphasizes that halal certification serves as a critical source of competitive advantage rather than a mere regulatory requirement.

The book analyzes the transformation of local resources—such as traditional Rifaiyah batik, fisheries, agricultural products, and regional culinary arts—into creative halal commodities. Furthermore, it details the crucial role of digital marketing, e-commerce adoption, and authentic storytelling in building consumer trust and brand equity. Building a sustainable local halal ecosystem requires multi-stakeholder collaboration (Pentahelix model) involving local government, academic institutions, creative communities, and Islamic financial institutions. The authors present a multi-stage strategic roadmap consisting of foundation building, acceleration, and consolidation to elevate Batang's local halal products from regional crafts into sustainable, globally competitive creative industries.

Keywords: Halal Creative Economy, Batang Regency, MSMEs Empowerment, Halal Certification, Digital Marketing, Rifaiyah Batik.

PRODUCT DIVERSIFICATION OF CULINARY PRODUCTS IN PEMALANG

Rhessa Maulida¹, Indah Naela Zulfa², Nabilati Naela Makhasin³, Himmatul Aliyah⁴, Mahya Akmelia⁵
^{1,2,3,4,5} Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics
and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia
Email: rhessa.maulida24033@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Product diversification is an effort to develop existing food ingredients or culinary products into various new products with added value. In the context of local culinary development, diversification can expand markets, increase community income, and introduce local food resources in forms that are more attractive and relevant to consumer preferences. This study aims to describe the forms and potential of culinary product diversification in Pemalang Regency and its contribution to the development and sustainability of local culinary heritage. The discussion uses a descriptive approach based on documented examples of culinary product development in Pemalang. The findings show that Pemalang has considerable potential for culinary diversification, particularly through the utilization of fishery products, traditional culinary ingredients, and alternative food sources. Fish and seafood products, such as milkfish, catfish, shrimp, and squid, have been developed into crackers, chips, meatballs, nuggets, and other processed foods. Another example is the diversification of Nasi Grombyang through the development of Grombyang seasoning as a separate packaged product. The use of continuous sealing technology has also improved the efficiency and quality of its packaging process. In addition, sorghum has been introduced as an alternative local food ingredient that can be processed into various food and beverage products. These examples indicate that diversification can be implemented through variations in raw materials, product forms, production processes, and packaging. Therefore, culinary diversification can serve as a strategy to increase the economic value of local food resources while maintaining the identity and sustainability of Pemalang's culinary heritage. Further development requires improvements in product quality, packaging, marketing, and production consistency.

Keywords: product diversification, local culinary products, Pemalang, food innovation, culinary heritage, local food resources.

HALAL CERTIFICATION OF CULINARY PRODUCTS IN PEMALANG

Nabilati Naela Makhasin¹, Indah Naela Zulfa², Rhessa Maulida³, Himmatul Aliyah⁴, Mahya Akmelia⁵
^{1,2,3,4,5} Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics
and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia
Email: nabilati.naela.makhasin24023@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Halal certification is an important aspect in the development of culinary Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs) in Pemalang Regency. Culinary products are not only related to daily consumption but also have the potential to become part of the economic identity of the region. This study discusses the implementation and development of halal certification for culinary products in Pemalang, particularly in relation to consumer trust, product competitiveness, and the development of local MSMEs. The discussion shows that the Pemalang Regency Government has provided support for accelerating halal certification through a budget of more than IDR 5 billion targeting approximately 42,000 business actors. This program is intended to expand access to halal certification, especially for MSMEs that face limitations in terms of cost, administrative capacity, and understanding of certification procedures. In addition, around 24,000 halal certificates have reportedly been issued in Pemalang, with many obtained through the self-declare scheme. However, the large number of targeted MSMEs indicates that equitable access to certification remains a challenge. Assistance and education are therefore important to help business actors understand the requirements and maintain halal standards consistently after certification. Halal certification can also provide added value by increasing consumer confidence and supporting wider marketing opportunities. Nevertheless, certification alone is not sufficient to improve competitiveness. It needs to be accompanied by product quality, attractive packaging, innovation, digital marketing, and the utilization of local raw materials. Therefore, halal certification can become part of a broader strategy to strengthen culinary MSMEs and support the development of the halal culinary industry in Pemalang.

Keywords: halal certification, culinary products, MSMEs, consumer trust, Pemalang

STORYTELLING OF CULINARY HERITAGE: PRESERVING LOCAL CULTURE THROUGH DIGITAL MEDIA

Himmatul Aliyah¹, Indah Naila Zulfa², Nabilati Naela Makhasin³, Rhessa Maulida⁴, Mahya Akmelia⁵
^{1,2,3,4,5} Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics
and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Email: himmatul.aliyah24036@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Culinary heritage is an important part of local culture that reflects the history, traditions, and identity of a community. However, the development of modernization and digital technology presents challenges in preserving traditional culinary values and introducing them to younger generations. Storytelling of culinary heritage is one approach that can be used to convey the history, cultural meaning, and uniqueness of traditional food through engaging narratives. This study aims to explore the role of storytelling in preserving culinary heritage and increasing public awareness of traditional culinary products. Storytelling is not only focused on promoting food products but also on delivering stories related to their origins, preparation processes, traditional values, and cultural significance. Through the use of digital media, such as social media platforms, storytelling can reach a wider audience and encourage younger generations to recognize and appreciate local culinary heritage. This approach also provides opportunities for culinary businesses and local communities to strengthen their identity and develop sustainable cultural promotion strategies. The study uses a descriptive qualitative approach to examine the potential of storytelling in communicating culinary heritage and supporting cultural preservation. The findings are expected to demonstrate that storytelling can serve as an effective communication strategy for introducing traditional culinary products, strengthening cultural identity, and increasing public interest in local culinary heritage. Therefore, storytelling of culinary heritage can contribute to the preservation of local traditions while supporting the development of the creative economy and digital-based culinary promotion.

Keywords: Culinary Heritage, Storytelling, Cultural Preservation, Digital Media, Local Culture.

SURVIVAL OF EUROPEAN REGIONAL AIRLINE ROUTES DURING AND AFTER THE COVID-19 PANDEMIC

Professor Dr. Laura Diaconu (Maxim)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5745-3850>

E-mail: lauradiaconu_07@yahoo.com

**Faculty of Economics and Business Administration,
“Alexandru Ioan Cuza” University of Iasi, Romania**

Abstract

The COVID-19 pandemic had important consequences for the European air transport, affecting not only the flight frequencies, but also the continuity of specific air routes. These effects are relevant especially for the regional aviation, where the loss of a direct air link can have major implications for the accessibility of peripheral areas that have limited transport alternatives. Although previous studies have analyzed changes in the European air connectivity during the pandemic, less attention has been paid to whether regional routes subsequently resumed operations or disappeared from the network entirely. Considering these aspects, the purpose of our study is to identify the factors that were associated with the survival of regional air routes in Europe between 2019 and 2024. In our analysis, we examine scheduled air services, looking at the pre-pandemic period, at the disruptions caused by COVID-19 and at the subsequent recovery of the European aviation market. The routes are identified based on the airport pairs they connect, making it possible, in this way, to track changes in the availability of direct connections during time. In this study we also make an important distinction between individual air carriers and routes, because the withdrawal of one operator does not necessarily mean the disappearance of a route if another airline continues to serve the same airport pair.

Keywords: European airlines, regional routes, COVID-19 pandemic

THE EUROPEAN UNION'S NEW ANTI-CORRUPTION DIRECTIVE: RECENT DEVELOPMENTS AND IMPLICATIONS FOR THE ALBANIAN CONTEXT

Assoc. Prof. Dr.ERJOLA ALIAJ

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-6981-2399>

e-mail: erjola.aliaj@uet.edu.al

European University of Tirana, Law Faculty, Tirana, Albania

ABSTRACT

Corruption remains one of the most persistent threats to democratic governance and the rule of law, yet until 2026 the European Union's criminal law framework against it rested on outdated instruments that failed to address the cross-border and corporate dimensions of modern corruption. Directive (EU) 2026/1021, adopted on 21 April 2026, closed this gap by establishing the EU's first harmonised sanctioning architecture and liability regime for legal persons. This article analyzes the Directive's turnover-based fines, dual corporate liability model, and compliance-based mitigating circumstances, comparing them with the UK Bribery Act 2010 and OECD Anti-Bribery Convention standards. It then examines the implications for Albania, a candidate country nearing EU accession, tracing the Justice Reform, judicial vetting, and SPAK's expanding role amid recent high-profile prosecutions.

Keywords: EU Directive 2026/1021, corruption, criminal liability of legal persons, european integration, Albania; Justice Reform.

1. Introduction

Corruption remains one of the most corrosive threats to democratic institutions, economic justice and the rule of law.¹² Beyond the damage it causes to public trust, corruption distorts competition, favours organised crime and hinders economic and social development. Until recently, the European Union's legal framework against corruption was based on outdated and incomplete instruments, in particular Council Framework Decision 2003/568/JHA and the 1997 Convention on the fight against corruption involving officials of the European Communities or officials of Member States of the European Union.¹³ These instruments have failed to keep pace with the cross-border nature of modern corruption, leaving implementation gaps and disjointed legal frameworks among member states.

This picture changed radically on 21 April 2026, when the Council of the European Union gave final approval to Directive (EU) 2026/1021, known as the "Anti-Corruption Directive", thus completing the EU's first comprehensive and binding criminal law framework to address corruption in all Member States.¹⁴ The Directive was adopted by the European Parliament on 26 March 2026 and entered into force on 31 May 2026, while the transposition deadline for Member States is June 2028.¹⁵

For the international legal community, this Directive represents a paradigm shift, signaling the emergence of a third major pillar against corruption, alongside the US Foreign Corrupt Practices Act (FCPA) and the UK Bribery Act 2010 (UKBA).¹⁶

This article has two purposes. First, it analyses the essential elements of the new Directive, its sanctioning architecture, the liability model of legal persons, mitigating circumstances and the alignment with international standards. Second, and more specifically for the Albanian reader, the article explores the implications that this Directive, even though Albania is not yet an EU Member State carries for the country's European integration process, particularly in the context of the Justice Reform, the activity of the Special Structure Against Corruption and Organized Crime (SPAK) and the accession negotiations, which are currently in their final phase.

¹²Shleifer, A., Vishny, RW (1993). Corruption. The Quarterly Journal of Economics, 108(3), p. 599–617.

¹³Alagia, E. (2026). The EU's Anti-Corruption Directive: a new pillar of global anti-corruption enforcement. International Bar Association, 6 August 2026. <https://www.ibanet.org/EU-Anti-Corruption-Directive-new-pillar-of-global-anti-corruption-enforcement>

¹⁴Ibid.

¹⁵Directive (EU) 2026/1021 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2026 on combating corruption, Brussels: Publications Office of the European Union. <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2026/1021/oj/eng>

¹⁶Alagia, E. (2026), op. cit.

2. A New Sanctions Framework: Structural Change

The most distinctive feature of the Directive is its sanctioning architecture for legal persons. Article 14 establishes a graduated fine structure, calibrated on the basis of annual turnover, depending on the seriousness of the offence. For the most serious offences, bribery in the public and private sectors, as well as embezzlement, Member States must provide for maximum fines of no less than five per cent (5%) of the company's annual worldwide turnover, or, alternatively, a fixed amount of EUR 40 million. For trading in influence, obstruction of justice and corrupt enrichment, the financial sanction threshold is set at three per cent (3%) of worldwide turnover or EUR 24 million.¹⁷

This approach brings EU fines for corruption of legal persons closer to the level of sanctions provided for by the FCPA and the UKBA, and reflects the sanctioning methodology already used by the General Data Protection Regulation (GDPR).¹⁸ The worldwide turnover approach aims to prevent the use of intermediaries, including linked legal persons, to avoid significant financial consequences. Beyond fines, the Directive authorises a wide range of additional sanctions against legal persons, including exclusion from public tenders, grants and licences; temporary or permanent disqualification from commercial activities; withdrawal of permits; cancellation of contracts; placing under judicial supervision; judicial liquidation; and closure of premises used for the commission of the offence. The publication of judicial decisions, in accordance with privacy safeguards, also adds a reputational dimension that strengthens the deterrent effect of the Directive.¹⁹

2.1. The Dual Liability Model of Legal Entities

Article 13 of the Directive provides for two distinct avenues of liability for legal persons. The first, primary liability, holds the legal person liable when the offence is committed for the benefit of the company by someone in a “managing position”, defined as a person with power of representation, decision-making authority on behalf of the legal person, or control. The second extends liability where the lack of supervision or control by a person in a managerial position has made it possible for the offence to be committed by a person under the authority of the entity.²⁰

A comparison with the UKBA is instructive. Section 7 of the UKBA creates a strict liability offence, “failure to prevent bribery”, by any “connected person”, a category wide enough to include employees, agents, subsidiaries, joint business partners and third party intermediaries. The compensation for this breadth is a

¹⁷Directive (EU) 2026/1021, Article 14.

¹⁸Alagia, E. (2026), op. cit.

¹⁹Directive (EU) 2026/1021, Article 14 and Article 15.

²⁰Directive (EU) 2026/1021, Article 13.

statutory defence: the company escapes liability if it proves that it had “adequate procedures” in place to prevent bribery. The EU Directive follows a different path in both respects: it does not create a criminal offence of “failure to prevent” and does not offer compliance as a defence to liability. Its trigger for liability operates through the conduct of persons in a managerial position, or of a subordinate where the lack of supervision by a managerial person has made the offence possible, provided that the offence was committed for the benefit of the entity.²¹.

Article 16 establishes a number of mitigating circumstances that, while not excluding liability, play a central role in shaping the incentives for corporate conduct. Three elements are particularly important: the implementation of effective internal controls and compliance programmes (before or after the offence); the voluntary and prompt discovery of the offence by the legal person itself, accompanied by corrective measures; and cooperation with the competent authorities by providing information that they would not have been able to obtain otherwise.²². By the very terms of the Directive, compliance programmes maintained for formal purposes only (“window dressing”) will not qualify for relief; courts retain discretion to assess whether a compliance programme is effectively implemented in practice.²³.

Member States retain the discretion to adopt more in-depth approaches, such as the case of Italy, where an effective compliance model under Legislative Decree No. 231/2001 can completely exclude the liability of the legal person.²⁴ Meanwhile, the lack of harmonised rules on negotiated agreements (such as deferred prosecution agreements) remains an additional complexity, as the practical effectiveness of incentives for cooperation depends largely on the existence of procedural avenues through which such cooperation can bring concrete benefits, beyond a full trial.²⁵.

2.2. Alignment with the OECD Anti-Bribery Convention

Recital 4 of the Directive expressly acknowledges that Union action “should take into account the work of” the OECD, among other international bodies.²⁶. The OECD Working Group on Bribery, through successive rounds of assessment, has produced a detailed picture of structural weaknesses in national anti-corruption frameworks. Thus, the transposition deadline June 2028, functions less as an isolated legislative moment and more as a

²¹UK Bribery Act 2010, c. 23, Section 7, London: The Stationery Office; see also Alagia, E. (2026), op. cit.

²²Directive (EU) 2026/1021, Article 16.

²³Ibid., Considerations on compliance programs.

²⁴Legislative Decree 8 giugno 2001, n. 231 (Italy); see Alagia, E. (2026), op. cit.

²⁵Alagia, E. (2026), op. cit.

²⁶Directive (EU) 2026/1021, Recital 4.

catalyst for implementation, as measures long recommended at international level will, for the first time in many cases, acquire binding force under EU law.

First, in terms of pecuniary sanctions against legal persons, which the OECD has consistently found inadequate. In Italy, fines against legal persons for corruption offences range from around €25,000 to €1.2 million, a level that the Working Group has considered inadequate since 2011. Belgium's new Criminal Code, which entered into force in April 2026, paradoxically reduces fines for legal persons to a maximum of around €1.4 million for the most serious cases, a level that the OECD considers "well below" its requirements. Fines in Poland and Estonia have also been found to be insufficient, disproportionate and dissuasive.²⁷

Second, the OECD Working Group has found that the standard for triggering corporate liability for oversight failures remains unclear or overly restrictive in some European jurisdictions. In Belgium, the legislation does not clearly specify the level of authority of the natural person whose conduct may trigger corporate liability; parliamentary papers from 1999 suggest that the involvement of the governing bodies is required, while a lack of oversight by management leading to the commission of the offence by a lower-level employee does not in itself trigger corporate liability. In Spain, prosecutors interpret the "serious breach" standard required to trigger corporate liability as requiring intent or gross negligence on the part of a natural person, excluding purely organisational defects, such as the lack of a compliance programme.²⁸ Article 13 of the Directive clearly establishes that a legal person is liable where the lack of supervision or control by a person in a managerial position has made it possible for the act to be committed by a person under its authority – a standard that directly reflects the OECD expectation.

Third, a continuing concern expressed by the OECD is that whistleblower protection frameworks often do not clearly cover the reporting of foreign bribery. Article 25 of the Directive addresses this fundamental gap by mandating that Directive (EU) 2019/1937 "On the protection of persons reporting on breaches of Union law" applies to the reporting of all corruption offences set out in the Directive, including bribery in the public and private sectors.²⁹

2.3. Jurisdiction

Article 18 of the Directive establishes two mandatory bases of jurisdiction: territorial jurisdiction (covering offences committed wholly or partly in the territory of a Member State) and active nationality jurisdiction. The

²⁷Alagia, E. (2026), op. cit., based on the assessment reports of the OECD Working Group on Bribery.

²⁸Directive (EU) 2026/1021, Article 13; OECD Working Group on Bribery, Phase 3/4 assessment reports for the Member States mentioned.

²⁹Directive (EU) 2026/1021, Article 25; Directive (EU) 2019/1937 of the European Parliament and of the Council, 23 October 2019, "On the protection of persons reporting on breaches of Union law", Brussels: Publications Office of the EU.

Directive also provides for four optional extensions, including jurisdiction over offences committed for the benefit of a legal person established in the territory of a Member State, or for the benefit of a legal person for any business activity carried out wholly or partly in its territory, similar to the UKBA's jurisdictional criterion of "carrying on business", according to which any entity, regardless of where it is registered, which carries on business or part of a business in the United Kingdom, may be prosecuted for failure to prevent bribery, regardless of where the corrupt conduct occurred.³⁰

3. Albanian Context: Corruption as a Condition for EU Membership

The link between the fight against corruption and the European integration process is particularly close for Albania. Since the beginning of the accession process, the EU has made it clear that the fight against corruption is a fundamental prerequisite for countries aiming for membership.³¹ The Copenhagen criteria, the basic document for the enlargement of the Union, set out specific chapters dedicated to justice, fundamental rights, public security and the active fight against corruption and organised crime.³²

Albanian anti-corruption legislation is provided for in the Criminal Code, based on key articles such as article 244 (active corruption of persons exercising public functions), article 245 (active corruption of high-ranking state officials or local elected officials) and article 245/1 (illegal exercise of influence) – articles amended in different years (2004, 2012, 2013)³³. An important innovation of the Criminal Code is the provision of criminal liability not only for persons who give or receive bribes, but also for those who promise or ensure the exercise of illegal influence in the decision-making of public officials, regardless of whether the benefit is actually given or received; as in the case of the new European Directive, criminal liability also extends to legal persons, not only to natural persons.³⁴

The judicial reform process, officially launched in October 2014 and finalized through constitutional amendments and basic laws voted by the parliamentary majority in 2016, aimed to create accountability, strengthen access to justice, and guarantee the separation and independence of powers.³⁵ The reform envisaged the strengthening or creation of several key institutions: the Constitutional Court, as the final authority in interpreting the Constitution and resolving constitutional disputes; the High Court, as the court of cassation; the

³⁰Directive (EU) 2026/1021, Article 18; UK Bribery Act 2010, Sections 7 and 12.

³¹European Commission (2021). Albania 2021 Report. Brussels: European Commission.

³²Sanxhaktari, V. (2014). The respect for fundamental rights in the EU as an eligibility for the candidate countries: the Albania case. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 5(20), p. 2527.

³³Criminal Code of the Republic of Albania, articles 244, 245 and 245/1.

³⁴Balliu, A. (2023), op. cit., p. 31; Criminal Code of the Republic of Albania, article 245/1.

³⁵Balliu, A. (2023). Fight Corruption the EU Membership Requirement: The Case of Albania. *European Scientific Journal, ESJ*, 19(23), p. 25–42. <https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n23p25>

Prosecutor General, representing the state in criminal matters; the High Judicial Council and the High Prosecutorial Council, responsible for the appointment, transfer, evaluation and dismissal of judges and prosecutors; special structures against corruption and organized crime, including the Special Structure Against Corruption and Organized Crime (SPAK) and the National Bureau of Investigation; the Judicial Appointments Council, which aims to depoliticize and reduce discretion in the appointment process; and the School of Magistrates, responsible for the recruitment and initial and continuous training of magistrates.³⁶

The process of temporary re-evaluation (“vetting”) of judges and prosecutors, although it has led to the removal of a significant number of corrupt officials, has had significant consequences on the functioning of the highest institutions of justice. Out of nine judges of the Constitutional Court, only one passed the vetting evaluation, leaving this court without a fully functional composition for more than two years. This absence had tangible practical consequences: the case of the demolition of the National Theater, which generated widespread public controversy, could not be reviewed for constitutionality due to the lack of a quorum, while the protests that followed the demolition were accompanied by detentions and accusations of disproportionate violence against activists, who had no effective recourse.³⁷ Similarly, out of 17 judges of the Supreme Court, only four remained in office; this court was inactive from June 2018 to March 2020, accumulating a backlog of around 23,900 cases. The situation partially improved in 2020, when new members were appointed to both courts, restoring the minimum quorum required to adjudicate.³⁸

The European Union's role in financing and overseeing the reform has been essential. The International Monitoring Operation (IMO), a project led by the European Commission, was set up to oversee the vetting process; despite having no executive powers, the IMO has contributed to the assessment of the past of entities and has recommended appeals against decisions of the first-instance vetting bodies – 12 times in total, with all recommendations followed up by the vetting institutions.³⁹ Since the start of the reform in 2016, the European Union has invested around 81 million euros in Albanian reforms.⁴⁰

The period 2025–2026 marked a turning point for the implementation of justice against high-level corruption in Albania. In February 2025, SPAK arrested the mayor of Tirana, Erion Veliaj, on charges of corruption and

³⁶Balliu, A. (2023), *op. cit.*, p. 33–34.

³⁷*Ibid.*, p. 36.

³⁸*Ibid.*, pp. 36–37.

³⁹*Ibid.*, p. 37.

⁴⁰Zaimi, E. (2018). Corruption and Integrity of the Judiciary. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.15291.52001>

money laundering, accusing him of embezzling over \$1.1 million in public funds.⁴¹ This was followed by criminal proceedings against Deputy Prime Minister Belinda Balluku, as well as investigations and detentions of opposition leaders, including former President Ilir Meta and Democratic Party leader Sali Berisha.⁴² These developments marked the breaking of a long-standing taboo in Albanian politics, demonstrating the unprecedented reach of SPAK to the core of political power.

At the same time, relations between SPAK and the government have seen increasing tension, with the government seeking to limit the structure's powers, while EU Enlargement Commissioner Marta Kos has stressed that maintaining SPAK's key role remains essential for Albania's membership prospects.⁴³ These developments contrast with officially declared institutional improvements: Transparency International's 2025 Corruption Perceptions Index gives Albania 39 points (out of 100), a drop of 3 points compared to the previous year, ranking the country in 91st position out of 182 countries assessed – below the global average and far from EU standards.⁴⁴

3.1. Implications of the New Directive for Albania

Although Albania, as a candidate country, is not yet legally obliged to transpose Directive (EU) 2026/1021, this instrument has direct practical importance for the integration process, for several reasons.

Firstly, the Directive establishes a new European “minimum” standard for sanctioning legal persons, which will inevitably serve as a reference point in the process of evaluating chapters 23 (Judiciary and Fundamental Rights) and 24 (Justice, Freedom and Security) of the European acquis. Current Albanian criminal legislation, although it provides for the liability of legal persons, does not yet recognize financial sanctions calibrated on the basis of annual turnover, a model that the new Directive establishes as a European standard. The preliminary approximation of the Albanian legal framework to this approach, especially for corruption offences involving large companies and public funds, will strengthen the dissuasive effect of the legislation and facilitate approximation with the acquis at a later stage.

⁴¹JURIST (2025). Albania anti-corruption institution arrests mayor of Tirana on corruption charges. February 11, 2025. <https://www.jurist.org/news/2025/02/albania-anti-corruption-institution-arrests-mayor-of-tirana-on-corruption-charges/>

⁴²Balkan Insight (2026). Timeline: Albania's High-Level Corruption Cases Raise Political Temperature. March 23, 2026. <https://balkaninsight.com/2026/03/23/timeline-albanias-high-level-corruption-cases-raise-political-temperature/bi/>

⁴³European Western Balkans (2026). Kos: "Albania has officially transitioned into the concluding phase of EU accession negotiations". 27 May 2026. <https://europeanwesternbalkans.com/2026/05/27/kos-albania-has-officially-transitioned-into-the-concluding-phase-of-eu-accession-negotiations/>

⁴⁴Transparency International (2026). Corruption Perceptions Index 2025 – Albania. <https://www.transparency.org/en/cpi/2025/index/alb>

Second, the Directive's standard on liability of legal persons for "lack of supervision" by persons in managerial positions provides a clear legal model that Albania can use to refine its legal framework on liability of legal persons, an area where, according to comparative assessments of other countries in the region, standards often remain unclear or overly restrictive in case law.⁴⁵

Third, the Directive's requirement for the full implementation of whistleblower protection for all corruption offences (Article 25, in relation to Directive 2019/1937) is particularly relevant for Albania, where reporting corruption continues to be hampered by a lack of trust in the system and by complicated legal procedures.⁴⁶ Strengthening the whistleblower protection framework would be in direct compliance with this European standard and would contribute to increasing the number of cases reported and prosecuted.

Fourth, the central role that the Directive recognizes for corporate cooperation and compliance as a mitigating circumstance suggests a direction that Albania should also follow: encouraging enterprises, especially those participating in public tenders, to implement effective anti-corruption compliance programs, as well as creating procedural mechanisms that offer concrete benefits for voluntary disclosure and cooperation with authorities, an area where Albanian legislation currently offers little legal certainty.

Finally, preserving the institutional independence of SPAK, in a context of heightened political tensions, remains the most critical condition for the legislative developments described above to have practical effect. As has been emphasized by the EU institutions themselves, formal negotiation progress cannot replace the sustainable and independent administration of justice.⁴⁷

4. Conclusions and Recommendations

Directive (EU) 2026/1021 marks a milestone in the European criminal law framework, establishing for the first time a comprehensive and harmonised approach to the prevention, investigation and sanctioning of corruption across the Union. By modernising outdated instruments, broadening the scope of criminalised conduct, strengthening enforcement mechanisms and promoting greater consistency between Member States, the Directive addresses the increasingly international and sophisticated nature of corruption.

For Albania, which is in the final phase of accession negotiations, the Directive provides a clear map of standards that will be assumed in the future assessment of the relevant chapters of the *acquis*. In this context, the following is recommended:

⁴⁵Alagia, E. (2026), *op. cit.*; OECD Working Group on Bribery, comparative reports for Southeastern European jurisdictions.

⁴⁶Balliu, A. (2023), *op. cit.*, p. 28.

⁴⁷European Western Balkans (2026), *op. cit.*

First, the Ministry of Justice and the responsible institutions should initiate a comparative analysis ("gap analysis") between the current sanctioning framework for legal entities and the new European turnover-based standard, with the aim of preparing the relevant legislative amendments to the Criminal Code.

Secondly, the whistleblower protection framework should be reviewed and strengthened, in line with the requirements of Directive (EU) 2019/1937, expressly referred to in the new Anti-Corruption Directive, with the aim of ensuring full and unequivocal protection for reporters of any form of corruption, public or private.

Third, the functional and budgetary independence of SPAK, as well as other justice institutions created by the 2016 reform, must be legally guaranteed and protected from political pressure, in line with the ongoing recommendations of European institutions.

Fourth, a legal safety net should be established to prevent critical vacancies in the highest courts during future re-evaluation processes, as well as to limit the right of resignation of judges and prosecutors during the vetting process, to prevent evasion of accountability.

Only through a sustained and politically supported commitment to implementing and not merely formally endorsing, these standards can Albania transform the pressure of European integration into sustainable progress in the fight against corruption.

References

A. Legal instruments and legislation

1. Bribery Act 2010, c. 23 (MB). <https://www.legislation.gov.uk/ukpga/2010/23/contents>
2. Criminal Code of the Republic of Albania [Kodi Penal i Republikës së Shqipërisë], Law No. 7895 of 27 January 1995 (as amended), arts. 244, 245, 245/1. <https://qbz.gov.al/preview/a2b117e6-69b2-4355-aa49-78967c31bf4d>
3. Directive (EU) 2019/1937 of the European Parliament and of the Council of 23 October 2019 on the protection of persons who report breaches of Union law, 2019 O.J. (L 305). <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2019/1937/oj/eng>
4. Directive (EU) 2026/1021 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2026 on combating corruption, 2026 O.J. (L 1021). <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2026/1021/oj/eng>
5. Legislative Decree No. 231 of 8 June 2001 (Italy) [Decreto Legislativo 8 giugno 2001, n. 231]. Gazzetta Ufficiale, 19 June 2001. <https://www.normattiva.it/uri-res/N2Ls?urn:nir:stato:decreto.legislativo:2001-06-08;231>

B. Academic literature, reports, and media

1. Alagia, E. (2026, 6 gusht). *The EU's anti-corruption directive: A new pillar of global anti-corruption enforcement*. International Bar Association. <https://www.ibanet.org/EU-Anti-Corruption-Directive-new-pillar-of-global-anti-corruption-enforcement>
2. Balkan Insight. (2026, 23 mars). *Timeline: Albania's high-level corruption cases raise political temperature*. <https://balkaninsight.com/2026/03/23/timeline-albanias-high-level-corruption-cases-raise-political-temperature/bi/>
3. Balliu, A. (2023). Fight corruption the EU membership requirement: The case of Albania. *European Scientific Journal, ESJ*, 19(23), 25–42. <https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n23p25>
4. European Commission. (2021). *Albania 2021 report* (SWD(2021) 289 final). Publications Office of the European Union. <https://enlargement.ec.europa.eu/system/files/2021-10/Albania-Report-2021.pdf>
5. European Western Balkans. (2026, 27 maj). Kos: "Albania has officially transitioned into the concluding phase of EU accession negotiations." <https://europeanwesternbalkans.com/2026/05/27/kos-albania-has-officially-transitioned-into-the-concluding-phase-of-eu-accession-negotiations/>

6. JURIST. (2025, 11 shkurt). *Albania anti-corruption institution arrests mayor of Tirana on corruption charges*. <https://www.jurist.org/news/2025/02/albania-anti-corruption-institution-arrests-mayor-of-tirana-on-corruption-charges/>
7. OECD Working Group on Bribery. (pa datë). *Country monitoring of the OECD Anti-Bribery Convention* [portal]. OECD. <https://www.oecd.org/en/data/dashboards/oecd-anti-bribery-convention-country-monitoring-dashboard.html>
8. Sanxhaktari, V. (2014). The respect for fundamental rights in the EU as an eligibility for the candidate countries: The Albania case. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 5(20), 2527. <https://www.richtmann.org/journal/index.php/mjss/article/view/4010>
9. Shleifer, A., & Vishny, R. W. (1993). Corruption. *The Quarterly Journal of Economics*, 108(3), 599–617. <https://doi.org/10.2307/2118433>
10. Transparency International. (2026). *Corruption Perceptions Index 2025: Albania*. <https://www.transparency.org/en/cpi/2025/index/alb>
11. Zaimi, E. (2018). *Corruption and integrity of the judiciary*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.15291.52001>

GENERATIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND THE SOCIAL CONSTRUCTION OF CRITICAL AGENCY IN HIGHER EDUCATION

PhD Petronela Daniela FERARU

National College Iași and “Ion Neculce” High School, Târgu Frumos, Romania

Sociology, daniela.feraru_p@yahoo.com, ORCID: 0009-0009-8954-6336

Abstract

Generative artificial intelligence makes the production of plausible academic text increasingly accessible, but access to fluent answers does not establish students' capacity to evaluate and justify knowledge claims. This theoretical article conceptualizes critical agency as an educational achievement shaped by relationships, assessment and institutional recognition. It develops an interpretive synthesis of sociological accounts of agency, cultural resources, epistemic justice and artificial intelligence literacy, supported by a bounded descriptive use of published UK undergraduate survey findings. The analysis distinguishes operational access, evaluative competence and recognized participation. It argues that critical agency depends on the alignment of three institutional conditions: explicit expectations for acceptable assistance, supported opportunities to contest claims and assessment that recognizes reasoned revision. Five tables and seven statistical figures clarify the analytical distinctions and selected contextual evidence; the figures do not represent an original student survey. The article proposes mechanisms through which opaque rules, unequal verification resources and output-focused assessment can convert differences in social advantage into differences in recognized intellectual independence. It also develops practical alternatives involving source comparison, selective process evidence, accessible dialogue and opportunities to revise. The resulting framework treats responsible artificial intelligence use as a question of educational organization rather than a stable personal disposition. Its propositions require empirical testing, particularly across disciplines, languages and institutional settings. The contribution is a sociological account of how universities can make critical participation both possible and consequential while preserving the distinction between assistance, understanding and responsibility.

Keywords: Generative Artificial Intelligence, critical agency, higher education, epistemic justice, assessment, sociology of knowledge

1. INTRODUCTION

The educational significance of generative artificial intelligence cannot be inferred from the quality of its sentences. A student may submit an articulate account of social inequality while remaining unable to explain why one explanation is stronger than another. Another student may use language assistance extensively and nevertheless understand the assumptions, evidence and limits of an argument. These possibilities unsettle the familiar relationship between visible performance and recognized understanding. They also raise a sociological problem: under what institutional conditions can students exercise an informed and consequential role in producing knowledge when a substantial portion of its verbal expression can be delegated?

This article argues that critical agency is socially organized. It concerns the practical capacity to formulate questions, assess the grounds of claims, acknowledge uncertainty and remain answerable for decisions about knowledge. Such a capacity requires individual learning, but its exercise depends on what institutions permit, support and reward. A student who recognizes a weak inference may remain silent if disagreement is treated as incompetence. A student who understands the limits of an AI answer may conceal that interaction if institutional rules are ambiguous. Conversely, well-designed discussion and assessment can make uncertainty an intelligible part of academic work rather than evidence of failure.

The central research question is therefore how institutional arrangements mediate the relationship between generative assistance and students' critical agency. Three subsidiary questions guide the analysis. What distinguishes access to a tool from participation in knowledge evaluation? Through which mechanisms might apparently neutral assessment practices reproduce unequal capacities to verify generated claims? How can universities recognize responsibility without converting learning into continuous surveillance? These questions locate the problem within the sociology of education and knowledge while keeping technical performance in view as one relevant condition among several.

The article offers a conceptual contribution rather than an original measurement of students. It develops a framework of alignment between expectations, contestation and recognition. Selected published survey indicators provide contextual anchors, while analytical examples identify processes that future research could investigate. No figure estimates a causal effect of AI on learning. No table describes respondents recruited for this paper. This distinction is necessary because the rapid availability of numerical information about AI use can encourage stronger educational conclusions than the underlying research designs warrant.

1.1. From Product Quality to Accountable Participation

Academic work has always involved assistance. Libraries organize access to scholarship, teachers recommend arguments, peers challenge interpretations and editors improve expression. Generative systems differ in the scope and speed with which they can propose the very form of a response, including its explanations and apparent qualifications. The analytical question is consequently not whether an academic product is completely unaided. It is whether the student can identify the intellectual decisions embedded in that product and take responsibility for accepting, modifying or rejecting them.

Accountability requires more than announcing that a tool was used. A disclosure can name a system without explaining what role it played. A student may record prompts meticulously while never checking the resulting claims. Another may omit an incidental spelling correction but demonstrate a clear understanding of the argument. A defensible account of participation must examine the relationship between assistance and judgment rather than equating responsibility with the volume of documentation. This article uses the term critical agency for that relationship when students have meaningful opportunities to exercise judgment and receive recognition for it.

Emirbayer and Mische (1998) conceptualize agency through the interplay of past habits, imagined futures and practical evaluation in the present. Their formulation helps avoid treating independence as an isolated mental property. Applied here, prior educational experiences shape what students take an assignment to require; anticipated grades and careers orient their choices; immediate deadlines constrain what verification is feasible. AI enters this temporal organization as a resource whose significance depends on the situation in which it is mobilized. The present application is an extension of their framework, not an empirical finding reported in their article.

Consider an analytical vignette in which two students receive the same generated explanation of educational attainment. One recognizes that the answer assumes a single national school system, whereas the other reads it as generally applicable. The difference might reflect familiarity with comparative sociology, access to a supportive seminar or confidence in challenging an authoritative voice. The tool is identical; the social conditions of evaluation are not. The example illustrates why a uniform software entitlement cannot, by itself, establish an equal opportunity to learn from software.

Universities also confer public value on particular forms of performance. If polished prose receives most of the reward, students have a rational reason to prioritize polish. If reasoned correction is visible in marking criteria, identifying a limitation can become academically worthwhile. Critical agency is therefore connected to the

distribution of recognition. Students must be able to act, but their actions must also count within the educational relationship. This distinguishes the proposed concept from a narrow account of competence that ends when an individual can perform a task under favorable conditions.

1.2. Scope and Contribution

The argument concerns higher education settings in which students encounter generative systems during reading, writing, discussion or assessment. It does not assume that all universities have the same infrastructure, rules or student populations. Neither does it presume that disciplinary differences can be reduced to a common attitude toward innovation. Evaluating a historical source, checking a mathematical proof and interpreting an interview transcript involve different standards of warrant. The framework addresses institutional conditions that may matter across those activities while leaving their substantive criteria to disciplinary judgment.

Three distinctions organize the contribution. Operational access concerns whether a student can use an appropriate system. Evaluative competence concerns whether the student can examine its contribution in relation to a particular task. Recognized participation concerns whether the educational setting makes that examination consequential. These dimensions can diverge. A university may provide comprehensive access while rewarding only final answers. A teacher may encourage interrogation but lack time to respond to it. A student may possess considerable expertise yet face a format in which that expertise cannot be demonstrated.

The article contributes a mechanism-based interpretation of these divergences. Its main proposal is that clear expectations, supported contestation and recognition of reasoning reinforce one another. Clarity without opportunities for practice can become formal compliance. Practice without recognition can remain optional extra labor. Recognition without understandable expectations can reward students who already know the unwritten rules. The framework does not require every assignment to include every possible safeguard. It asks whether the course as a whole provides a credible connection between what students are told, what they can practice and what their assessment values.

The following conceptual map establishes the distinctions used throughout the analysis. Table 1 separates the objects that are frequently compressed into the broad language of responsible AI use. The categories are analytical and may coexist within one learning activity.

Table 1. Analytical distinctions in AI-mediated academic work

Dimension	Central question	Observable evidence	Analytical limit
Operational access	Can the student use a suitable tool?	Availability, accessibility and task access	Access does not establish understanding
Evaluative competence	Can the contribution be examined?	Specific source comparison and justified criticism	A task performance is not a fixed trait
Recognized participation	Does evaluation count educationally?	Feedback and marking respond to reasons	Recognition may differ across assessors
Critical agency	Can the student act accountably in context?	A defensible decision within real conditions	No single frequency or confidence item suffices

Note. Conceptual categories, not survey variables.

Source. Author's synthesis of Emirbayer and Mische (1998), Fricker (2007), and Long and Magerko (2020).

Sociological interpretation. Equal software access can coexist with unequal opportunities to demonstrate judgment. The distinctions direct attention to what a learner can do and whether the educational relationship permits that action to matter.

The table indicates why a single indicator, such as frequency of use or self-reported confidence, cannot stand for critical agency. A confident user can misunderstand a source, while a cautious user can make a well-grounded judgment. Subsequent sections examine the institutional processes connecting these dimensions. The introduction therefore closes with a specific claim: an educational response to generative AI should be assessed by the quality and distribution of opportunities for accountable participation, rather than by adoption or restriction alone.

2. METHOD AND THEORETICAL FRAMEWORK

This section explains the article's conceptual method and establishes the theoretical resources used to construct its propositions. The approach connects concepts that illuminate different parts of a single problem: how students' judgments become possible, credible and educationally consequential. It also defines the limited role of published numerical evidence so that descriptive context remains distinguishable from the argument's original analytical claims.

2.1. An Interpretive Conceptual Synthesis

The study uses purposive, interpretive conceptual synthesis. Sources were selected for their relevance to agency, educational inequality, epistemic participation, AI literacy and assessment, together with a small set of primary publications documenting contemporary AI use. This is not a systematic review, a bibliometric survey

or a meta-analysis. No exhaustive database search, independent screening procedure or comprehensive estimate of the literature is claimed. The purpose is to develop a coherent explanatory vocabulary and a set of propositions that can guide subsequent empirical inquiry.

Following Jaakkola's (2020) methodological argument for explicit research design in conceptual articles, the analytical procedure has four stages. First, the problem is decomposed into access, evaluation and recognition. Second, relevant concepts are examined for the relations they imply between individuals and institutions. Third, hypothetical educational situations are used to test whether the proposed distinctions remain useful when the same technology is placed in different organizational settings. Fourth, the resulting framework is compared with selected published indicators to identify contextual plausibility and unresolved empirical questions. Such comparison can expose a conceptual oversight, but it cannot validate a causal model.

Sources serve different evidential roles. Sociological and philosophical works supply concepts. AI literacy scholarship provides a bridge to educational practice. Public survey reports offer descriptive context. Institutional guidance identifies a normative response. The paper does not treat these forms of material as interchangeable. A policy recommendation is not evidence that an intervention works. A reported behavior is not a demonstrated competence. A theoretical distinction is not a validated measurement scale. Maintaining these boundaries is part of the method, not simply a qualification added after interpretation.

Table 2 identifies the sample and fieldwork boundaries of the successive surveys before the statistical displays appear. The edition labels refer to reports, while the observations were collected from independent student samples. The table therefore makes the comparison interpretable without implying a panel design.

Table 2. Survey samples and measurement boundaries

Edition	Published sample	Fieldwork or provider	Interpretation boundary
2024	N = 1,250	UCAS polling	Independent cross-sectional sample
2025	N = 1,041	Savanta; December 2024	Independent cross-sectional sample
2026	N = 1,054	Savanta; December 2025	Demographically weighted UK full-time undergraduates

Note. Sample sizes are published totals, not subgroup bases. Edition year and fieldwork year differ. The series is not a panel.

Source. Freeman (2024, 2025); Stephenson and Armstrong (2026), methodology, p. 9.

Sociological interpretation. The samples establish the population to which the descriptive context refers. They cannot establish changes within individuals or represent Romanian students without new evidence.

The sampling structure permits a descriptive comparison of successive survey populations. It does not identify how the same students changed their practices. The broader evidential architecture also includes theory, normative guidance and analytical vignettes, each with a different role. These materials can clarify a mechanism or an educational aim without proving its effectiveness. The framework remains an explanatory resource whose empirical adequacy is open to investigation.

An empirical extension should make the distinction between a response and a performance observable. A feasible design would select one consequential claim from each assignment and invite the student to explain how it was evaluated. The researcher would retain the relevant source passage, the student's initial interpretation, the revision and the stated reason for the change. Independent assessors could then judge whether the reason addresses the actual evidential issue, using a common rubric and documenting disagreements. This proposed design would measure a bounded performance rather than assign an enduring level of critical agency to the person. It would also permit comparison between a general declaration of caution and a specific defensible decision.

Participation conditions would need to be recorded alongside that performance. Relevant information could include whether the source was accessible, how much time the task allowed, whether clarification was available and which forms of assistance were permitted. These observations would help distinguish an unsupported decision from a decision made under avoidable constraints. They would not authorize attributing every weak answer to institutional conditions. The purpose would be to examine competing explanations using materials

from the same activity, including cases where students reasoned well despite limited support or struggled despite extensive provision.

2.2. Relational Agency and Institutional Conditions

An ecological understanding of agency emphasizes the relation between capacity and circumstances. Priestley et al. (2015) develop this perspective for teachers, linking agency to the cultures and structures in which professional action occurs. Their work is used here as a conceptual resource for thinking about educational conditions, while the extension to students is made explicitly. Students and teachers occupy different positions of authority, so the transfer cannot assume symmetrical freedom. Students often need permission to depart from an expected answer and may bear greater costs when institutional expectations are unclear.

This asymmetry matters when a university describes critical engagement as a personal responsibility. A direction to check every answer may sound reasonable, yet its practical meaning depends on access to databases, disciplinary knowledge, time and feedback. Verification also requires knowing what kind of problem to look for. A fabricated reference can be checked bibliographically; an inappropriate conceptual framing requires a different competence. An institution that supplies only a general warning transfers a complex task to students while leaving much of its infrastructure unspecified.

The framework developed here identifies three institutional conditions. Expectations are transparent when students can understand the permitted role of assistance in a particular task and the grounds for the rule. Contestation is supported when they have resources and opportunities to question an output, including alternatives to accepting or rejecting it wholesale. Reasoning is recognized when assessment gives appropriate value to explaining a decision, correcting an error or maintaining warranted uncertainty. These are proposed conditions of critical agency, not necessary and sufficient causes established by this study.

The conditions can fail in different ways. A clear prohibition may be impossible to follow when accessibility software includes generative functions. An invitation to challenge a response may be ineffective if the class has no access to the source. A reflection assignment may reward elaborate narratives of process rather than actual understanding. These cases show that institutional design must be evaluated through its practical operation. The existence of a policy document or a reflective task does not establish that the intended relationship between learning and responsibility has been achieved.

Bandura (2001) distinguishes personal, proxy and collective forms of agency within sociostructural relations. This distinction helps clarify why delegating an operation does not necessarily eliminate agency. Delegation can be an intentional means to a goal, but its educational value depends on what the learner must still understand.

Asking a system to reorganize notes and asking it to decide which explanation is defensible delegate different intellectual responsibilities. The present framework therefore examines the object and conditions of delegation instead of equating any assistance with the absence of agency.

2.3. Cultural Resources and Unequal Verification

Bourdieu's (1986) account of capital directs attention to resources whose value depends on social recognition and conversion. In the present argument, the relevant extension concerns the conversion of prior educational familiarity into credible demonstrations of AI-related judgment. Students who already know how academic arguments are organized may more easily detect a plausible but unsupported claim. Those with access to experienced peers or family members may obtain informal advice about acceptable assistance. These are proposed mechanisms of advantage, not evidence that any social group invariably uses AI more critically.

The distribution of time is equally important. A student balancing paid employment and care responsibilities may face a different verification horizon from a student with extensive discretionary study time. The same request to document decisions can therefore impose unequal burdens. However, this observation does not justify presuming that disadvantaged students are less capable. It directs attention toward the conditions under which their capabilities can be exercised and observed. The relevant outcome is whether an educational arrangement makes intellectual participation more or less feasible across different circumstances.

Verification resources also include language. Students reading disciplinary literature in an additional language may use AI to gain initial access to complex arguments. Such assistance can open a path to participation. At the same time, checking a generated summary against the original may require precisely the linguistic resources that motivated the assistance. A productive institutional response would provide guided comparison and accessible sources rather than assuming that either independent reading or unrestricted delegation resolves the problem. The framework treats this as a question of supported participation rather than a deficit attached to multilingual students.

Unequal verification raises a broader sociological problem concerning the distribution of expertise. Feraru's (2013) analysis of medical migration situates professional resources within institutional and social conditions. Migration and AI-assisted learning concern different empirical processes, but both direct attention to how access to specialized resources can depend on institutional arrangements. This comparison identifies a conceptual question rather than supplying evidence about students. In higher education, the empirical task is to examine whether access to disciplinary expertise, feedback and evaluative guidance varies across learning situations, and how that access shapes the uses of generative assistance.

2.4. Epistemic Justice and AI Literacy

Fricker (2007) identifies injustice directed at people in their capacity as knowers. This perspective raises a question that software competence alone cannot answer: whose explanation is treated as credible when the provenance of an academic product becomes uncertain? The present extension concerns situations in which a student's command of English, educational background or manner of speaking affects the reception of a claim about their own work. Suspicion can be distributed unequally even where a written policy uses uniform language. Whether that occurs, and through which interactions, remains an empirical question.

Long and Magerko (2020) frame AI literacy through competencies that support understanding and critical interaction with AI. Their work helps distinguish informed use from simple operational familiarity. This article adds an institutional question to that competency perspective: what happens when a learner can identify a problem but lacks a recognized route for acting on it? Knowing that a model can produce misleading information is useful, but the capacity becomes educationally consequential when students can inspect sources, discuss uncertainty and receive feedback on their decisions.

The distinction between literacy and agency is therefore relational rather than competitive. Literacy supplies resources for judgment; agency concerns their situated exercise. A student can learn a vocabulary of hallucination, bias and prompting without changing the way an assignment is completed. Equally, students can sometimes make sound practical judgments without technical terminology. Assessment should make room for the substantive quality of evaluation while developing the language needed to explain it. This avoids turning familiarity with a fashionable vocabulary into a proxy for critical understanding.

The theoretical framework now establishes a direction for interpretation. Students' use of AI is approached as socially situated conduct rather than an automatic indicator of dependence or empowerment. The remaining analysis uses selected descriptive anchors and analytical comparisons to develop the mechanisms through which expectations, contestation and recognition may combine. The section closes by emphasizing the framework's status: it is a proposal for examining educational relationships, not a diagnostic instrument for judging individual students.

3. ANALYSIS AND CONCEPTUAL FINDINGS

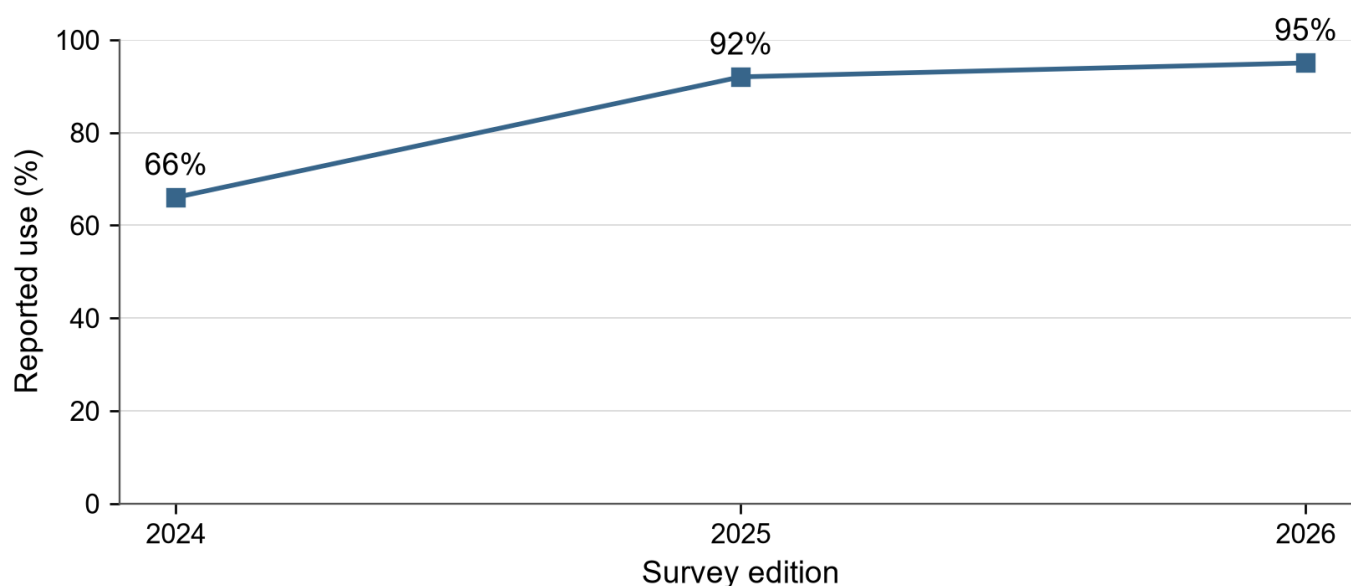
The analytical findings are propositions derived from the synthesis rather than discoveries about a newly observed student population. They address how institutional expectations are interpreted, how evaluative work is distributed and how academic recognition is allocated. All seven figures display published aggregate statistics. They describe adoption, perceived support, differences by social grade, assessment practices, motives,

deterrents and the balance between AI and traditional sources. They contextualize the theoretical propositions without estimating their causal effects.

3.1. Widespread Use and the Limits of Adoption Measures

The HEPI series reports that the proportion of UK full-time undergraduates using AI in at least one way rose from 66% in 2024 to 92% in 2025 and 95% in 2026 (Freeman, 2024, 2025; Stephenson & Armstrong, 2026). Figure 1 presents these published percentages. They describe successive survey samples, not changes within the same students. The series is used to establish the relevance of institutional arrangements in a setting where reported use has become widespread, rather than to measure critical competence.

Figure 1. Reported use of AI in successive UK undergraduate surveys



Note. Published percentages; different samples and survey providers across editions. The measure includes AI used in at least one way, not solely generative AI.

Source. Freeman (2024, 2025); Stephenson and Armstrong (2026, p. 10).

Sociological interpretation. Widespread reported use makes institutional arrangements consequential, but adoption alone cannot indicate whether students can evaluate assistance.

The sociological implication is a shift in the question institutions need to ask. Where an activity becomes common, rules organized around an exceptional user may become poorly matched to ordinary practice. This is an interpretive inference about institutional design, not a measured consequence of the percentages. Adoption may coexist with considerable variation in understanding, motivation and permission. A university

consequently needs information about how students evaluate assistance, where they encounter obstacles and which practices their courses recognize, rather than treating the prevalence of use as a verdict on educational quality.

An adoption measure also compresses different kinds of action. Asking for a definition, translating a passage, organizing notes and submitting generated prose have different relationships to disciplinary learning. Their educational meaning changes again according to the assignment. A summary can serve as an initial orientation before close reading or substitute for encountering the source at all. The same action label therefore cannot identify whether a student has retained responsibility for interpretation. This is why the present framework examines decisions within a task rather than attributing a stable intellectual character to a category of users.

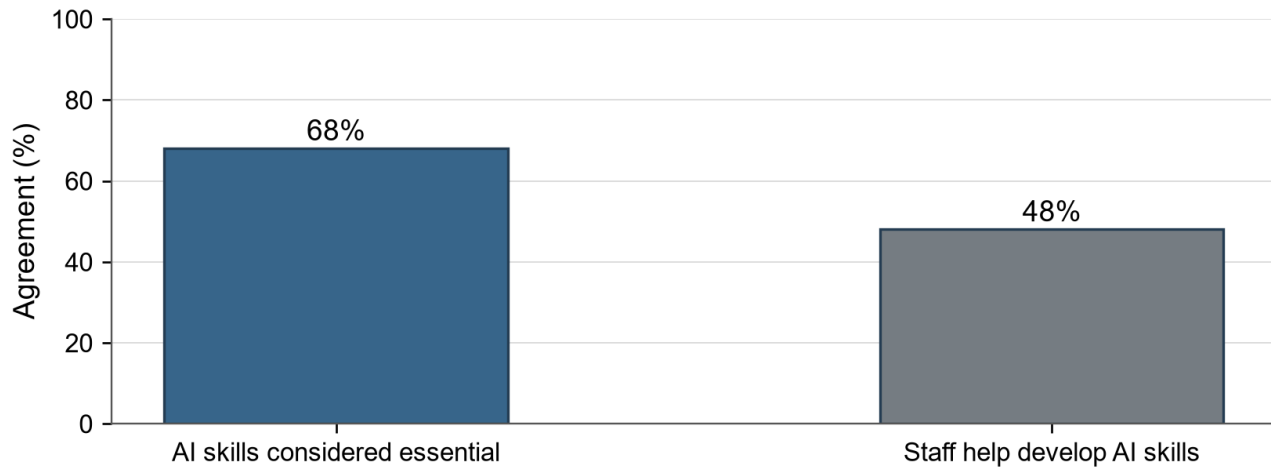
There is a related problem of visibility. Students can discuss a permitted use openly while hiding a practice they believe will be misunderstood. What an institution observes then reflects both conduct and the conditions of disclosure. If public discussions reward simplistic declarations of enthusiasm or rejection, nuanced accounts may become harder to articulate. Critical agency requires a vocabulary in which a student can describe partial assistance, uncertainty and correction without being forced into a total claim of independence or dependence. That vocabulary has to be usable in everyday teaching, not only in central guidance.

The argument does not entail accepting every form of assistance. Some tasks legitimately test unaided performance, and a clear restriction may protect an educational purpose. The requirement is that the purpose and practical boundary be understandable. Students should know which capability the activity is intended to develop and why a particular form of delegation would interfere with it. Under those conditions, a restriction can support informed participation. Its legitimacy depends on its relationship to learning and fair implementation, rather than on the assumption that the absence of a tool automatically reveals the presence of understanding.

3.2. The Separation of Use and Institutional Support

Figure 2 juxtaposes two published indicators from the 2026 HEPI report: 68% regarded AI skills as essential, while 48% felt teaching staff were helping develop these skills for future careers (Stephenson & Armstrong, 2026). These are distinct survey questions. Their difference is descriptive and cannot be interpreted as the proportion of students with unmet needs, because the joint distribution is unavailable in the present analysis.

Figure 2. Perceived importance of AI skills and reported staff support



Note. Separate agreement items, not a paired deficit or a proportion with unmet need; UK full-time undergraduate sample.

Source. Stephenson and Armstrong (2026, p. 5).

Sociological interpretation. A university can communicate the importance of a capability without providing equivalent opportunities to develop it. The comparison motivates investigation of provision, rather than measuring individual disadvantage.

The comparison raises an institutional question about the relationship between perceived future requirements and educational provision. Students can be told that a skill matters while receiving limited opportunities to practice it with feedback. In such a setting, private experimentation may become an informal route into competence. The framework predicts that this route will depend partly on available resources and networks, but the figure does not test that prediction. It identifies why examining the distribution of supported practice is more informative than merely asking whether students have heard a general message about responsible use.

Support should be specified at the level of a real intellectual problem. A demonstration of how to enter prompts can be helpful, yet it does not teach students how to evaluate a causal claim about inequality or interpret a contradiction between sources. Discipline-specific support would make the standards of judgment visible. In sociology, this could involve examining how an AI answer changes when a category is defined differently, when a national context is specified or when an individual-level explanation is challenged by an institutional account. The learning lies in explaining the consequences of those changes.

Support also requires an opportunity to fail without disproportionate penalty. If the first occasion for revealing an AI-related misunderstanding is a high-stakes assessment, students have an incentive to hide uncertainty. A

formative task can instead ask them to locate a questionable claim and explain what would resolve it. Such a task does not require sophisticated software or a long personal diary. It requires a bounded object of inquiry, accessible evidence and feedback that distinguishes a reasonable attempt from an unsupported assertion. Its value would need evaluation through student work and participation, not satisfaction alone.

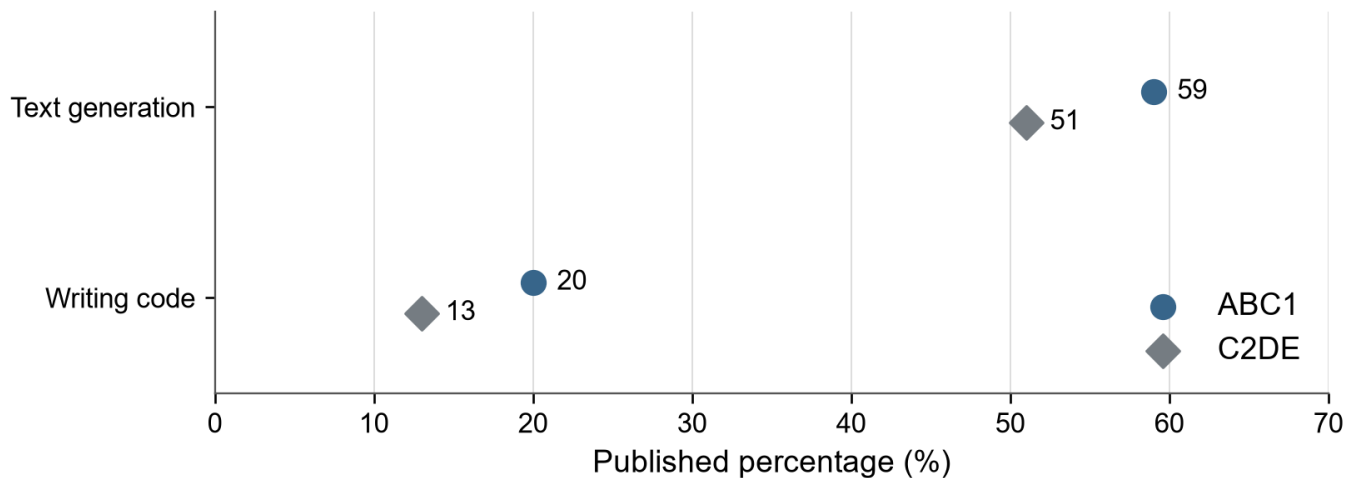
Williamson et al. (2020), writing about emergency distance education, place digital educational change within political and organizational conditions. That context differs from generative AI, but the analytical lesson remains useful: technical provision should not be separated from the arrangements that make teaching possible. Institutions must also support teachers. A lecturer cannot consistently reward reasoning if a workload model leaves no time to discuss it. Central guidance that adds responsibilities without changing available time can produce a gap between formal ambition and classroom practice. The ecological perspective makes this relation visible: students' opportunities are partly constituted by teachers' capacity to act within their own institutional conditions. An account of student responsibility that ignores those conditions risks assigning responsibility at the point where resources are most constrained.

3.3. Verification as Unequally Distributed Work

The analytical focus now moves from the existence of support to its distribution. Verification is often described as an obvious final step: ask the system, then check the answer. In practice, checking can involve locating a source, understanding its method, identifying the scope of its conclusion and deciding whether it applies to the current question. Each stage depends on resources that may be unevenly available. The framework therefore treats verification as work embedded in an educational division of labor rather than a frictionless action performed by any sufficiently careful user.

Figure 3 offers a limited contextual anchor. The HEPI report presents selected differences in reported tool use by household social grade, including text generation at 59% for ABC1 and 51% for C2DE, and coding at 20% and 13%, respectively (Stephenson & Armstrong, 2026, Figure 2). These categories belong to the published UK survey. They are neither Romanian class categories nor direct measures of cultural capital.

Figure 3. Selected differences in tool use by household social grade



Note. Published UK social-grade categories; reported use is not evaluative competence. No new significance test or uncertainty interval is calculated.

Source. Stephenson and Armstrong (2026, p. 12).

Sociological interpretation. Variation within a widely connected population warrants attention to the resources and contexts through which engagement becomes possible.

The display demonstrates variation in reported use, not variation in verification quality. Its relevance is to prevent an unqualified assumption of uniform engagement within a highly connected student population. The sociological question remains how different resources become useful in a particular learning arrangement. A free tool might remove a price barrier while leaving differences in disciplinary familiarity, available time or informal guidance unresolved. Investigating those pathways requires more detailed evidence than the aggregate comparisons reproduced here.

Verification can be distributed constructively. A seminar may divide the evaluation of a generated account into tasks: one group checks definitions, another traces a reference and another examines whether the conclusion follows from the evidence. The exercise makes different forms of expertise visible and permits students to learn from one another. Its purpose is not to assign permanent roles based on presumed ability. Roles should rotate, and individual understanding should still be examined. Otherwise, collective work can reproduce a hierarchy in which a small number of confident students become the default evaluators.

An important distinction is between access to an authoritative source and the authority to use it in discussion. A student may locate a relevant article but hesitate to challenge a teacher or a fluent system. Here the obstacle is

not informational. It concerns the anticipated social reception of disagreement. Teachers can alter that reception by asking for alternative interpretations, explaining their own revisions and responding seriously when students identify limitations. The relevant signal is that reasoned challenge belongs to legitimate participation. Such a signal must be credible across repeated interactions if it is to shape action under assessment pressure.

Table 3 summarizes proposed mechanisms that connect institutional arrangements to unequal opportunities for evaluation. It is designed as a comparative analytical matrix rather than as a list of findings about particular groups.

Table 3. Proposed mechanisms of unequal opportunities for verification

Arrangement	Potential mechanism	Barrier to examine	Possible response
Unequal source access	Some claims are harder to inspect	Unavailable or inaccessible literature	Provide a common source set
Compressed deadlines	Verification competes with other obligations	Time needed for consequential checks	Bound the verification task
Unwritten expectations	Prior familiarity becomes an advantage	Different interpretations of the same task	Discuss contrasting examples
Unrewarded correction	Reasoned revision becomes extra labor	Marking emphasizes polish alone	Recognize the grounds of revision
Costly disclosure	Accounts of use become selective	Unpredictable consequences of honesty	Clarify expectations before assessment

Note. Mechanisms are propositions; no group differences were estimated.

Source. Author's conceptual development, informed by Bourdieu (1986) and Priestley et al. (2015).

Sociological interpretation. The unit of intervention is the obstacle within an educational activity. The matrix avoids attaching a presumed deficit to a social group and instead identifies conditions that can prevent available capabilities from being exercised.

The mechanisms indicate possible intervention points without presuming that any single resource determines a student's conduct. Providing source access addresses one barrier; revising deadlines may address another; clarifying criteria addresses a third. Their effects depend on how they interact. The practical implication is to identify the obstacle within a particular activity before prescribing a generic literacy intervention. A student who lacks a usable source needs a different response from a student who has the source but does not understand what the task requires.

3.4. Expectations That Can Be Understood and Used

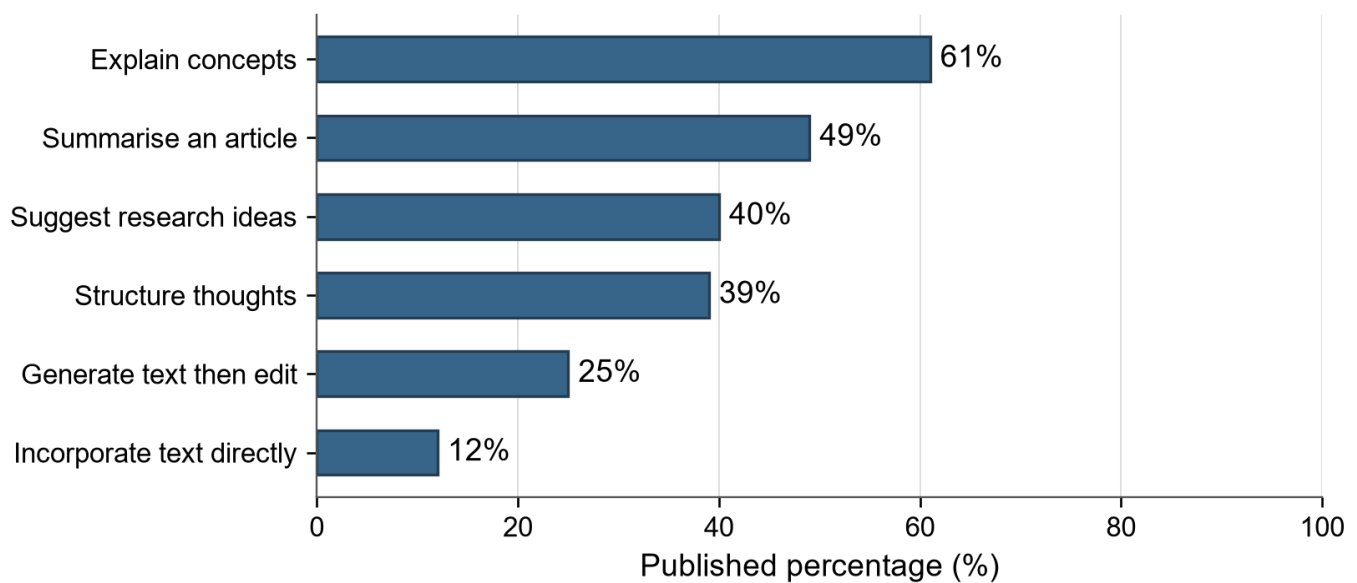
Transparent expectations do more than classify tools as allowed or prohibited. They identify which intellectual actions the student must perform, what assistance can contribute and what information the assessor needs to evaluate understanding. A statement such as “AI may support language editing, but the selection and interpretation of sources must be your own” is more informative than a general permission, yet it still requires examples. Editing can change emphasis, introduce a causal claim or replace a qualified statement with a stronger one. The boundary becomes usable when students can see how it applies to actual text.

Rules also need a temporal dimension. A course may permit exploratory assistance during preparation while requiring unaided explanation in a later discussion. Students should know this before allocating their effort. A rule introduced after submission changes the practical meaning of an earlier decision and undermines the possibility of accountable choice. The framework therefore proposes that expectations should be communicated early enough to guide action and remain stable within the assessment cycle, except where a necessary correction is accompanied by a fair opportunity to adapt.

There are legitimate limits to specificity. A policy cannot enumerate every future software feature or every possible interaction. Excessive detail can become inaccessible and can encourage literal compliance detached from educational purpose. A useful design combines a stable principle with a small number of task-specific examples. The principle identifies the capability being assessed; the examples show which forms of assistance preserve or displace that capability. A route for clarification then handles cases that the examples do not settle. This route matters especially for accessibility and multilingual support, where generic categories can obscure materially different functions.

Figure 4 disaggregates assessed-work use into six selected activities from the 2026 HEPI survey (Stephenson & Armstrong, 2026, Figure 4). Respondents could select multiple activities. The distinction between explanation, organization and direct incorporation matters because a general statement that students use AI conceals different relationships to the intellectual task.

Figure 4. Selected uses of AI in assessed work



Note. Multiple-response percentages; UK full-time undergraduates, weighted N = 1,054, fieldwork December 2025. Selected activities; categories are not mutually exclusive.

Source. Stephenson and Armstrong (2026, p. 13).

Sociological interpretation. Reported activities involve different forms of intellectual responsibility. Use frequency does not indicate the quality of evaluation or establish misconduct.

The distribution locates the educational question within particular activities. Requesting an explanation can open an inquiry, while incorporating generated prose can require a different account of authorship and evidential responsibility. Neither practice establishes understanding by itself. These percentages describe reported activity, not the quality of reasoning or the proportion committing misconduct. Assessment expectations should specify the role of assistance in the task rather than infer a uniform educational consequence from any AI use.

Teachers can test the usability of expectations through short scenarios before assessment begins. Students might compare an AI-generated outline, a translated paragraph and a fabricated citation, then explain which decisions remain their responsibility. Differences in their interpretations reveal ambiguity in the instruction itself. The exercise should not be treated as a trap designed to identify likely misconduct. Its purpose is to improve a shared understanding before consequential choices are made. In this way, clarification becomes part of teaching rather than an administrative demand external to learning.

3.5. Contestation Through Disciplinary Inquiry

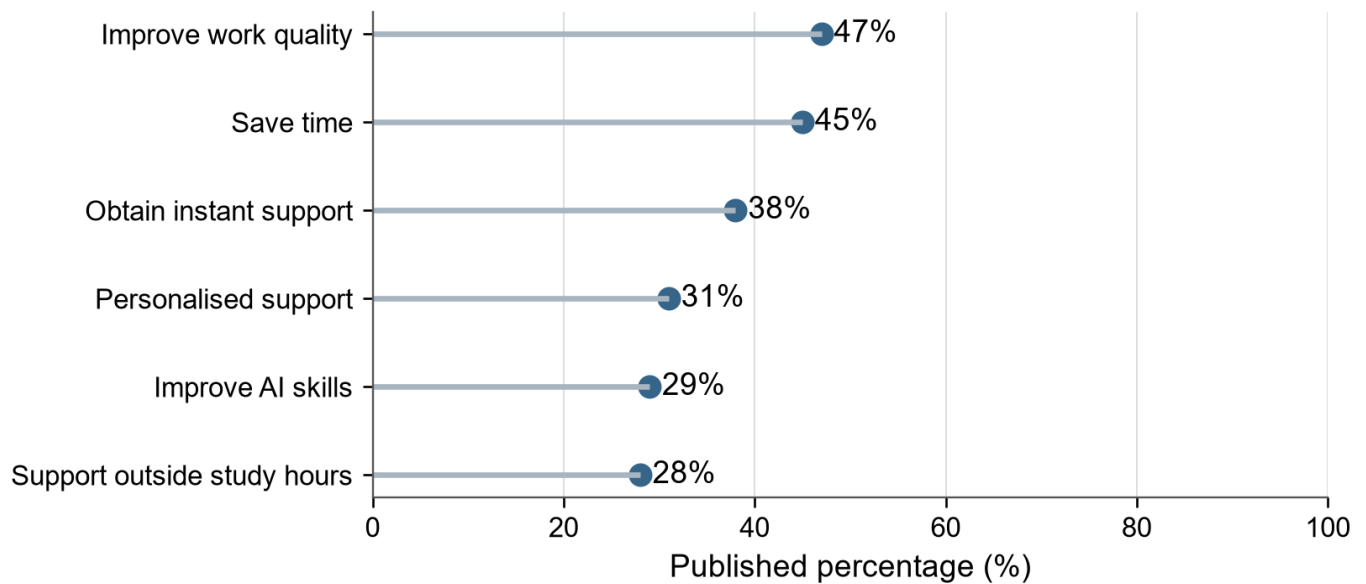
Contestation involves examining why a claim should be accepted, revised or rejected. It is more demanding than maintaining a general attitude of suspicion. If students are told that everything generated by AI is unreliable, they may learn indiscriminate rejection rather than discrimination among stronger and weaker claims. Conversely, an impressive answer can encourage acceptance if no route to examining its grounds is available. Supported contestation requires a task in which reasons can be inspected and compared. The relevant object is a claim in context, not a global judgment about the technology.

In sociology, one useful task is to separate description, explanation and evaluation in a generated passage. An answer may correctly describe a pattern but introduce an unsupported explanation. It may use a category whose meaning changes across countries or infer a personal motivation from a structural association. Students can be asked to identify the precise point at which the inference becomes stronger than the evidence. This develops a transferable practice of reading. It also makes clear that checking a citation is necessary for some claims but insufficient for evaluating the relation between evidence and conclusion.

Another task concerns absence. A coherent account can omit actors, contexts or alternative mechanisms without making an obvious factual mistake. Students may examine who appears as an active agent, whose experience is treated as typical and which institutional constraints remain unmentioned. This is particularly relevant where an answer presents a socially situated pattern as a universal human tendency. The point is not to reward the discovery of bias in every paragraph. It is to teach that an adequate interpretation must account for its scope and identify what would be needed to extend it.

Figure 5 presents six selected reasons that respondents said would make them more likely to use AI for their studies (Stephenson & Armstrong, 2026, Figure 7). These multiple-response indicators concern motivations rather than measured learning gains. Their relevance to disciplinary inquiry lies in the combination of convenience, support and perceived educational benefit.

Figure 5. Selected motivations for using AI in study



Note. Multiple-response percentages; selected reasons from the 2026 survey, weighted N = 1,054. These are reported motivations, not measured learning benefits.

Source. Stephenson and Armstrong (2026, p. 16).

Sociological interpretation. Convenience and access to support can shape participation. Their educational consequences depend on what students do with the assistance.

Saving time and improving work can be compatible with careful inquiry, but they can also encourage premature acceptance when evaluation is costly. Immediate support may matter when a student cannot readily consult a teacher or peer. The survey does not identify which pathway occurred. Its sociological value is to direct inquiry toward the organization of time and access to help, rather than treating every use as evidence of either intellectual dependence or increased autonomy.

Contestation must remain proportionate to the task. Checking every sentence against several independent sources would make many assignments impracticable and could displace the learning they are meant to support. Teachers can select a small number of consequential claims for detailed examination, while explaining why those claims matter. Students then learn to allocate attention according to uncertainty and significance. The framework proposes that this selective approach can make accountability feasible, but its effectiveness must be tested rather than assumed. A manageable practice that produces genuine evaluation is preferable to an exhaustive requirement that generates ritual documentation.

3.6. Recognizing Reasoning Without Surveillance

Assessment translates educational values into consequences. When a marking scheme allocates most credit to a polished final product, students have limited reason to expose the uncertainties through which it was produced. Recognizing reasoning changes that incentive, but it does not require collecting every keystroke or private conversation. The assessor needs enough evidence to evaluate the intended capability. The amount and type of evidence should follow from that purpose. Otherwise, process assessment can become a second product to optimize, with little connection to the understanding it was intended to reveal.

One bounded approach asks students to identify a consequential revision, show the relevant before-and-after passage and explain the evidence supporting the change. Another asks them to compare two interpretations and justify a choice. An oral discussion can examine whether they can apply the argument to a new example. Each approach has limits. A revision statement can be rehearsed; an oral format can disadvantage some students; a comparison task can reward familiarity with a particular writing convention. Combining modest forms of evidence and offering accessible alternatives may reduce reliance on any single imperfect signal.

The distinction between accountability and surveillance is especially important where institutions consider comprehensive interaction logs. A full log can include personal information, irrelevant exploration or commercially sensitive material. Its existence also fails to prove understanding, since a student can preserve a record without evaluating it. A narrower evidential requirement may be more educationally valid: explain a decision that matters to the argument and provide the materials needed to assess that explanation. The proposed criterion is sufficiency for learning and assessment, rather than completeness of observation.

Table 4 presents additional indicators of institutional change and student experience from the 2026 survey. These outcomes are relevant to assessment design because they describe the context in which explanations and revisions are requested, rather than evaluating a specific assessment practice.

Table 4. Additional institutional indicators in the 2026 survey

Indicator	Reported value	Measure	Inference boundary
Assessment changed significantly	65%	Respondents reporting change	No estimate of learning effects
AI improved student experience	49%	Reported perceived improvement	Not a causal effect estimate
Prior AI experience at school	51% agree or strongly agree	Respondents reporting prior experience	Experience does not establish competence
AI makes respondent lonelier	20%	Reported perception	Not a clinical outcome
AI makes respondent less lonely	21%	Reported perception	Not an experimental comparison

Note. UK full-time undergraduates; weighted N = 1,054. Percentages reproduce separate published indicators and are not combined into a scale.

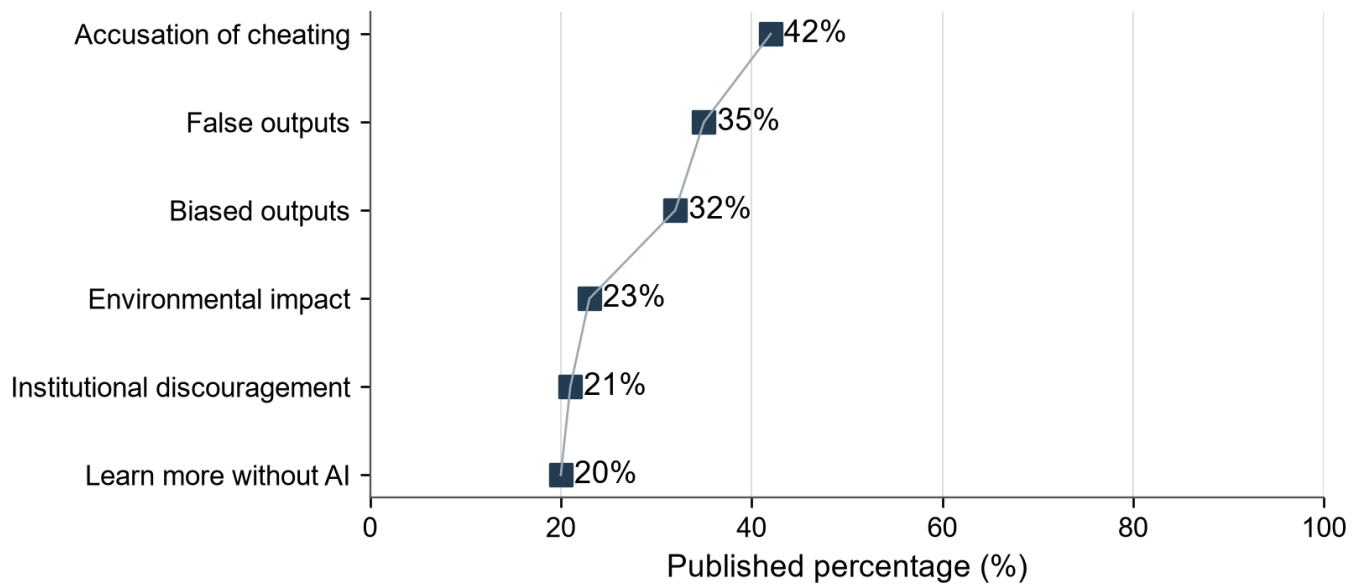
Source. Stephenson and Armstrong (2026).

Sociological interpretation. Institutional change and student experience are not uniform. Assessment design requires attention to perceived support and social conditions while avoiding causal conclusions from cross-sectional responses.

The indicators show why a single institutional response should not presume a uniform student experience. They do not establish that a reported change caused improvement, loneliness or dissatisfaction. Assessment can request a consequential revision, a source comparison or a brief explanation, but the validity of those practices must be evaluated separately. The evidence requested should be sufficient for judging understanding and should remain accessible to students with different communication needs.

Figure 6 shows six selected deterrents to AI use in the same survey (Stephenson & Armstrong, 2026, Figure 9). Multiple responses were permitted. The display keeps concerns about institutional judgment, output quality, environmental consequences and learning analytically distinct. No ranking of their objective severity is inferred from their frequency of selection.

Figure 6. Selected deterrents to using AI in study



Note. Multiple-response percentages; selected reasons, weighted N = 1,054. No joint distribution with the motivations in Figure 5 is estimated.

Source. Stephenson and Armstrong (2026).

Sociological interpretation. Institutional judgment and epistemic reliability pose distinct concerns. Understanding their interaction requires linked responses or situated observation.

The coexistence of concerns about accusation and unreliable outputs makes the institutional relationship important. A student may need help evaluating a claim while also being uncertain about the consequences of acknowledging the assistance. Neither concern proves that disclosure is unsafe in a particular course. The findings instead motivate studying whether guidance makes a defensible verification practice possible and whether students understand how that practice will be assessed. Feedback should address reasoning without treating the mere expression of concern as a deficit.

3.7. Propositions and Boundary Conditions

The analysis yields propositions about educational arrangements rather than a universal prediction about technology. The first concerns alignment: opportunities for accountable participation are expected to be stronger where expectations, contestation and recognition support the same learning purpose. The second concerns resources: a formally uniform requirement to verify may have unequal effects where the resources needed for

verification differ. The third concerns visibility: when disclosure carries unpredictable costs, observed accounts of AI use may become a selective representation of practice. These relationships require empirical investigation. The propositions also require boundary conditions. An introductory course may need more explicit scaffolding than an advanced seminar. A large lecture course may need a different form of dialogue from a small tutorial. A professional program may have legitimate reasons to test particular tasks without assistance. Students' prior experience, accessibility needs and language resources may alter how the same arrangement operates. A credible framework should help specify those differences rather than making every setting appear to confirm the same broad claim.

Table 5 translates the argument into researchable relationships. It includes observations that could weaken the proposed explanation, because a framework that only identifies confirming examples would have limited analytical value.

Table 5. Research propositions and potentially disconfirming observations

Proposition	Unit of inquiry	Evidence to seek	Observation that would weaken it
Alignment supports participation	Course or task	Rules, work and feedback considered together	Similar participation despite persistent misalignment
Verification burdens depend on resources	Student within a task	Access, time and actual checking decisions	Resource differences unrelated to those decisions
Unpredictable costs constrain disclosure	Assessment relationship	Accounts compared with selected work evidence	Open disclosure despite perceived unpredictable costs
Recognition changes the value of revision	Assessment sequence	Reasoned changes before and after feedback	No change despite understood revised criteria

Note. These are researchable proposals rather than tested hypotheses.

Source. Author's conceptual synthesis.

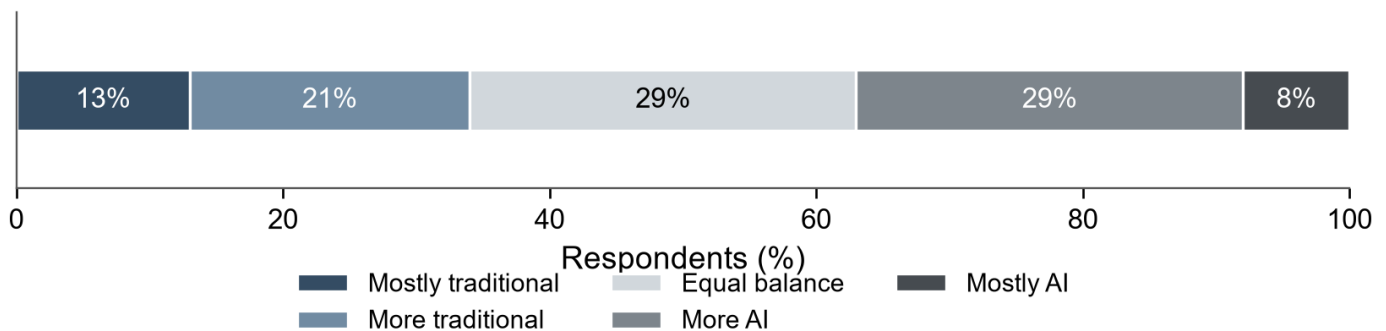
Sociological interpretation. Empirical work must distinguish a student's description of being critical from the quality of the judgment itself. Disconfirming observations help prevent the framework from becoming a vocabulary that fits every outcome.

The table separates a proposition from its measurement. For example, the quality of reasoned revision cannot be inferred from a student's claim to be reflective. Researchers would need to examine the revision itself, its explanation and the context in which it was produced. Likewise, a policy's clarity should be assessed through

student interpretation rather than the author's intention alone. The proposed observations therefore combine documents, work samples and interaction, while leaving room for alternative explanations.

Figure 7 displays the published distribution of how respondents balance generative AI with traditional sources (Stephenson & Armstrong, 2026, Figure 10). The five response categories form a single distribution, unlike the multiple-response items in Figures 4–6. The display retains the source categories rather than reducing the population to users and nonusers.

Figure 7. Balance between generative AI and traditional sources



Note. Single-response distribution; percentages sum to 100; weighted N = 1,054. Traditional sources include non-AI webpages, textbooks, lecture notes and course materials.

Source. Stephenson and Armstrong (2026, p. 19).

Sociological interpretation. A source mix identifies an information environment, not a level of critical agency. Evaluation depends on how disagreements among sources are resolved.

The balance between sources is a researchable condition of critical agency, but it is not a direct measure of it. Frequent use of traditional materials does not guarantee their careful interpretation, and frequent AI use does not establish an absence of evaluation. The distribution identifies different information environments within the same student population. The analysis closes by asking how students move among sources, resolve disagreements and explain consequential decisions, and how institutions recognize that work.

4. DISCUSSION CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

The discussion considers the implications of the framework for educational practice and sociological research. Its central claim is deliberately bounded. Generative AI changes the resources available for academic work, but the educational consequences depend partly on how universities organize responsibility, support and

recognition. A convincing institutional response therefore requires more than a position on adoption. It requires attention to the relationship between a learning purpose and the conditions under which students can pursue it.

4.1. Responsibility as an Institutional Relationship

The framework revises the common allocation of responsibility to an isolated user. Students remain answerable for academic claims, yet institutions share responsibility for making that expectation practicable. A university cannot reasonably require source evaluation while withholding access to the relevant literature or leaving students uncertain about the role of assistance. Nor can a lecturer be expected to provide extensive individualized process feedback where institutional workloads make that impossible. Accountability should be traced through the relationships that produce the academic product, rather than concentrated entirely at its final point of submission.

UNESCO's guidance emphasizes human agency, inclusion and the pedagogical validation of generative AI (Miao & Holmes, 2023). The present framework specifies one educational route through which those broad aims might be examined: align understandable expectations with supported evaluation and recognition of reasoning. This is a conceptual operationalization, not evidence that a particular policy fulfills the guidance. Institutions would need to inspect how students interpret the rules and how assessment decisions actually respond to their explanations.

Research on knowledge workers also offers a useful caution. Lee et al. (2025) report associations between task-specific confidence and self-reported critical thinking in AI-assisted work. Their study concerns workers rather than an undergraduate learning experiment and does not establish that AI causes a decline in students' ability. Its relevance here is methodological: confidence, reported effort and demonstrated understanding should remain distinct objects of inquiry. An educational intervention might increase confidence without improving judgment or reduce the effort required for one task while enabling more demanding work elsewhere.

The framework consequently resists a moral ranking of students by how much effort they report. More effort can indicate productive engagement, confusion or unnecessary friction. Less effort can indicate superficial delegation, effective assistance or increasing expertise. The relevant question is what the student understands and can justify in relation to the learning purpose. Institutions should avoid using visible struggle as a substitute for evidence of learning, just as they should avoid using fluent output as a substitute for evidence of understanding.

4.2. Recommendations for Course and Institutional Design

A first recommendation is to state the intellectual purpose of each consequential assessment and connect the AI rule directly to that purpose. Students should be able to identify what they must decide, explain or demonstrate themselves. A short task-specific instruction can often achieve more than a lengthy general prohibition. It should include an accessible route for resolving ambiguous cases before submission. The quality of this arrangement can be checked through students' interpretations of examples, allowing the institution to discover where its own language is unclear.

A second recommendation is to embed verification in disciplinary teaching. Rather than assigning a general obligation to be critical, courses can demonstrate how a particular claim is checked, how a category is questioned and how an inference is limited. The examples should include useful outputs as well as obvious failures. Otherwise, students may learn that evaluation consists of detecting spectacular mistakes. The more demanding educational task is often to identify where a broadly plausible answer needs qualification, contextualization or a different explanatory frame.

A third recommendation is to reward selective, reasoned process evidence. The evidence should concern decisions that matter, not the completeness of a digital trail. Students might explain why a source was rejected, why an interpretation was revised or why uncertainty remains. Criteria should emphasize the connection between the decision and its grounds. Accessible alternatives should allow equivalent demonstrations where speaking, writing or software access creates an unnecessary barrier. Institutions should then examine whether these practices distribute opportunities more fairly, rather than assuming that a reflective format is inherently inclusive.

A fourth recommendation is to provide teachers with time, examples and collegial discussion. Shared review of anonymized work can help identify whether assessors are rewarding substantive reasoning or merely a polished account of process. Such moderation is also a way to detect inconsistent treatment of legitimate assistance. However, standardization should not erase disciplinary differences. The goal is a defensible relationship between criteria and judgment, with enough common understanding to make outcomes explainable to students and enough flexibility to respect the intellectual task.

4.3. Research Agenda and Limitations

The most direct empirical test would compare how similar students perform and explain their decisions under different combinations of expectations, resources and assessment recognition. Where feasible, an intervention study could introduce a bounded form of source comparison or revision feedback. It should measure the quality

of judgments using substantive criteria, while examining who participates and who experiences additional burdens. A change in self-reported confidence or satisfaction would be relevant but insufficient. Delayed tasks and transfer to a new example could help distinguish immediate performance from a more durable educational achievement.

Qualitative research is equally important. Interviews alone may reveal students' understandings of rules but can miss the practical decisions made under deadlines. Combining interviews with selected work samples and task-based discussion would allow researchers to examine how students connect an explanation to an actual choice. Observation of seminars could show whose challenges receive uptake and how teachers respond to uncertainty. Institutional documents would then provide context rather than functioning as a complete description of practice. This combination could identify mechanisms that a survey of attitudes would leave unresolved.

Comparative research should examine language, discipline and institutional resources without presuming a simple hierarchy of settings. A well-resourced university can still make expectations opaque, while a resource-constrained course can create effective opportunities for dialogue. Romania and other national contexts should be studied on their own terms. The UK indicators reproduced here cannot estimate Romanian student behavior or establish a global trend. Their function is contextual and limited. The framework's portability is a question for investigation, not a conclusion secured by the international circulation of the technology.

The article has several further limitations. Its source selection is purposive, so it does not establish the prevalence of themes across all scholarship. It does not validate a scale or estimate the independent effects of its proposed conditions. Its educational examples are analytical vignettes, not field observations. The seven statistical figures use published aggregates and provide no basis for individual-level inference. The proposed mechanisms may operate recursively or conflict in practice; the descriptive displays do not test those relationships. These limitations define what the contribution can support and identify the evidence required to extend it.

4.4. Reading Secondary Statistics as Sociological Evidence

The statistical evidence also requires reflection on the unit of analysis. A percentage belongs to a specified question, sample and fieldwork period. It cannot be detached from those conditions and treated as a permanent attribute of students. The 2026 report describes a weighted sample of 1,054 UK full-time undergraduates surveyed in December 2025; the edition year is the publication label rather than the month of observation (Stephenson & Armstrong, 2026, p. 9). The present figures redraw reported aggregates and do not reconstruct individual records. Values are retained at the precision supplied by the source. New confidence intervals,

subgroup sample sizes and cross-tabulations have not been invented. Where respondents could select several answers, the displayed percentages are not parts of a whole. Where a single response was required, the distribution can be read as a composition. This difference changes what the visual form permits a reader to conclude.

The relation between educational demand and educational support is especially easy to misread. Two aggregate percentages can be juxtaposed to identify a policy question, but their difference does not reveal which respondents held both views. The same limitation applies to linking motives with deterrents. Students who value time savings may or may not be those worried about unreliable outputs. Establishing that relationship would require linked responses or new fieldwork. Sociological interpretation can specify why the relationship matters, but it cannot supply an unobserved association. A useful next study would examine a bounded assignment and ask students to explain a consequential source decision, then compare that explanation with the available materials and the assessment criteria. Such a design would connect reported orientations to situated action without assuming that a survey response already demonstrates a capability.

Institutional comparisons need similar restraint. Social-grade differences in tool use are not direct estimates of differences in judgment, and national categories cannot be transferred unchanged to another educational system. Their analytical contribution is to make unequal participation a question even when overall adoption is high. Comparative research in Romania or another national setting should specify its own sampling frame, forms of financial support, language conditions and disciplinary organization. It should also examine students who decline assistance for principled, practical or accessibility reasons. These cases may reveal forms of agency that a simple adoption indicator overlooks. The statistical displays therefore support a differentiated account of participation while leaving the proposed mechanisms open to examination.

4.5. Conclusion

Critical agency in AI-mediated higher education is best understood here as the situated ability to question, evaluate and justify knowledge claims within an educational relationship that makes such action possible and consequential. The article has distinguished access, competence and recognized participation, then proposed an alignment of expectations, contestation and recognition. Its contribution lies in specifying how familiar demands for responsible use can be translated into questions about institutional arrangements and unequal opportunities.

The framework does not establish that generative AI either improves or diminishes learning in general. It identifies conditions under which that question becomes sociologically tractable. Researchers can investigate

whether students understand the rules, can obtain the resources needed to examine a claim and receive recognition for a defensible revision. Educators can use the same questions to inspect the relation between their stated aims and everyday practices. The resulting focus is on the organization of accountable intellectual participation, with technology considered through the educational relationships in which it is used.

REFERENCES

- Bandura, A. (2001). Social cognitive theory: An agentic perspective. *Annual Review of Psychology*, 52, 1–26.
<https://doi.org/10.1146/annurev.psych.52.1.1>
- Bourdieu, P. (1986). The forms of capital. In J. G. Richardson (Ed.), *Handbook of theory and research for the sociology of education* (pp. 241–258). Greenwood Press.
- Emirbayer, M., & Mische, A. (1998). What is agency? *American Journal of Sociology*, 103(4), 962–1023.
<https://doi.org/10.1086/231294>
- Feraru, P. D. (2013). Romania and the crisis in the health system. Migration of doctors. *Global Journal of Medical Research*, 13(5), 25–32. https://globaljournals.org/GJMR_Volume13/4-Romania-and-the-Crisis-in.pdf
- Freeman, J. (2024). *Provide or punish? Students' views on generative AI in higher education* (HEPI Policy Note 51). Higher Education Policy Institute. <https://www.hepi.ac.uk/reports/provide-or-punish-students-views-on-generative-ai-in-higher-education/>
- Freeman, J. (2025). *Student generative AI survey 2025* (HEPI Policy Note 61). Higher Education Policy Institute. <https://www.hepi.ac.uk/reports/student-generative-ai-survey-2025/>
- Fricke, M. (2007). *Epistemic injustice: Power and the ethics of knowing*. Oxford University Press.
<https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198237907.001.0001>
- Jaakkola, E. (2020). Designing conceptual articles: Four approaches. *AMS Review*, 10, 18–26.
<https://doi.org/10.1007/s13162-020-00161-0>
- Lee, H.-P., Sarkar, A., Tankelevitch, L., Drosos, I., Rintel, S., Banks, R., & Wilson, N. (2025). The impact of generative AI on critical thinking: Self-reported reductions in cognitive effort and confidence effects from a survey of knowledge workers. In *Proceedings of the 2025 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (Article 1121, pp. 1–22). Association for Computing Machinery.
<https://doi.org/10.1145/3706598.3713778>

- Long, D., & Magerko, B. (2020). What is AI literacy? Competencies and design considerations. In *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (Article 598, pp. 1–16). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3313831.3376727>
- Miao, F., & Holmes, W. (2023). *Guidance for generative AI in education and research*. UNESCO. <https://doi.org/10.54675/EWZM9535>
- Priestley, M., Biesta, G., & Robinson, S. (2015). *Teacher agency: An ecological approach*. Bloomsbury Academic.
- Stephenson, R., & Armstrong, C. (2026). *Student generative AI survey 2026* (HEPI Report 199). Higher Education Policy Institute. <https://www.hepi.ac.uk/wp-content/uploads/2026/03/HEPI-Report-199-Gen-AI-Survey-2026.pdf>
- Williamson, B., Eynon, R., & Potter, J. (2020). Pandemic politics, pedagogies and practices: Digital technologies and distance education during the coronavirus emergency. *Learning, Media and Technology*, 45(2), 107–114. <https://doi.org/10.1080/17439884.2020.1761641>

ALGORITHMIC MEDIATION OF AUTOBIOGRAPHICAL MEMORY AND THE NEGOTIATION OF PERSONAL IDENTITY

PhD Petronela Daniela FERARU

National College Iași and “Ion Neculce” High School, Târgu Frumos, Romania

Sociology, daniela_feraru_p@yahoo.com, ORCID: 0009-0009-8954-6336

Abstract

Digital archives increasingly supply materials through which people interpret their personal histories. Generative artificial intelligence adds a new form of mediation by composing accounts that connect traces, assign significance and suggest continuity across events. This theoretical article examines how such accounts may acquire narrative authority and affect the social negotiation of identity. It develops an interpretive synthesis of the sociology of memory, narrative identity, mediated remembrance and source monitoring, contextualized by selected published experiments on AI-related memory distortion. The analysis distinguishes an event, its digital trace, a generated representation, a recollective experience and an identity claim. Four tables clarify analytical distinctions and evidential boundaries, while nine statistical figures redraw selected experimental results; no original participant data are reported. The central argument is that autobiographical authority depends on the relation between trace provenance, opportunities for revision and recognition by relevant others. Coherent generated stories may become influential even when the underlying record is incomplete, while editable and contestable representations can support reflection without displacing the person's interpretive role. The article develops propositions concerning archive visibility, source confusion, relational disagreement and the unequal distribution of control over personal representation. It also considers migration, family archives and the preservation of meaningful uncertainty. Experimental findings establish bounded risks under specific conditions; they do not demonstrate that ordinary AI use necessarily changes a person's identity. The contribution is a sociological framework for studying how technologically composed accounts become accepted, disputed or withheld as versions of a life, together with a research agenda centered on narrative authority and relational accountability.

Keywords: Autobiographical memory, algorithmic mediation, narrative identity, narrative authority, digital archives, sociology of memory

1. INTRODUCTION

A photograph can establish that a person was present at a particular gathering without explaining what the gathering meant to them. A message can document a promise without preserving the circumstances in which it was understood. A calendar can record a move without capturing the uncertainty surrounding it. Digital archives therefore contain materials for autobiography rather than a complete autobiography awaiting retrieval. When a generative system composes these materials into a story, it does more than find information. It proposes connections, distributes attention and gives a particular form to the relationship between past events and the present self.

This article examines the conditions under which such proposals acquire authority. Its central question is how algorithmically composed representations of a personal past become resources for the social negotiation of identity. The problem concerns neither a simple opposition between authentic memory and artificial fabrication nor a claim that technology has newly made remembrance selective. Human remembering has always involved interpretation and social mediation. The distinctive issue is the introduction of systems that can produce personalized narrative coherence at scale while leaving the grounds of that coherence only partly visible to the person represented.

The article argues that narrative authority is relational and conditional. A generated account can influence self-understanding when it appears connected to a recognizable archive, is encountered at a significant moment and receives confirmation from relevant others. It can also be rejected, revised or ignored. Its influence therefore depends on more than accuracy at the level of isolated facts. The organization of the archive, the visibility of provenance, the possibility of maintaining disagreement and the circulation of the resulting story all matter. The framework developed here specifies these relationships without assuming that they operate identically across users or platforms.

The analysis makes three contributions. It separates digital traces from recollection and identity claims, reducing conceptual slippage between storage and remembering. It identifies mechanisms through which selection and synthesis can become narrative authority. It then proposes a research agenda centered on control, contestability and relational recognition. Selected experimental results provide bounded evidence about memory distortion, while the wider sociological argument remains a theoretical extension requiring empirical investigation. This separation is important because laboratory demonstrations of misinformation do not establish the prevalence or long-term identity consequences of everyday AI-mediated remembrance.

1.1. A Personal Past With Multiple Forms of Evidence

Autobiography brings together different kinds of knowledge. A person may remember the atmosphere of a room, know from family accounts where they lived as a child and infer from documents when a journey occurred. These relations to the past need not coincide. Someone can know that an event occurred without recollecting it, or vividly recollect an aspect whose date remains uncertain. A generated narrative can make these materials sound equivalent by placing them in the same confident grammatical voice. The first analytical task is therefore to preserve distinctions that fluent composition tends to smooth over.

Conway and Pleydell-Pearce (2000) describe autobiographical remembering through a self-memory system in which personal knowledge and current goals participate in the construction of particular memories. Their account supplies a cognitive distinction between stored autobiographical knowledge and a present act of remembering. The sociological extension developed here asks how digitally selected materials become available for that act and how the resulting account is received by others. The paper does not attempt to resolve the cognitive mechanisms of memory or replace psychological evidence with a general claim about social construction.

Halbwachs (1992) locates remembering within social frameworks. His perspective supports attention to family, community and shared categories through which a person's past becomes intelligible. The relevance to AI is conceptual: a personalized system operates within an already social organization of remembrance. It encounters records produced through relationships and expresses them through culturally recognizable forms. A generated story about resilience, belonging or success is therefore not merely an individual calculation. Its terms may draw on public expectations about what constitutes a meaningful life, even when the input archive is private.

This distinction can be illustrated through a hypothetical family archive. Several relatives preserve photographs from a move abroad. One remembers opportunity, another the strain of separation and another an unresolved disagreement. A system asked for a celebratory family history might select the same photographs while giving little space to that disagreement. The result may be factually correct about dates and places yet inadequate as a representation of the family's experience. The example identifies a problem of narrative adequacy that cannot be settled by checking metadata alone.

Table 1 establishes the categories used in the article. Each category has a different relation to evidence and a different form of potential error. Keeping them separate allows the later discussion to identify exactly what a system has altered or what a person has accepted.

Table 1. Distinguishing events traces representations and identity claims

Object	What it provides	Possible uncertainty	Question for interpretation
Lived event	An occurrence in a person's past	Incomplete or conflicting evidence	What happened?
Digital trace	A recorded aspect of that event	Selective capture and missing context	What does this record establish?
Generated representation	A composed account using inputs	Inferred connections and additions	Which parts are supported?
Recollective experience	A present experience of remembering	Source attribution and detail	How is the content remembered?
Identity claim	A statement about who someone is	Contested continuity or significance	Who recognizes this interpretation?

Note. The categories can interact; they are not interchangeable measures.

Source. Author's synthesis informed by Conway and Pleydell-Pearce (2000), Halbwachs (1992), and Ricoeur (1992).

Sociological interpretation. A change in a representation is not automatically a change in memory or identity. Identifying the object of a claim makes it possible to ask which evidence could support the claimed transition. The table shows why a synthetic account should not automatically be called a memory. It may become a cue for remembering, a source of factual belief, an interpretation for discussion or an identity claim addressed to an audience. Those uses can overlap but remain analytically distinct. The article focuses on the transitions among them, particularly the points at which a plausible representation becomes treated as evidence of what a life was like or who a person has consistently been.

1.2. Narrative Authority and Identity Claims

Narrative authority is defined here as the recognized capacity to offer an account that others, including the person represented, treat as a legitimate interpretation of a personal past. It does not imply exclusive ownership of all facts or unrestricted power to determine other people's experiences. Personal histories are relational: an account of a marriage, migration or friendship also represents others. Authority is therefore negotiated through competing claims about experience, evidence and the right to speak. AI mediation enters that negotiation by supplying a version whose fluency can obscure how its interpretive choices were made.

Ricoeur's (1992) account of narrative identity provides a conceptual resource for examining continuity through change. The present analysis uses this orientation to distinguish a coherent account from a fixed personal essence. A life story can connect episodes without proving that they express one stable trait. A generated

biography that repeatedly identifies ambition, sacrifice or independence may organize the archive around a recognizable theme, yet that organization remains an interpretation. Its adequacy depends on whether it can accommodate change, contradiction and experiences that the selected theme does not explain.

An identity claim also has an audience. A narrative prepared for an anniversary differs from one written for a professional profile, a private reflection or a conversation with a child. The same event can legitimately receive different emphasis across those situations. The issue is not that every version must include everything. It is whether the purpose of the version remains visible and whether a selective account is later mistaken for a comprehensive description. An apparently private summary can acquire a wider social life when copied into a public profile or circulated among relatives.

The article therefore treats the circulation of a narrative as part of its meaning. An editable draft stored privately permits a different kind of negotiation from a polished account already distributed to a large audience. A correction may be technically possible in both cases while socially much harder in the second. The framework asks not only whether a user can press an edit button but whether they retain practical control over the interpretation and its consequences. This distinction will matter when the analysis considers provenance, revision and disagreement.

The introduction closes by specifying the object of study. It is the process through which an algorithmically composed account becomes a credible, contestable or imposed version of a personal past. The article does not presume a universal loss of authenticity. It asks what forms of evidence, control and recognition are required for people to remain participants in interpreting lives that are also recorded, sorted and narrated by technical systems.

2. METHOD AND CONCEPTUAL FOUNDATIONS

This section describes the interpretive method and develops the conceptual foundations of the framework. It connects memory scholarship to the organization of digital archives while defining the limited evidential role of the experimental studies. The purpose is to avoid treating every influence on recollection as the same phenomenon or every generated personal story as evidence of identity transformation.

2.1. Conceptual Synthesis and Evidential Boundaries

The article uses purposive conceptual synthesis. Foundational sources were selected for their relevance to social remembering, autobiographical construction, narrative identity and media. Contemporary primary studies were selected to provide concrete evidence about AI-related misinformation and source attribution. The procedure is interpretive rather than exhaustive. No systematic review, complete inventory of platforms or pooled estimate of

effects is claimed. The analysis aims to construct distinctions and mechanisms that can organize future research across personal, relational and infrastructural levels.

The synthesis proceeds by examining a sequence of analytical transitions: an event leaves a trace; an archive preserves some traces; a system selects and synthesizes them; a person encounters the resulting representation; the account may enter recollection, self-description or a relationship. Each transition poses a different question. What is recorded? What remains accessible? What is inferred? What is recognized as uncertain? What is circulated? The transitions are not necessarily chronological in practice, since later interpretations can change what is preserved or retrieved. The sequence is a device for locating decisions and possible failures.

The selected experiments have a narrower purpose. They show that particular forms of misleading interaction or altered media can affect memory under specified conditions. They do not directly observe long-term autobiographical identity, family negotiation or ordinary use of personal archives. Their results are therefore treated as evidence of possible mechanisms, not as estimates of how frequently those mechanisms operate in everyday life. The argument's sociological extension is stated as such wherever it moves from experimentally observed distortion to questions about narrative authority.

Table 2 summarizes the evidential boundaries. It distinguishes what the selected research contributes from what remains outside its design, allowing readers to assess the inferential distance between a reported result and a proposed sociological relationship.

Table 2. Experimental designs supporting the statistical displays

Study	Sample	Task and timing	Evidential boundary
Chan et al. (2024)	N = 200	Witness video; immediate and one-week tests	False-memory counts in a misleading interview task
Pataranutaporn et al. (2024)	N = 200; four assigned groups of 50	Original then altered visual stimuli	Image-detail recollection and confidence
Zindulka et al. (2026)	N = 184	Creative workflows; delayed source attribution	Model-based source-memory probabilities

Note. Purposively selected experiments, not a systematic review. The first two are cited as preprints; Zindulka et al. is cited in its published CHI proceedings version.

Source. The primary publications identified in each row.

Sociological interpretation. The experiments address different tasks and outcomes. They cannot be pooled into a prevalence estimate for everyday autobiography or treated as direct evidence of identity transformation.

The table also clarifies the status of the visual material. All nine figures redraw selected published statistical results, while the theoretical propositions are developed in the text and tables. No numerical value has been assigned to a concept merely to make it look measurable. No participant-level dataset was reanalyzed. Consequently, the article reports neither new significance tests nor newly estimated confidence intervals. The visual distinctions are intended to make the scope of the evidence visible rather than to give a theoretical argument the appearance of an original experiment.

2.2. Mediation Beyond Storage

Van Dijck (2007) examines mediated memories through the relationship between media practices and personal remembrance. This orientation helps shift attention from the quantity of stored material to what people do with it. A record's significance depends on its production, preservation, encounter and reuse. The extension proposed here concerns generative synthesis: a system can assemble a narrative from traces that were created for different purposes and never intended to form a unified autobiography. The story's apparent coherence can exceed the coherence of the archive from which it is drawn.

Selection is already interpretive before a sentence is generated. A camera captures one angle; a messaging service preserves some exchanges; an account deletion removes a period; a search interface prioritizes accessible formats. The visible archive is therefore not a random sample of a life. It reflects practices, resources and decisions about what can safely or conveniently be recorded. A system that treats frequency in that archive as evidence of personal importance may reproduce these recording patterns. The present article proposes this as a mechanism of archival visibility rather than claiming that all systems use frequency in the same way.

Henriksen (2024) examines algorithmically generated memories as automated remembrance through appropriated perception. Her analysis provides a direct point of contact with the present problem: technological arrangements participate in how past experience is encountered. This article develops the question further through narrative authority, asking when a composed account becomes a legitimate interpretation for a person and their relationships. The move is analytical. It does not imply that the cited study demonstrated the effects of every contemporary generative feature or that automated resurfacing and generative narration are technically identical.

The distinction between retrieval and synthesis is crucial. Retrieval can already mislead through selective presentation, but synthesis can introduce explicit relationships among events. A system might describe a move as the beginning of independence, a period of silence as estrangement or a career change as the fulfillment of a longstanding aspiration. Such claims go beyond locating a record. They require interpretation of motive,

continuity or causation. Even if the individual records are genuine, the relationship asserted among them may remain uncertain or contested.

2.3. Source Monitoring and the Attribution of Experience

Johnson et al. (1993) develop the source-monitoring framework to explain judgments about where remembered information originated. Its relevance here lies in the distinction between familiarity with content and knowledge of its source. A person may later recognize a sentence or image without accurately recalling whether it came from direct experience, a relative's account or a generated reconstruction. This does not mean that every familiar generated statement becomes a false memory. It identifies a cognitive question that must be kept distinct from the sociological question of whose account receives authority.

The two questions intersect when source labels disappear through circulation. A generated paragraph may initially be marked as a draft, then be copied into a family album where the qualification is omitted. Later readers encounter a confident account without the context that originally limited it. The process need not involve deliberate deception. Ordinary editing, copying and retelling can separate a claim from its provenance. The proposed mechanism is a loss of source context during social circulation, which would require empirical observation in actual practices of sharing and remembrance.

Source awareness also differs from factual accuracy. A person can correctly identify a generated source and still find its interpretation persuasive. They can misattribute a detail while retaining an otherwise defensible understanding of an event. A useful account of AI-mediated autobiography must therefore avoid collapsing source confusion, factual error and identity change into one outcome. Each has a different unit of analysis. The first concerns attribution, the second correspondence with evidence and the third an evolving relation among self-description, action and social recognition.

The framework also leaves room for beneficial assistance. A system can help organize scattered documents, make a chronology accessible or suggest questions that a person had not considered. It can support someone who finds writing difficult without determining the meaning of their experience. The relevant issue is whether the assistance remains inspectable and revisable in relation to the person's purposes. A demand for complete technological independence would obscure these possibilities and would be poorly matched to the long history of mediated remembering.

2.4. Relational Recognition and Transnational Biography

Personal histories frequently extend across places, languages and communities. A person who has migrated may hold documents in one language, messages in another and family recollections that organize the same period

differently. Feraru's (2015) work on religion and Romanian migration offers a substantive connection to questions of transnational belonging and identity. The present article uses that connection to motivate attention to biographical contexts, rather than claiming that the work studied generative AI. The analogy concerns the relational organization of belonging; any proposed effects of algorithmic narration require separate evidence.

Transnational biography illustrates why an incomplete archive should not be interpreted simply as missing data awaiting technical completion. Some experiences were never recorded because communication was costly, privacy was necessary or the person did not consider them document-worthy. Other records may have been lost during changes of device, household or country. A generated narrative can fill these gaps with culturally familiar transitions, producing a smooth story where the person remembers uncertainty. The sociological question is whose expectations supply that smoothness and whether the person can preserve a less conventional account.

Recognition by others can either stabilize or challenge a narrative. A relative may recognize a place but dispute the motive attributed to a journey. A friend may recall an experience absent from the archive. These responses do not guarantee truth, since relationships also involve selective remembering and unequal authority. They nevertheless introduce sources of interpretation that cannot be reduced to the system's input record. A framework centered on the individual user alone would miss how biographical legitimacy is negotiated across such interactions.

The conceptual foundations thus identify three relations for closer analysis: between traces and significance, between representations and remembered sources, and between personal accounts and relational recognition. None can be settled by narrative fluency. The next section develops the mechanisms through which generated accounts may gain authority, together with conditions under which that authority can remain open to revision or refusal.

3. ANALYSIS AND CONCEPTUAL FINDINGS

This section develops the proposed mechanisms of narrative authority. It begins with archival selection, then examines the bounded experimental evidence and the transitions through which a generated account can become socially credible. The discussion treats agreement, revision, refusal and uncertainty as possible outcomes. Its aim is to identify how these outcomes might be explained, rather than to assume that every encounter with an algorithmic narrative changes the person represented.

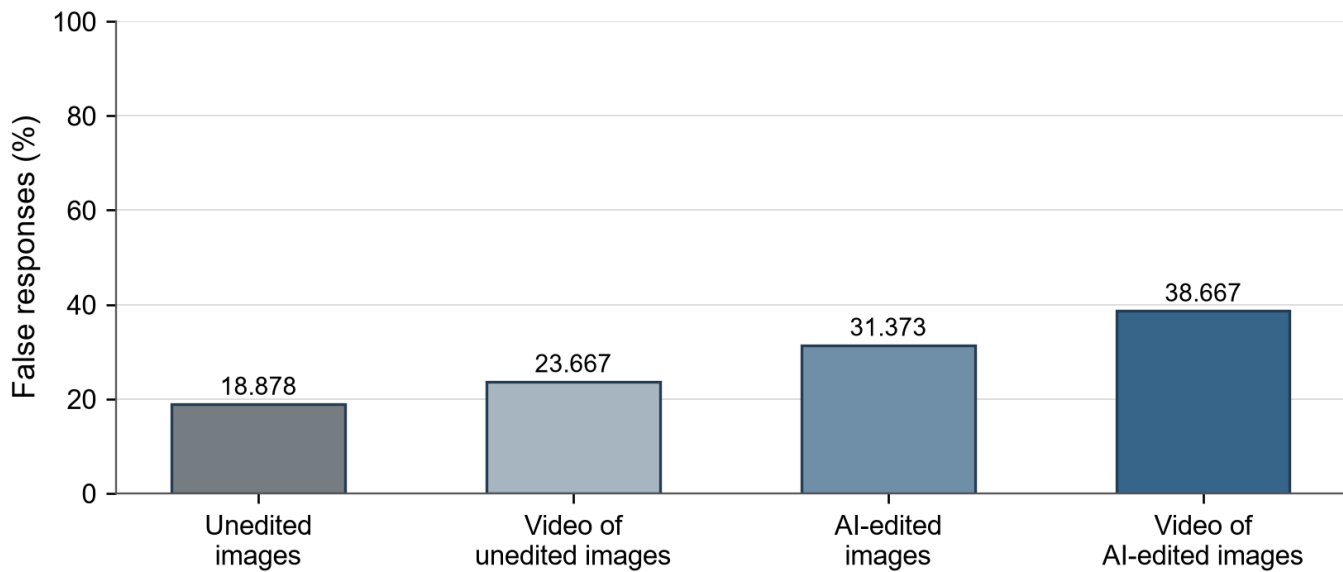
3.1. From Archival Visibility to Biographical Significance

A digital archive makes some parts of a life easier to retrieve than others. Public celebrations may be densely photographed, while care work, anxiety or routine obligations leave few visible traces. Work performed away from a device may be underrepresented beside activity conducted through a platform. These differences matter when a system is asked to identify important periods or recurring themes. The archive can become a practical boundary around what the system is able to narrate, even when the person's own sense of significance extends beyond that boundary.

The proposed mechanism is a conversion from retrievability to apparent importance. It occurs when accessible records receive narrative weight because they are available, then the resulting narrative makes that weight appear biographically warranted. The mechanism does not require a system to claim that frequent events are important. It can arise through the user's interpretation of a comprehensive-looking output. A long, detailed account may be experienced as exhaustive even if it draws from a narrow set of sources. The distinction between the archive's extent and the life's extent must therefore remain visible.

Figure 1 presents the percentage of false responses in four visual conditions in Pataranutaporn et al.'s (2024, Section 3.1.1) preregistered experiment with 200 participants. The figure concerns recollection of experimental images, not the relative significance of actual life events. It supplies a bounded empirical example of how a later representation can affect what is recalled from an earlier encounter.

Figure 1. False responses following different visual presentations



Note. Published percentages from a preregistered experiment, $N = 200$; means are displayed to the source precision. The measure concerns responses to experimental images.

Source. Pataranutaporn et al. (2024, Section 3.1.1).

Sociological interpretation. A later representation can affect recollection of an earlier visual encounter. This result does not estimate identity change or everyday autobiographical distortion.

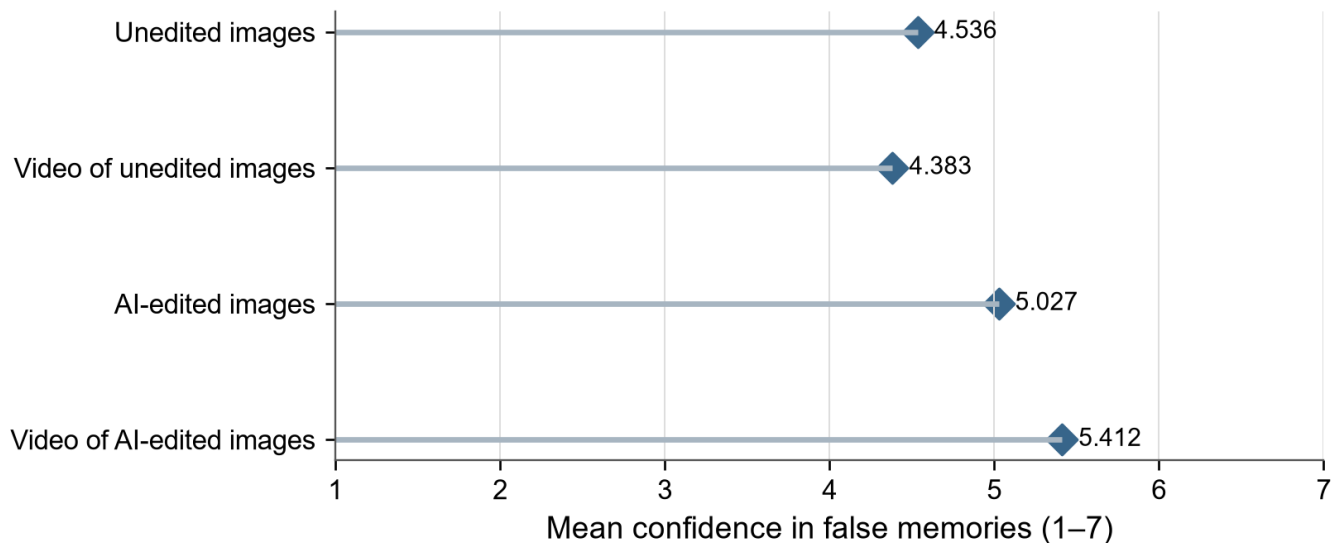
The condition ordering makes it important to distinguish the original record from its later transformation. Generated movement and edited content are separate interventions rather than a single category of digital mediation. The findings justify asking what an archive presentation changes, while leaving the proposed conversion of visibility into biographical significance untested. An altered detail in an experimental image and an imposed theme in a life story remain different objects of explanation.

Archival gaps also have different meanings. An absent photograph can indicate that an event did not occur, that nobody photographed it, that the file was lost or that someone chose not to preserve it. Treating all absence as negative evidence would be an interpretive mistake. Yet automatically filling every gap would be equally problematic. A defensible narrative sometimes needs to say that the available record cannot settle a question. The capacity to preserve that uncertainty is one component of control over personal representation.

Figure 2 separates confidence in false memories from their frequency. It displays the published mean confidence scores for the same four visual conditions on the source's seven-point scale (Pataranutaporn et al.,

2024, Section 3.2.1). These are group summaries, not the probability that a confident autobiographical claim is false.

Figure 2. Confidence in false visual memories by presentation condition



Note. Published mean confidence on a seven-point scale (1–7); N = 200. No newly calculated intervals or tests.

Source. Pataranutaporn et al. (2024, Section 3.2.1).

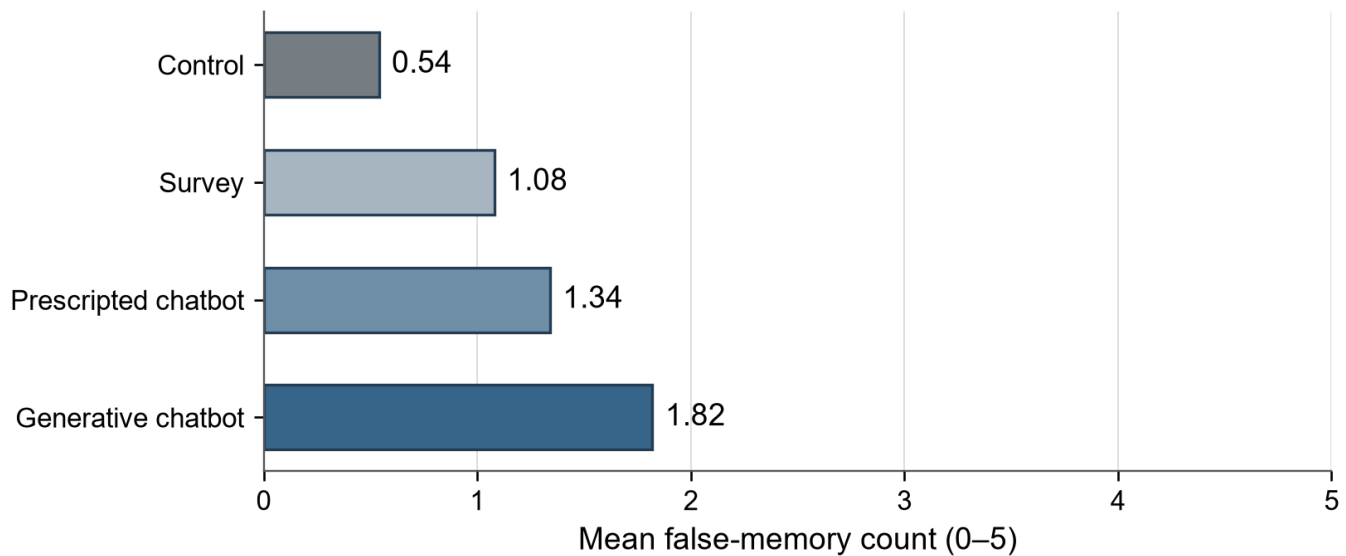
Sociological interpretation. Conviction and correspondence with evidence are distinct. The confidence of an account is insufficient to establish its source or factual status.

Confidence matters socially because it can influence how firmly a recollection is communicated and how others respond to it. The experiment does not measure that subsequent circulation. It nevertheless indicates why checking the strength of a person's conviction cannot substitute for checking a claim's provenance. For autobiographical inquiry, a sparsely documented but important experience may be held tentatively, whereas a vivid reconstruction may be expressed confidently. Neither level of confidence determines the event's personal significance or establishes its factual status.

3.2. Misleading Conversation and Experimental Memory Distortion

Chan et al. (2024) studied 200 participants who watched a crime video and then encountered different interview conditions, including misleading questions. Their reported immediate mean counts of false memories out of five misleading items were 0.54 for control, 1.08 for survey, 1.34 for a prescribed chatbot and 1.82 for a generative chatbot. Figure 3 redraws these values. This is an experimental witness task, not a study of personal life histories or the prevalence of false autobiographical memories.

Figure 3. Immediate false-memory counts by experimental interview condition



Note. Published means out of five misleading items; total N = 200. No new inferential analysis or error bars.

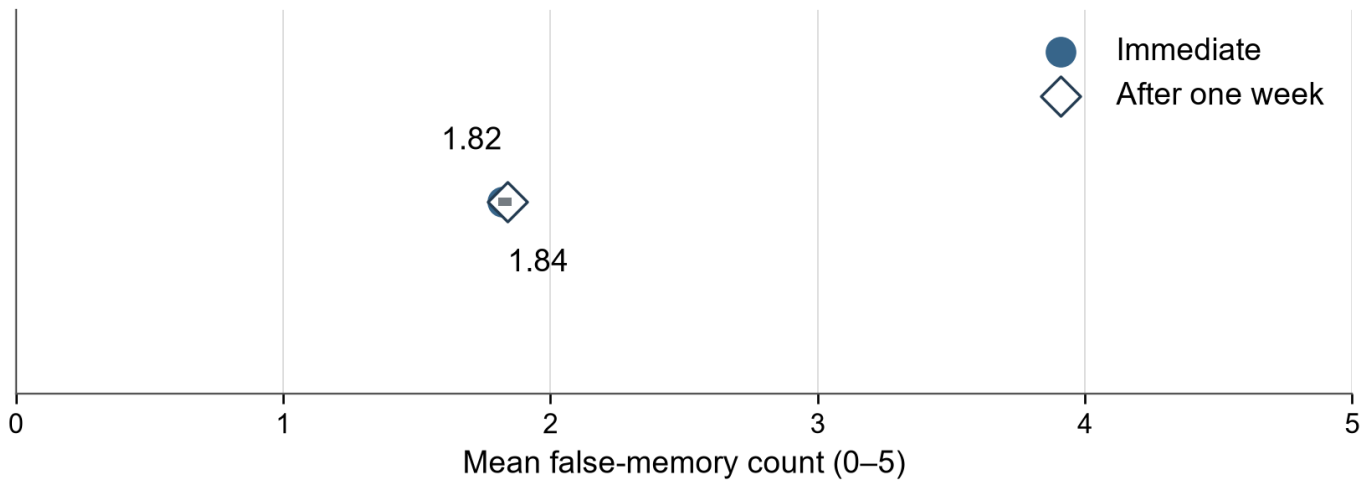
Source. Chan et al. (2024), Results, immediate false memories.

Sociological interpretation. The result concerns a designed witness task. It motivates questions about conversational credibility without establishing the frequency of distortion in everyday autobiography.

The result demonstrates a risk under a specific interaction design. Its sociological relevance is that conversational form can participate in the conditions under which an account becomes credible. It does not show that ordinary helpful conversations necessarily distort memory, nor that generative systems are more influential than every human interlocutor. The present framework takes the result as a reason to examine how a system's questions and assertions are interpreted, especially when the user treats the exchange as personalized and knowledgeable.

The same study reported mean counts of 1.82 immediately and 1.84 after one week in the generative condition (Chan et al., 2024). Figure 4 displays the two published values without adding an uncertainty estimate or a new test. The display does not establish stability over longer periods, and it does not track changes in a participant's identity.

Figure 4. Immediate and delayed false-memory counts in the generative condition



Note. Published means on the same 0–5 measure; measurements are one week apart. The full scale is retained to avoid magnifying the small difference.

Source. Chan et al. (2024), Results, delayed false memories.

Sociological interpretation. A delayed effect warrants studying what remains familiar after an interaction, while keeping persistence of a detail distinct from identity change.

The delayed measurement matters because the end of an interaction is not necessarily the end of its influence. A claim can remain available after its conversational context has faded. The broader implication is a research question about temporal separation: what remains familiar, what source information is retained and what is later repeated to others? Those outcomes should be studied independently. Persistence of one erroneous detail would not, by itself, demonstrate that a person has reorganized their life story around it.

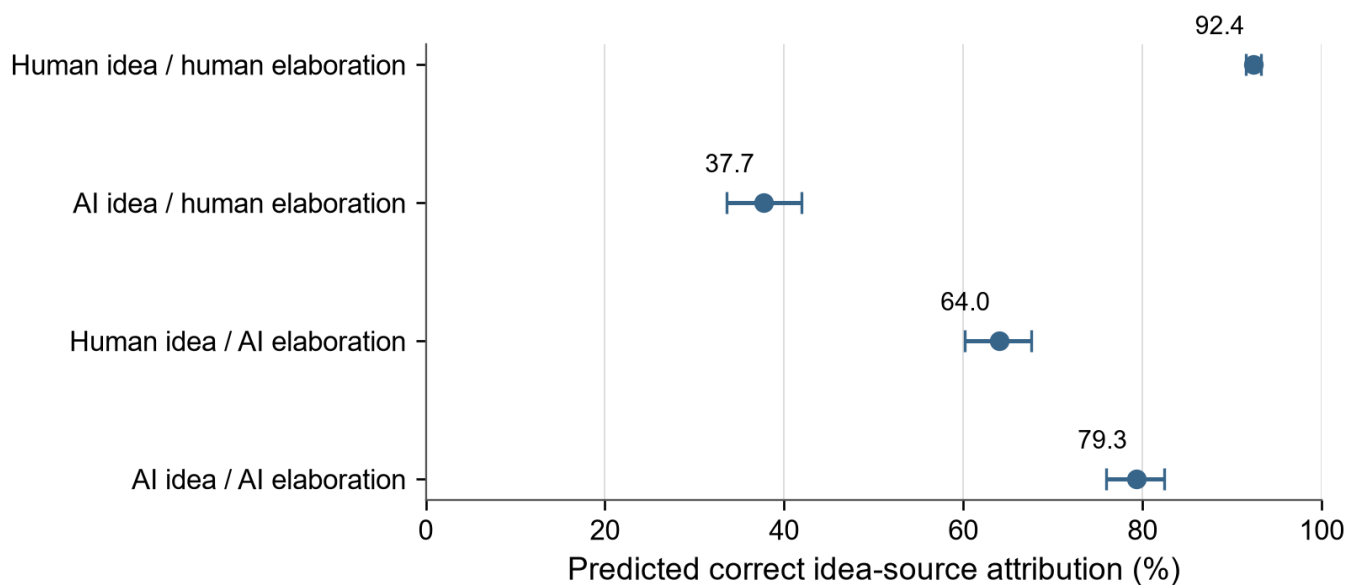
A biographical interaction can also differ substantially from the experiment. Personal events may involve richer prior knowledge, emotional investment and corroborating relationships. These features could provide resistance to misleading suggestions or, under other conditions, make a personalized account especially compelling. The theoretical framework does not determine which possibility dominates. It identifies the need to examine prior familiarity, source access and relational context rather than importing an experimental ratio directly into everyday remembrance.

3.3. Visual Evidence and Remembered Contributions

A complementary source-attribution task helps distinguish familiarity from knowledge of authorship. Zindulka et al. (2026) studied 184 participants in a preregistered experiment with a delayed test after approximately one

week. Figure 5 reproduces the published model-based probabilities of correctly remembering an idea's source across four idea–elaboration workflows, including the source's 95% confidence intervals (Table 3). These are model predictions rather than raw percentages of participants.

Figure 5. Remembering the source of ideas after human and AI workflows



Note. Published model-based probabilities and 95% confidence intervals; N = 184; delayed test approximately one week later. These are not raw participant percentages.

Source. Zindulka et al. (2026, Table 3).

Sociological interpretation. Mixed contribution workflows make the origin of a familiar idea difficult to recover. The study concerns creative work, not life-history narration.

The sharp difference between consistent and mixed workflows makes provenance a practical issue rather than a simple opposition between human and AI content. Remembering an idea's origin was particularly difficult when AI supplied the idea and the participant elaborated it. The task involved creative solutions rather than life histories, so it does not estimate autobiographical distortion. It identifies a reason to preserve contribution records when content is transformed through successive human and AI actions.

The distinction between restoration and reconstruction is particularly important. Improving the legibility of a damaged image may be understood as recovering existing information, while generating a plausible expression or movement introduces content that the record may not contain. A user may welcome both activities but needs to distinguish them if the result is later used as evidence. The ethical and sociological issue is not exhausted by

whether an image looks realistic. It concerns what viewers understand the image to warrant and how that understanding is preserved when the file circulates.

Visual media can also carry emotional force independent of factual belief. A person might know that an animated family photograph is synthetic and still experience it as moving. Such a response should not automatically be treated as confusion or manipulation. The analytical question is whether the representation's status remains understood and whether its use is chosen. Emotional significance, evidential credibility and source awareness are different dimensions. Research that treats any strong emotion as a failure of judgment would miss how people deliberately use symbolic representations in remembrance.

The statistical results provide bounded empirical anchors for the analysis. They show neither an inevitable erosion of memory nor an estimate of social identity change. The following discussion examines how evidence, interpretation and authority could interact in ordinary biographical practices, using further published results to distinguish source accuracy, confidence and selected covariate associations. An experimental outcome provides a reason to investigate a mechanism, while the sociological setting determines the form and consequences that mechanism may take.

3.4. Coherence and the Attribution of Motive

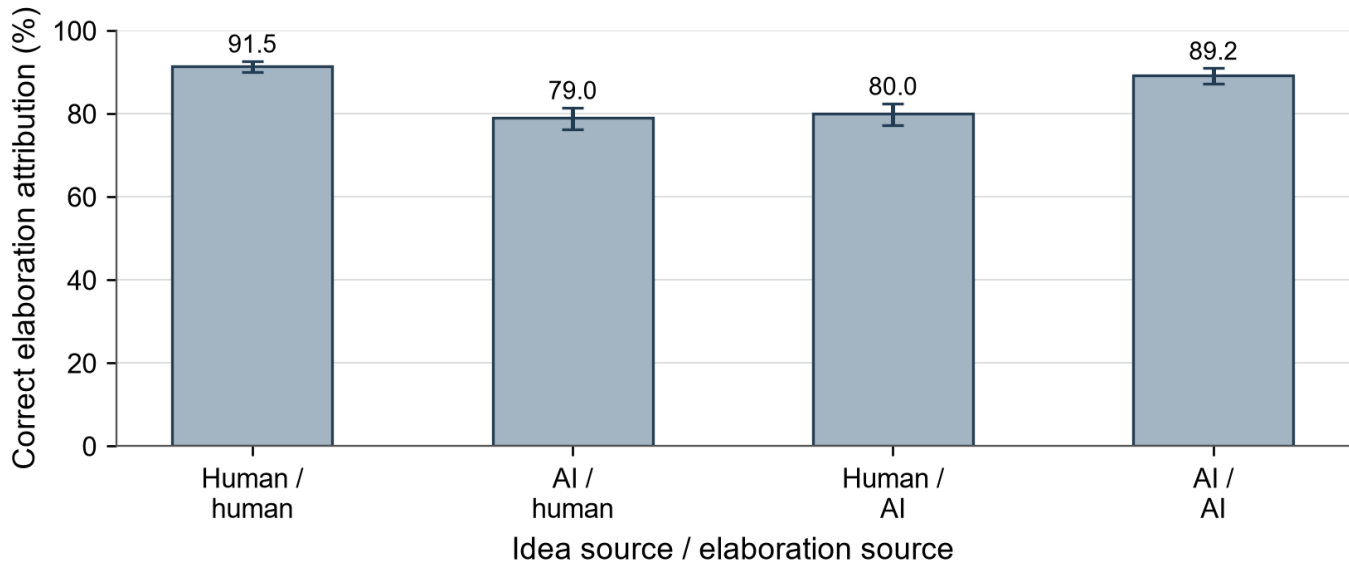
Narrative coherence connects events into an intelligible sequence. It can help a person articulate an experience that previously felt scattered. It can also make an unsupported connection appear natural. A system may link education, migration and employment through a theme of ambition, even if each decision involved different constraints. The problem is not coherence itself. It is the point at which the coherence of a telling becomes evidence for a stable motive or an inevitable trajectory. That transition turns a useful interpretive proposal into an apparently established account of character.

Motive claims require particular care because they are not directly visible in many traces. A ticket records travel; it does not establish whether the journey was experienced as liberation, obligation or compromise. A series of job applications does not by itself reveal whether the person was pursuing a calling or responding to financial pressure. A generated account may offer a plausible motive, but plausibility is not equivalent to autobiographical endorsement. The person represented needs room to identify mixed motives or to reject the demand for a single explanation.

Figure 6 turns to a different outcome in the same experiment: correctly remembering the source of the elaboration (Zindulka et al., 2026, Table 4). The four model-based probabilities and their published 95%

confidence intervals show that attribution depends on which component of the work is being remembered. The figure does not combine idea and elaboration memory into an overall identity score.

Figure 6. Remembering the source of elaborations after human and AI workflows



Note. Published model-based probabilities and 95% confidence intervals; N = 184. The source of elaboration is a different outcome from the source of the idea.

Source. Zindulka et al. (2026, Table 4).

Sociological interpretation. A person may remember producing text while misremembering the origin of the initiating idea. Provenance needs to identify which contribution is being attributed.

The distinction reinforces the need to identify what a provenance claim refers to. Someone may accurately remember composing a passage while misremembering where its initiating idea originated. In a biography, analogous distinctions might concern the source of an event statement, the wording of its description and the interpretation connecting it to other events. Those extensions require direct investigation. The statistical result supports differentiating attribution tasks; it does not establish that factual correspondence, narrative intelligibility and relational recognition can be reduced to one measure.

Giddens (1991) treats self-identity as a reflexive project maintained through a revisable account of the self. This provides a sociological reason to examine whether a generated biography permits change in interpretation. There is also a temporal problem. A person may once have interpreted an event in one way and later understand it differently. An archive can preserve the earlier account more clearly than the later revision. A generated synthesis that presents the earlier explanation as a lasting identity may turn an historical self-description into a

permanent attribute. Conversely, rewriting all past events through the current perspective can erase the reality of earlier uncertainty. A defensible biography can acknowledge these changes without treating either the old or the present interpretation as the only possible truth.

A practical implication is to distinguish event statements, interpretive statements and identity generalizations during review. The person may agree that an event occurred, qualify what it meant and reject the trait inferred from it. Such differentiated editing preserves useful assistance without requiring total acceptance. It also creates an empirical opportunity: researchers could examine which kinds of statements participants revise and why. This would reveal more about narrative authority than asking only whether the final story was liked or considered accurate overall.

3.5. Revision Refusal and Meaningful Silence

Technical editability is only one component of control. A person may be able to alter a sentence while feeling that the system's version is more authoritative than their own uncertain recollection. They may lack the time or language resources to rewrite an entire account. They may also face an audience that prefers the polished version. The present framework therefore distinguishes formal editing rights from effective interpretive control. Effective control includes the capacity to identify what is inferred, revise consequential claims and prevent unwanted circulation.

Refusal deserves equal analytical status. A person can decline a narrative because the topic is private, the proposed theme feels intrusive or the timing is unwelcome. Such refusal need not indicate technical misunderstanding or resistance to innovation. It can be a deliberate exercise of judgment about how the past should enter the present. A system that treats every refusal as a request for a more appealing version may fail to recognize the decision itself. Research should therefore examine whether users can end or withhold the process, rather than measuring engagement as an unqualified sign of value.

Silence can also be meaningful within a biography. An unresolved period may remain unresolved because the person lacks evidence, is not ready to interpret it or wishes to preserve several possibilities. Narrative systems are often asked to make a story complete, but completeness can be an inappropriate goal. The article proposes that a representation should be able to retain a gap without transforming it into a deficit requiring invention. This does not romanticize uncertainty. It recognizes that some uncertainty is an accurate relation to an incomplete past.

Table 3 adds selected published test statistics for outcomes not shown as separate graphs. It distinguishes a confidence-weighted composite from confidence in uncertain, non-false and true memories, thereby preventing a broad claim about memory deterioration from replacing the actual outcome definitions.

Table 3. Additional memory outcomes and inferential limits

Study and measure	Published statistic	Scale or comparison	Boundary
Visual study: confidence-weighted score	$F = 14.577; p = 1.312 \times 10^{-8}$	One-way ANOVA across conditions	Composite score, not a count of memories
Visual study: confidence in uncertain memories	$H = 0.726; p = .867$	Kruskal–Wallis omnibus test	No detected difference is not equivalence
Visual study: confidence in non-false memories	$H = 5.012; p = .170$	Kruskal–Wallis omnibus test	Not a measure of autobiographical confidence
Witness study: immediate true-memory confidence	$H = 5.67; p = .129$	Kruskal–Wallis omnibus test	Different from confidence in false memories

Note. Published test statistics; no new tests. H denotes the Kruskal–Wallis statistic; F denotes the ANOVA statistic. Non-significant findings do not demonstrate absence of an effect.

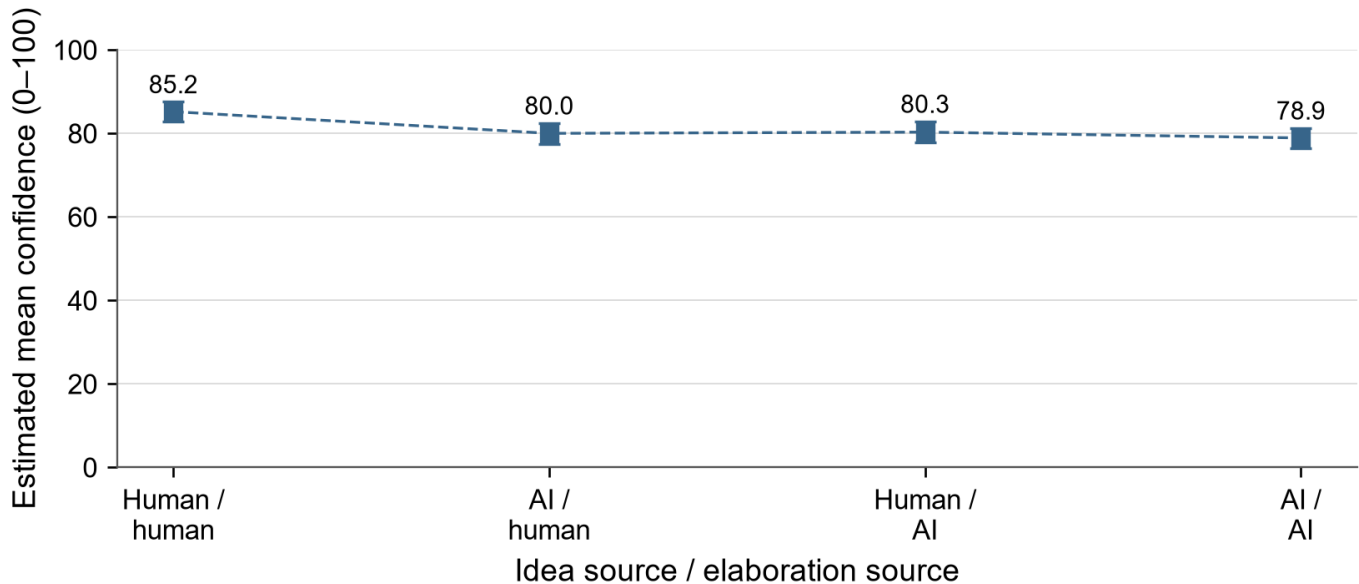
Source. Pataranutaporn et al. (2024, Sections 3.2.2 and 3.3); Chan et al. (2024), immediate confidence results.

Sociological interpretation. Results depend on the outcome being measured. A general claim that all memory or confidence deteriorates would conceal the differences among false, uncertain and non-false responses.

The additional outcomes make selective effects and statistical uncertainty visible. A non-significant comparison does not establish equivalence between conditions, and a significant composite does not identify which social process produced it. Practical control over an autobiographical representation remains a separate question: whether a person can inspect provenance, change an interpretation, preserve alternatives or withhold the account. Those actions need observation in the settings where a narrative is used and circulated.

Figure 7 displays model-based mean confidence in attributing the idea source, with the published 95% confidence intervals, on the original 0–100 response scale (Zindulka et al., 2026, Table 5). The measure concerns confidence in a source judgment. It is distinct from both the accuracy outcome in Figure 5 and the seven-point confidence in false visual memories in Figure 2.

Figure 7. Confidence in attributing the source of an idea



Note. Published estimated marginal means and 95% confidence intervals on a 0–100 scale; N = 184. Connecting lines aid comparison of categories, not temporal change.

Source. Zindulka et al. (2026, Table 5).

Sociological interpretation. A feeling of familiarity can remain strong when source attribution is difficult. Review needs claim-specific evidence rather than confidence alone.

Relatively high confidence can coexist with difficulty remembering the source of a contribution. This does not establish a general calibration error by subtracting percentages from confidence ratings; the measures have different meanings. It gives a reason to make review consequential rather than rely on a global feeling that the account is familiar. For personal representations, review can include accepting a supported claim, qualifying an interpretation, withholding a draft or refusing circulation. These choices remain analytical recommendations rather than outcomes measured by the experiment.

3.6. Family Disagreement and Asymmetries of Recognition

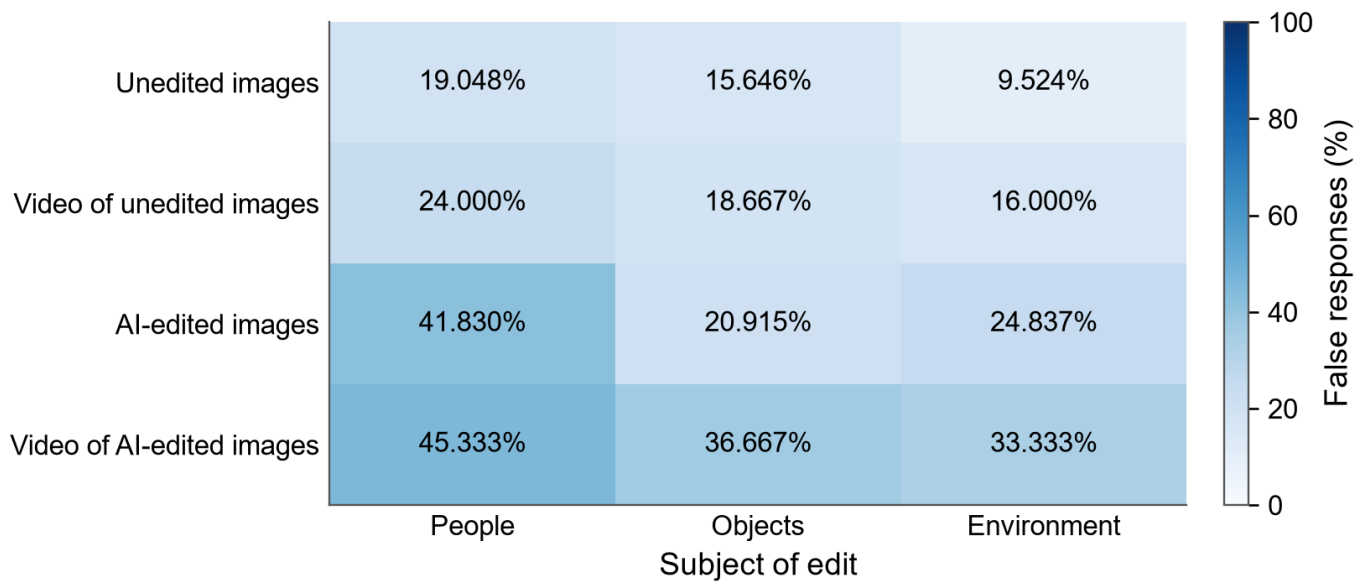
Hoskins (2011) uses connective memory to examine trajectories of remembering across personal and institutional records. His analysis concerns remembrance of the London bombings rather than generative autobiography. It nevertheless supports attention to the connections through which accounts travel and acquire new audiences. The present section applies that question to the smaller relational setting of a family, where access to records and authority to interpret them need not be distributed equally.

Family archives are collective without necessarily being democratic. One person may control the account, select the photographs and decide which version is circulated. Others may appear in the resulting story while lacking a practical opportunity to respond. A generative system can amplify that existing arrangement if the account holder's archive and instructions become the effective boundary of the narrative. The problem is therefore not simply an unequal relationship between a human and a machine. It can also be an unequal relationship among humans mediated through the machine's output.

Disagreement can concern facts, meanings or the authority to represent an experience. Relatives may agree that a departure occurred while disagreeing about whether it was voluntary. They may accept an account privately but object to public circulation. They may also remember different aspects without either account being wholly mistaken. A framework that treats consensus as the only satisfactory outcome would suppress these possibilities. The relevant question is whether disagreement can be articulated and preserved in a form appropriate to the relationship and purpose of the account.

Figure 8 examines a different distinction: the subject of the visual edit. The numeric heatmap reproduces reported false-response percentages for edits involving people, objects and environments across four conditions (Pataranutaporn et al., 2024, Section 4.2). The source's category-specific percentages are displayed as reported; they are not recalculated from the overall means in Figure 1.

Figure 8. False responses by visual condition and subject of edit



Note. Published category-specific percentages, N = 200; full 0–100 colour scale. Values retain the source precision and denominators; no recalculation from Figure 1.

Source. Pataranutaporn et al. (2024, Section 4.2).

Sociological interpretation. The subject of an altered detail merits attention. Extending these task-specific differences to family representation requires direct research on meaning and circulation.

The variation suggests that an altered representation should be examined at the level of the changed detail. In a family archive, a change to who appears, what is present or the surrounding setting could invite different interpretations, but that application was not tested here. Nor do experimental percentages measure the power of relatives or archive custodians. The sociological extension is to specify whose records enter a narrative, which details are transformed and who can challenge the resulting interpretation before it circulates.

Recognition can also become a source of pressure. A polished account circulated at a celebration may be difficult to challenge because disagreement would disrupt the event. The resulting public acceptance may then be mistaken for agreement with the narrative. This is a hypothetical mechanism requiring observation, but it illustrates why the context of presentation matters. The ability to revise a private draft before circulation can provide more meaningful participation than an invitation to object after an account has acquired ceremonial authority.

At the same time, generated drafts can facilitate discussion. They can offer a concrete text around which relatives compare recollections and identify missing episodes. The draft is useful when its provisional status is clear and when disagreement is treated as information rather than inconvenience. The framework therefore predicts neither uniform domination nor uniform empowerment. It asks which relationships, controls and expectations make a provisional representation available for shared interpretation, and which arrangements turn one person's selection into an apparently definitive collective history.

3.7. Unequal Archives and the Social Distribution of Biographical Voice

The ability to obtain a detailed generated biography depends partly on having an accessible archive. Stable device access, preserved accounts, digitized documents and legible metadata can make a past easier to retrieve. People with fragmented records may receive a thinner narrative or one more dependent on inference. These differences do not imply that one life contains more meaning than another. They reflect the conditions of documentation. A sociological analysis should therefore resist treating the richness of the output as a measure of the richness of the life.

Language can introduce another layer of asymmetry. A family archive may contain dialect, code-switching, informal spelling or references intelligible only within a community. A synthesis can standardize those features, making the account easier for an external audience to read while losing distinctions that mattered locally. Translation can be valuable, but it also involves choices about kinship, emotion and belonging. The person represented should be able to review those choices with attention to meaning, rather than being asked only whether the English sounds fluent.

Migration provides a useful analytical setting because it can separate the location of records from the location of their interpreters. A photograph retained by relatives at home may be captioned differently from a message preserved abroad. A generated biography based on one collection may describe continuity, while another emphasizes rupture. These versions can reveal the perspectives embedded in an archive. The proposed framework suggests comparing them as interpretations rather than assuming that adding them together would automatically produce a complete or neutral story.

There are also differences in the social capacity to correct. A confident account holder may be able to rewrite a narrative and secure recognition for the change. A person dependent on someone else for access or translation may have fewer practical options. The relevant inequality lies in the opportunity to make an interpretation count, not merely in the possession of a device. This suggests research on who initiates autobiographical projects, who edits them and whose objections survive into the version that circulates.

The analysis therefore identifies biographical voice as an outcome requiring social explanation. Voice includes the ability to contribute evidence, challenge a theme, preserve ambiguity and determine the conditions of circulation. It can be supported by generative assistance when that assistance makes expression more accessible. It can be constrained when the output's fluency or the operator's authority displaces the represented person's account. The same technical function can participate in different relationships, making the organization of the practice central to its sociological interpretation.

3.8. A Framework of Conditional Narrative Authority

The preceding analysis supports a framework with three linked conditions: visible provenance, effective revisability and relational recognition. Provenance concerns the ability to distinguish records, inferences and generated additions. Revisability concerns the practical capacity to alter, withhold or reject the representation. Recognition concerns whether relevant others treat those decisions as legitimate. These conditions are proposed analytical dimensions. The article does not assign them numerical weights, establish a validated scale or claim that they exhaust every determinant of autobiographical authority.

Zindulka et al. (2026) provide a further bounded point of contact. In a preregistered experiment involving 184 participants, they examined later attribution of ideas and texts produced with and without AI, reporting reduced source-attribution accuracy after AI use. The task concerned creative content and source memory, not personal life events. It supports distinguishing remembered content from remembered provenance, while leaving open how that distinction operates in autobiographical archives and relationships.

Table 4 translates the framework into propositions and observations that could challenge them. The emphasis on disconfirming observations is important because terms such as authority and control can otherwise become broad labels applied after any outcome.

Table 4. Propositions for studying conditional narrative authority

Proposition	Evidence to examine	Relevant boundary	Potentially weakening observation
Visible provenance supports discrimination among claims	Claim-specific review and source attribution	Factual versus commemorative purpose	No difference despite usable provenance
Archive visibility can become apparent significance	System selection compared with participant explanations	Unequal record density	Importance remains unrelated to record visibility
Effective revision depends on recognition	Changes proposed and retained in circulating accounts	Who operates and who is represented	Corrections take effect despite contested authority
Circulation can separate claims from source context	Versions, labels and later retellings	Private draft versus public biography	Qualifications remain intact across sharing

Note. Propositions specify possible mechanisms; they are not validated causal claims.

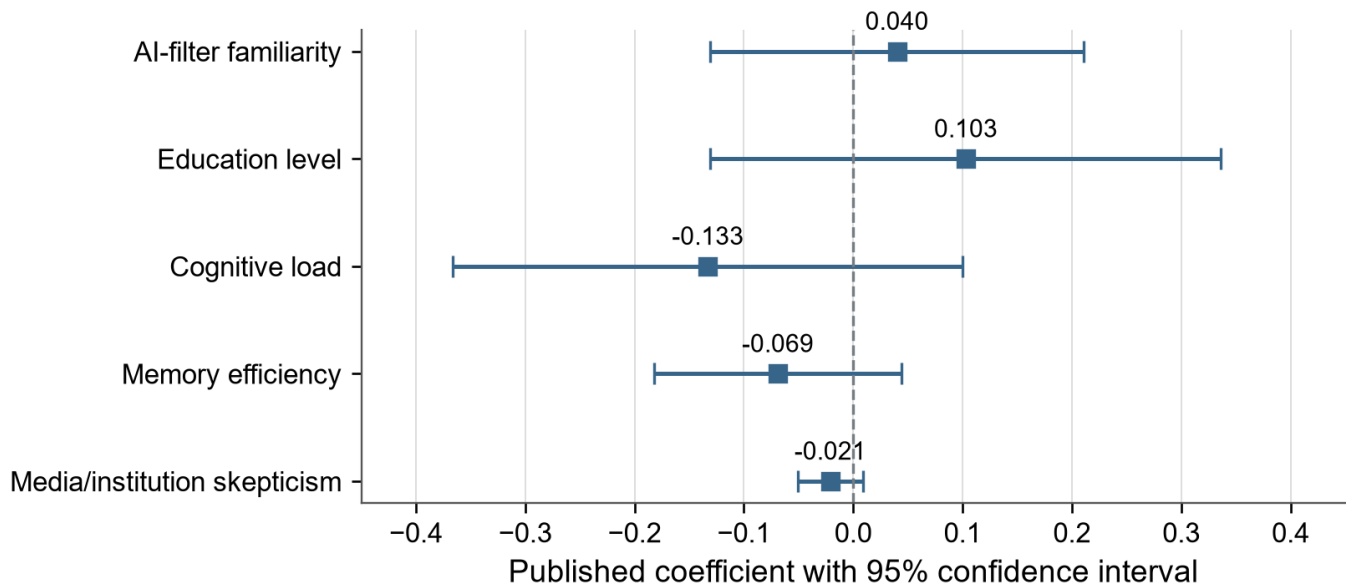
Source. Author's synthesis.

Sociological interpretation. A useful framework must explain when a mechanism should matter and allow observations that challenge it. Contexts in which people knowingly enjoy imaginative accounts may differ from contexts in which a narrative is used as evidence.

The propositions connect mechanisms to contexts. For example, provenance may matter less where a narrative is explicitly understood as imaginative commemoration than where it is used to establish what happened. Revisability may matter little if the person never encounters the representation, while relational recognition may become decisive once a correction is disputed. These are not exceptions to hide. They identify when the explanatory dimensions should be expected to operate and when another process may be more important.

Figure 9 displays five selected covariate coefficients and their published 95% confidence intervals from the visual study's mixed-effects regression (Pataranutaporn et al., 2024, Table 2). The coefficients are reproduced on their reported scales and are not standardized. The display does not rank the social importance of predictors or introduce a new regression model.

Figure 9. Selected covariate associations in the visual-memory experiment



Note. Published unstandardized mixed-effects regression coefficients and 95% confidence intervals; N = 200. Covariates have different scales; magnitude is not a ranking of importance.

Source. Pataranutaporn et al. (2024, Table 2).

Sociological interpretation. These intervals include zero. Familiarity and general skepticism cannot be assumed to be demonstrated safeguards in this model; contextual practices require investigation.

Intervals crossing zero caution against treating a plausible explanatory factor as an established association in this model. In particular, general familiarity or skepticism should not be assumed to provide a uniform safeguard against distortion. The analysis therefore returns to the conditions under which an account gains authority: accessible evidence, effective opportunities for revision and the social recognition of a person's objections. Those conditions remain theoretical propositions requiring direct observation of autobiographical practices, rather than effects established by this experimental regression.

4. DISCUSSION CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

The discussion considers what the framework implies for the study and design of autobiographical technologies. Its principal contribution is a change in the unit of analysis: from the quality of an isolated generated story to the process through which a representation becomes meaningful and authoritative. That process includes an archive, a system, a person represented and relevant audiences. It can support expression or constrain it, depending on how evidence and interpretive participation are organized.

4.1. Autobiographical Adequacy Beyond Factual Correctness

Factual correctness remains necessary where a narrative makes factual claims, but it cannot settle every question about autobiographical adequacy. A correct chronology can impose an inappropriate interpretation, and an emotionally meaningful account can contain a mistaken date. Evaluation should identify these differences rather than forcing them into one score. A person may accept the sequence of events while disputing the language of success or loss used to connect them. Preserving that distinction gives the person a more precise role in reviewing the account.

This approach also limits the temptation to treat self-endorsement as a complete validation. People can endorse accounts for many reasons, including convenience, politeness or a preference for the narrative's public effect. Their endorsement matters, but research should examine what it concerns and under which conditions it was given. Approval of a commemorative text need not establish belief in every implied motive. Similarly, disagreement does not prove that the system made a factual error. It can reveal a conflict about audience, privacy or the appropriate meaning of an experience.

The framework's relational emphasis makes these differences visible. A biography may be acceptable to the operator but objectionable to another person represented within it. A private version may be useful while a public version is intrusive. A person may want to preserve a relative's alternative account without adopting it. These possibilities suggest that good design should support differentiated responses rather than a single accept-or-reject decision. Research should likewise ask what is accepted, by whom, for which purpose and with what continuing opportunity to revise.

An important implication concerns the meaning of authenticity. The article does not define an authentic biography as one untouched by external assistance. Such a definition would exclude ordinary practices of interviewing, editing and collaborative remembrance. Instead, the framework asks whether a representation maintains a defensible relationship to the person's evidence, purposes and interpretive participation. This relationship can be weakened by human as well as algorithmic mediation. Generative systems become a distinctive research object because their capacity for synthesis can make the interpretation appear comprehensive while its grounds remain difficult to inspect.

4.2. Design Recommendations for Personal Narrative Systems

A first recommendation is to distinguish record-based statements from inferred connections. A user should be able to see which archive item supports a factual statement and which part of a paragraph was composed as interpretation. This need not require exposing every technical operation. It requires presenting enough

information to evaluate a consequential claim. A provenance feature is useful only if it refers to the actual claim, rather than attaching a general list of files to a story whose particular inferences remain unexplained.

A second recommendation is to preserve uncertainty in an intelligible form. Systems should be able to retain an unknown date, an unresolved motive or competing recollections without automatically completing the account. Users may choose a polished commemorative style, but the draft should not quietly convert unavailable evidence into confident assertion. The practical aim is to make uncertainty editable and portable. If qualifications disappear when a story is exported or shared, the original interface has provided only a temporary form of transparency.

A third recommendation is to support review before circulation. People represented in a family or community narrative may need an opportunity to comment before the text acquires public authority. The appropriate procedure will vary with context, and the article does not prescribe a universal consent mechanism. It does recommend making the intended audience explicit and allowing a draft to remain private. A decision not to publish should be a normal outcome, rather than a failure to complete the product's preferred sequence.

A fourth recommendation concerns accessibility and assistance. Users who need help with writing, translation or archive organization should not have to surrender interpretive control to obtain it. Interfaces can separate operations such as organizing dates, proposing themes and composing prose, allowing a person to accept one form of support while declining another. Evaluation should examine whether these options are understandable and usable in practice. The existence of a control is insufficient if the person cannot recognize the kind of intervention it governs.

Finally, designers should examine how records and interpretations travel together. An exported narrative may need a concise indication of synthetic additions and unresolved claims. Version history can help retain a correction, but it should not become an obligation to preserve every private draft indefinitely. The relevant goal is proportional continuity of context: enough provenance to prevent a tentative interpretation from becoming an unqualified fact through routine circulation, while respecting a person's decision to remove or withhold material.

Couldry and Mejias (2019) connect the appropriation of human life as data to broader questions of power. Their critique adds a political-economic question to the present framework: who benefits from retaining the archive and its interpretations? Control over a biography includes the practical conditions under which records can be removed or withheld. An interface that permits sentence-level editing while offering no practical route to

withdraw an archive provides only a restricted form of participation. The relevant conditions of control therefore extend beyond the quality of the composed text.

4.3. An Empirical Research Agenda

The framework can be investigated through participatory studies using materials that participants deliberately select for research. A study could compare a participant's initial account, a generated draft and the revisions made during review. Researchers would then examine which changes concern facts, themes, motives, audience or privacy. The comparison should not treat the participant's first version as an infallible benchmark. It should investigate the reasons given for a change and the evidence used to support it, preserving the possibility that assistance can improve an account.

Longitudinal work could examine what remains of the interaction after several weeks or months. Participants might later recognize a detail, attribute its source and explain whether they have repeated it to others. These should be separate measures. A person can remember the content while forgetting the source, retain the source while changing its interpretation or reject the narrative but continue discussing it. Following those differences would provide a more precise account of influence than a single retrospective question about whether the technology changed memory.

Relational studies could involve consenting pairs or small groups who share an event but hold different records. Researchers could examine who controls the initial archive, how disagreement is expressed and which changes enter the circulating version. Such a design would make power within remembrance observable. It would also require care because the research process itself can introduce a new narrative or pressure participants toward agreement. The aim should be to document negotiation, including nonresolution, rather than to identify one definitive story for the group.

Comparative research should examine archives with different degrees of completeness, linguistic diversity and access stability. It should avoid treating a large English-language archive as a neutral baseline. A study of transnational families, for example, could compare how systems handle messages, documents and oral explanations across languages. Researchers would need to specify what is lost or transformed and how participants judge its significance. Differences in output length would be less informative than differences in the preservation of relations, uncertainty and culturally meaningful terms.

4.4. Statistical Interpretation and the Limits of Transfer

Secondary statistics make the evidential boundary more precise when their measures remain visible. False responses to altered images, false-memory counts after a witness interview and source-attribution probabilities

after creative work are different outcomes. They cannot be pooled into an overall rate of AI-induced memory loss. Their tasks differ in what participants originally encountered, what the intervention changed, when memory was tested and what counted as a correct answer. The present article therefore retains each study's units and separates descriptive means from model-based estimates. Published confidence intervals are reproduced only where available in the cited table; intervals have not been reconstructed from chart images or assumed subgroup sizes. The visual styles vary to suit the quantities, while retaining restrained axes and explicit labels. Their appearance follows conventional statistical reporting and does not imply that the original analyses were performed in SPSS or that new participant-level analyses were conducted here.

The experimental evidence also limits claims about social relationships. A laboratory participant judges material within a task established by researchers. A person reviewing a family history may have decades of prior knowledge, an interest in protecting relationships and access to witnesses whose memories conflict. Those conditions can change the meaning of both acceptance and correction. Agreeing with a passage may express politeness, emotional appreciation or factual endorsement; rejecting it may express a boundary about circulation rather than disbelief. These possibilities show why identity should be studied through situated explanations and subsequent practices rather than inferred from an isolated memory score. Quantitative findings can identify a vulnerability worth investigating, while interviews, version comparisons and observation can establish what that vulnerability means in a particular autobiographical setting.

The distinction between accuracy and confidence is especially consequential for narrative authority. An account can circulate because it is fluent, familiar or endorsed by a respected relative. None of these features provides an independent test of its source. Conversely, an uncertain recollection can be socially valuable because it preserves a disagreement that the documentary record cannot settle. Future research should therefore examine whether provenance remains attached to specific claims as they move across audiences. It should distinguish a correction proposed in a private draft from a correction retained in a shared account. The dependent variable would then concern the practical fate of an interpretation, rather than the presence of an editing button. This design would connect the experimental problem of attribution with the sociological problem of whose version becomes recognized.

Finally, uncertainty in the available evidence should influence recommendations. Two of the experimental sources are cited as preprints, whereas the source-attribution study is cited in its published CHI proceedings version. The numerical results do not establish a clinical effect, a population prevalence or a durable transformation of identity. They support a narrower conclusion: later representations and contribution

workflows can affect specific memory judgments under specified conditions. The article's original contribution is to identify the social transitions that must be examined before those judgments can be connected to autobiographical authority. Maintaining that distinction permits substantive sociological interpretation without turning a bounded experiment into a universal account of personal remembrance.

4.5. Limitations and Conclusion

The contribution remains theoretical. Purposive source selection cannot establish the prevalence of the proposed mechanisms, and the article does not present observations of ordinary family or platform use. The experimental evidence concerns specific tasks and conditions, while the sociological framework concerns broader processes of narration and recognition. All nine statistical figures retain that distinction; the broader propositions remain proposals for inquiry. No claim is made that the framework measures narrative authority or predicts individual susceptibility to memory distortion.

The analysis also leaves important questions open. People may use several systems and archives, with no single account becoming dominant. They may deliberately enjoy an imaginative representation while maintaining a clear distinction from factual recollection. A narrative can be revised privately without affecting public identity, or publicly endorsed without changing self-understanding. These possibilities limit any general account of technological influence. They are also reasons to study the practical circumstances in which a representation crosses from one status to another.

Algorithmic mediation of autobiography is therefore best examined through the conditions under which a generated account acquires, loses or shares authority. This article has distinguished events, traces, representations, recollections and identity claims; identified pathways through archival selection, source attribution and relational uptake; and proposed provenance, revisability and recognition as dimensions for empirical investigation. Its central sociological claim is that control over a personal past depends partly on opportunities to participate in its interpretation and circulation. Generative assistance can support that participation when its claims remain inspectable and its proposals remain open to revision, withholding and refusal.

REFERENCES

- Chan, S., Pataranutaporn, P., Suri, A., Zulfikar, W., Maes, P., & Loftus, E. F. (2024). *Conversational AI powered by large language models amplifies false memories in witness interviews* [Preprint]. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2408.04681>
- Conway, M. A., & Pleydell-Pearce, C. W. (2000). The construction of autobiographical memories in the self-memory system. *Psychological Review*, 107(2), 261–288. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.107.2.261>
- Couldry, N., & Mejias, U. A. (2019). *The costs of connection: How data is colonizing human life and appropriating it for capitalism*. Stanford University Press.
- Feraru, P. D. (2015). *Religie și migrație în România contemporană. Studiu de caz: Românii din Italia* [Religion and migration in contemporary Romania: A case study of Romanians in Italy]. Lumen.
- Giddens, A. (1991). *Modernity and self-identity: Self and society in the late modern age*. Stanford University Press.
- Halbwachs, M. (1992). *On collective memory* (L. A. Coser, Ed. & Trans.). University of Chicago Press.
- Henriksen, E. E. (2024). Algorithmically generated memories: Automated remembrance through appropriated perception. *Memory, Mind & Media*, 3, Article e11. <https://doi.org/10.1017/mem.2024.8>
- Hoskins, A. (2011). 7/7 and connective memory: Interactional trajectories of remembering in post-scarcity culture. *Memory Studies*, 4(3), 269–280. <https://doi.org/10.1177/1750698011402570>
- Johnson, M. K., Hashtroudi, S., & Lindsay, D. S. (1993). Source monitoring. *Psychological Bulletin*, 114(1), 3–28. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.114.1.3>
- Pataranutaporn, P., Archiwaranguprok, C., Chan, S. W. T., Loftus, E., & Maes, P. (2024). *Synthetic human memories: AI-edited images and videos can implant false memories and distort recollection* [Preprint]. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2409.08895>
- Ricoeur, P. (1992). *Oneself as another* (K. Blamey, Trans.). University of Chicago Press.
- van Dijck, J. (2007). *Mediated memories in the digital age*. Stanford University Press.
- Zindulka, T., Goller, S., Fernandes, D., Welsch, R., & Buschek, D. (2026). The AI memory gap: Users misremember what they created with AI or without. In *Proceedings of the 2026 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (Article 61, pp. 1–22). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3772318.3791494>