WOSCON

DÜNYA BİLİM KONGRELERİ

5. ULUSLARARASI SARAYBOSNA BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR VE İNOVASYON KONGRESİ

12-13 EYLÜL 2026

KONGRE KİTABI

BOSNA HERSEK

https://www.wosconkongreleri.com

BİLSEL YAYINCILIK

5. INTERNATIONAL SARAJEVO SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS BOOK BOSNIA-HERZEGOVINA

12–13, September 2026

EDITOR
Assoc. Prof. Dr. Adem DOĞAN

25.09.2026

by BILSEL PUBLISHING

ISBN: 978-625-8531-67-1

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

5. INTERNATIONAL SARAJEVO SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS

DATE and PLACE

12–13, September 2026

BOSNIA-HERZEGOVINA

ORGANIZATION

BILGISELI International Scientific
Research Strategy Development
Congress and Org.Hizm.Tic.Ltd.Şti

ORGANIZING COMMITTEE

Chairman of the Organizing Committee

Assoc. Prof. Dr. Adem DOĞAN

University Academician Representative

Prof. Dr. Gülsüm YALDIZ
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

PARTICIPANTS COUNTRY

Türkiye-Azerbaijan-Nigeria-Romania-Algeria-Indonesia-Iran-Benin

CONGRESS ORGANIZING COMMITTEE MEMBERS

Prof. Dr. Froilan D. Mobo

Prof. Dr. Chaya Bagrecha

Prof. Dr. Marinescu Valentina

Prof. Dr. Khiari Reguia,

Prof. Dr. Abdelkarim BOUA

Prof. Habil. Dr. Laura Diaconu Maxim

Prof. Dr. Şükrü KARATAŞ

Prof. Dr. Perihan ÜNÜVAR

Prof. Dr. Gökçe Cerev

Prof. Dr. Perihan ÜNÜVAR

Assoc. Prof. Dr. Vakeel Ahmad Khan

Assoc. Prof. Dr. Aliaksandr Susha

Assoc. Prof. Dr. Nesrine El Houari

Assoc. Prof. Dr. Valbona Habili Sauku

Doç. Dr. Ufuk MERCAN YÜCEL

Doç. Dr. Arzu SARIALİOĞLU

Doç. Dr. İlyas ERPAY

Doç. Dr. Afina BARMANBAY

Doç. Dr. Doğan Çiloğlu

Dr. Gopalakrishnan Chinnasamy

Dr. Vaishali Krishna

Dr. Anıtha Rajasekaran

Ph.D Devi Raman

Dr. Ananda Majumdar,

Dr. Muhammad Faisal

Dr. hc Vicente Pironti

Dr. Bilge ÖZCAN

Dr. İbrahim PINARCI

Dr. Eylem BEKTAŞ BİLGİÇ

Dr. Fadime SEYREKOĞLU

Dr. İzzettin Kutlu

SCIENTIFIC COMMITTEE

Prof. Dr. Chaya Bagrecha

Jain Deemed tobe University, India

Prof. Dr. MEZIANI Brahim

Djilali Bounaama University of Khemis Miliana, Algeria

Prof. Dr. Nana Jincharadze

Euripean University, Georgia

Prof. Dr. Marinescu Valentina

University of Bucharest,Romania

Prof. Dr. Khiari Reguia,

Center for Scientific and Technical Research on Arid Regions (CRSTRA) Omar El BERNAOUI, Algeria

Prof. Dr. Abdelkarim BOUA

Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Fez, Morocco

Prof. Dr. Laura Diaconu Maxim,

Alexandru Ioan Cuza University of Iasi, Romania

Prof. Dr. Froilan D. Mobo

Philippine Merchant Marine Academy

Prof. Dr. Mamoona Mushtaq/Shahid

Govt. Graduate College Township, Pakistan

Prof. Dr. Kiril Postolov

University Ss. Kiril and Metodij, North Macedonia

Prof. Dr. Hendri Hermawan-ADINUGRAHA

UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

Prof. Dr. Gülsüm YALDIZ

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Prof. Dr. Şükrü KARATAŞ

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Prof. Dr. Mehmet ILKIM

İnönü Üniversitesi

Prof. Dr. Korkmaz BELLİTÜRK

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

Prof. Dr. Perihan ÜNÜVAR

Burdur Mehmet Akif Ersoy 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, Albanıa

Assoc. Prof. Dr. Naseem Akhter

Shaheed Benazir Bhutto Women University, Pakistan

Assoc. Prof. Dr. Henry Akpojubaro Efegbere

Edo State University Uzairue, Nigeria

Assoc. Prof. Dr. Girija Shankar Panigrahi

KIIT Deemed to be University,India

Assoc. Prof. Dr. Seyed Mehdi Talebi

Arak university , Iran

Assoc. Prof. Dr. Rozina Khattak

Shaheed Benazir Bhutto Women University,Pakistan

Doç. Dr. Halit Bakır

Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi

Doç. Dr. Fuat LEBE

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi

Doç. Dr. Abdülhakim Bahadır DARI

Kırgızistan-Türkiye Manas Üniversitesi

Doç. Dr. Irmak KARADUMAN ER

Çankırı Karatekin Üniversitesi

Doç. Dr. Davut ATILGAN

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Doç. Dr. Gülay KARAHAN

Çankırı Karatekin Üniversitesi

Doç. Dr. Şahin ÇETİNKAYA

Aksaray Üniversitesi

Doç. Dr. Fatime Gül KOÇSOY

Fırat Üniversitesi

Dr. Merdin DANIŞMAZ

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi

Dr. Çağdaş Salih MERİÇ

Gaziantep Üniversitesi

Dr. Mustafa ÖZGERİŞ

Atatürk Üniversitesi

Dr. Bilge ÖZCAN

Uşak Üniversitesi

Dr. İbrahim PINARCI

Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi

Dr. Eylem BEKTAŞ BİLGİÇ

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa

Dr. Fadime SEYREKOĞLU

Amasya Üniversitesi

Dr. İzzettin Kutlu

Mardin Artuklu Üniversitesi

Dr. Mustafa FİLİZ

Artvin Çoruh Üniversitesi

Dr. Anıtha Rajasekaran

Botany,Bharathı Womens College, Indıa

Ph.D Devi Raman

Annamalai University,India

Dott. Ervin IBRAHIMI MD

Area Vasta 2, Cooss- Marche, Italy

Dr. Vıncent Abıodun Mıcheal

The Federal Polytechnıc, Bıda, Nıgerıa

Dr. Israr Ali Khan

Institute of Numerical Sciences KUST, Pakistan

Dr. Ananda Majumdar

Brander Garden After School Parents Association

Dr Muhammad Faisal

Ministry of State and Frontier Region (SAFRON)

Dr hc Vicente Pironti

Open Unıversıty Humanıza, Brazil

Dr. Gopalakrishnan Chinnasamy

Jain Deemed to-be University, India

Dr. Vaishali Krishna

Jawaharlal Nehru University,India

Lec. Diaconu Luminitsa

The Academy of Economic Studies of Moldova

Lec. Ezekıel Pıus NYATIRIMOH

Federal Unınversıty Wukarı, Nıgerıa

5. INTERNATIONAL SARAJEVO SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS

BOSNIA-HERZEGOVINA

12–13, September 2026

CONGRESS PROGRAM

Join Zoom Meeting ID: 831 0439 0131

Passcode: 134971

Join Zoom Meeting

https://us06web.zoom.us/j/83104390131?pwd=OGlnUgDmhHuHmcmbqWnfgUXWKg5wMW.1

PARTICIPATING COUNTRIES

Türkiye-Azerbaijan-Nigeria-Romania-Algeria-Indonesia-Iran-Benin

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 kullanılabilmelidir.**
- **Katılım belgeleri kongre sonunda tarafınıza pdf olarak gönderilecektir.**

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

12.09.2026
TÜRKİYE Local Time: 09:30-11:00

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Kıvanç KAMBUROĞLU

SESSION-1 HALL-1

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Araş. Gör. Abdurrahman ACAR *Prof. Dr. Sevilay ERDEN*	*Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Çukurova Üniversitesi*	*GÜNCEL KILAVUZLAR IŞIĞINDA HİPOVOLEMİK ŞOK YÖNETİMİ VE HEMŞİRELİK YAKLAŞIMLARI*
Araş. Gör. Abdurrahman ACAR *Prof. Dr. Sevilay ERDEN*	*Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Çukurova Üniversitesi*	*SOLUNUM ACİLLERİNDE HIZLI DEĞERLENDİRME ÖLÇEKLERİNİN HEMŞİRELERİN KLİNİK KARAR VERME DURUMLARINA ETKİSİ*
Prof. Dr. Fatma BAŞAR	*Kutahya Health Sciences University*	*CLIMATE CHANGE AND WOMEN'S HEALTH: IMPACTS ACROSS THE LIFE COURSE*
Prof. Dr. Fatma BAŞAR	*Kutahya Health Sciences University*	*MICROPLASTICS AND WOMEN'S REPRODUCTIVE HEALTH: EMERGING ENVIRONMENTAL RISKS*
Prof. Dr. Kıvanç KAMBUROĞLU	*Ankara University*	*AGE ESTIMATION IN ORAL RADIOLOGY*
Prof. Dr. Kıvanç KAMBUROĞLU	*Ankara University*	*LEGAL ASPECTS OF FORENSIC RADIOLOGY*

12.09.2026
TÜRKİYE Local Time: 09:30-11:00

HEAD OF SESSION: Prof. Dr., Tünay KARAN

SESSION-1 HALL-2

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Doçent Doktor, Derya KARATAŞ YENİ Araştırma Görevlisi, Muhammed Can GÖKMEN	*Necmettin Erbakan Üniversitesi*	*POSTBİYOTİKLER VE VETERİNER MİKROBİYOLOJİ: ENFEKSİYONLARIN ÖNLENMESİNDEKİ POTANSİYEL ROLLERİ*
Doçent Doktor, Derya KARATAŞ YENİ Araştırma Görevlisi, Muhammed Can GÖKMEN	*Necmettin Erbakan Üniversitesi*	*ÇİFTLİK HAYVANLARINDA ANTİMİKROBİYAL DİRENÇ VE RESİSTOM: TEK SAĞLIK PERSPEKTİFİNDEN MİKROBİYOMLAR ARASI GEN TRANSFERİ*
Prof. Dr., Tünay KARAN	*Yozgat Bozok Üniversitesi*	*SİYANOBAKTERİLERDEN ELDE EDİLEN DOĞAL BİLEŞİKLERİN ANTİKANSER POTANSİYELLERİNİN TARANMASI*
Prof. Dr., Tünay KARAN	*Yozgat Bozok Üniversitesi*	*THYMUS SPP. ÖZÜTLERİ İLE ELDE EDİLEN GÜMÜŞ NANOPARTİKÜLLERİN BİYOMEDİKAL POTANSİYELİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ*
Prof. Dr., Fatih Mehmet KANDEMİR Dr., Ender ERDOĞAN	*Aksaray Üniversitesi, Atatürk Üniversitesi*	*RATLARDA AĞIR METALLERLE YAPILAN DENEYSEL BÖBREK HASAR MODELLERİ*
Dr. Öğr. Üyesi Caner FURAN Prof. Dr., Fatih Mehmet KANDEMİR	*Aksaray Üniversitesi*	*PULPİTİSİN İNCELENMESİNDE KULLANILAN BİYOKİMYASAL PARAMETRELER*
Dr. Öğr. Üyesi Burcu BİLTEKİN Dr. Öğr. Üyesi Sevgin DEĞİRMENCİOĞLU	*İstanbul Atlas Üniversitesi, Kırklareli Üniversitesi*	*LARENKS SKUAMÖZ HÜCRELİ KARSİNOMDA ASTAKSANTİNİN ANTİTÜMÖR POTANSİYELİNİN ARAŞTIRILMASI: KARBOPLATİN İLE KARŞILAŞTIRMALI BİR İN VİTRO ÇALIŞMA*

12.09.2026
TÜRKİYE Local Time: 09:30-11:00

HEAD OF SESSION: Doç. Dr., A. Muhammet BANAZILI

SESSION-1 HALL-3

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Doç. Dr., A. Muhammet BANAZILI	*Tarsus Üniversitesi,*	*HESAP VEREBİLİRLİK PERSPEKTİFİNDEN OMBUDSMANLIK: TÜRKİYE'DE KAMU DENETÇİLİĞİ KURUMUNUN YAPISI VE İŞLEYİŞİ*
Doç. Dr., A. Muhammet BANAZILI	*Tarsus Üniversitesi,*	*TÜRK KAMU YÖNETİMİNDE DENETİM: YAPISAL SORUNLAR VE ÇÖZÜM ARAYIŞLARI*
Dr., Denizcan TAMER	*Ardahan Üniversitesi*	*İKLİM RİSKLERİNİN GÖLGESİNDE: FİZİKSEL VE GEÇİŞ RİSKİ ŞOKLARININ AVRUPA AĞIRLIKLI GELİŞMİŞ ÜLKE BORSALARIYLA İLİŞKİSİ*
Dr., Denizcan TAMER	*Ardahan Üniversitesi*	*FAZLA NAKİT FİRMA DEĞERİNİ AZALTIYOR MU? BIST 50'DEN KANITLAR*
Professor Dr. Laura Diaconu (Maxim)	*"Alexandru Ioan Cuza" University of Iasi, Romania*	*THE ROLE OF DIGITAL SKILLS IN FOSTERING RESILIENT GROWTH IN TOURISM AND HOSPITALITY*
Dr. Öğr. Üyesi, Neslihan ÇELİK	*Marmara Üniversitesi*	*ULUSLARARASI TİCARETTE KÂĞITSIZLAŞMA: YENİ NESİL TİCARET PLATFORMLARININ ROLÜ*
prof. Həziyev Vasif Balaxan	*Head of the Department of Management and Trade, Baku, Azerbaijan*	*BEYNƏLXALQ TİCARƏTİN İQTİSADİ ARTIM VƏ RƏQABƏT QABİLİYYƏTİNİN FORMALAŞMASINDA ROLU*

12.09.2026
TÜRKİYE Local Time: 09:30-11:00

HEAD OF SESSION: Dr. Öğr. Üyesi Fizyon SÖNMEZ ERDOĞAN

SESSION-1 HALL-4

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Şeyhmus TÜMÜR *Tacettin ŞAHİN*	*Dicle Üniversitesi*	*MEMBA-MANSAP HİDROLİK KOŞULLARININ SAHA GÖZLEMLERİ, GENİŞLETİLMİŞ KESİT ANALİZİ VE ÇOK ZAMANLI (2002-2025) UYDU GÖRÜNTÜLERİYLE DEĞERLENDİRİLMESİ: BİR VAKA ÇALIŞMASI*
Öğr. Gör., Ahmet EREN *Prof. Dr., Ahmet Mete VURAL*	*Gaziantep Üniversitesi*	*PV-BATARYA DESTEKLİ HİBRİT AA/DA MİKROŞEBEKENİN MODELLENMESİ VE KURAL TABANLI ENERJİ YÖNETİMİ: BİR HAFTALIK BENZETİM ÇALIŞMASI*
Merih Leblebici *Ali Çalhan*	*Duzce University*	*IMPACT OF IMPERFECT CSI AND PORT JITTER ON THE ERGODIC CAPACITY OF SLOW FLUID ANTENNA MULTIPLE ACCESS SYSTEMS*
Arş. Gör. Erdem Korhan AKÇAY *Doç. Dr. Y. Murat BULUT*	*Eskişehir Osmangazi Üniversitesi*	*AŞIRI YAYILIM GÖSTEREN SAYMA VERİLERİNDE ÇOKLU DOĞRUSAL BAĞLANTININ LIU TİPİ TAHMİN EDİCİLERLE ELE ALINMASI: 2024 YILI TÜRKİYE İL DÜZEYİ TRAFİK KAZALARINA DAİR BİR UYGULAMA*
Dr. Öğr. Üyesi Fizyon SÖNMEZ ERDOĞAN	*Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi*	*IŞIK KİRLİLİĞİNİN PEYZAJ ÜZERİNDEKİ OLUMSUZ ETKİLERİ*

12.09.2026
TÜRKİYE Local Time: 09:30-11:00

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Kamuran SARAÇ

SESSION-1 HALL-5

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Doç. Dr. Orhan ULUÇAY *Doç Dr. Feyzi Sinan TOKALI*	*Kafkas Üniversitesi*	*4-{[(4-OKSOTİYAZOLİDİN-2-İLİDEN)HİDRAZONO]METİL}FENİL PROPİYONAT BİLEŞİĞİNİN α-GLUKOZİDAZ İNHİBİSYON AKTİVİTESİNİN in vitro DEĞERLENDİRİLMESİ*
Doç. Dr. Orhan ULUÇAY *Doç. Dr. Feyzi Sinan TOKALI*	*Kafkas Üniversitesi*	*TİYAZOLİDİN-4-ON HALKASI İÇEREN BİR SÜLFONİK ESTERİN α-GLUKOZİDAZ İNHİBİSYONUNUN BELİRLENMESİ*
Prof. Dr. Kamuran SARAÇ	*Bitlis Eren Üniversitesi*	*N-ASETİL-5-METOKSİTRİPTAMİN YAPISININ SWİSS ADME PARAMETRELERİNİN İNCELENMESİ*
Prof. Dr. Kamuran SARAÇ	*Bitlis Eren University*	*INVESTIGATION OF SWISS ADME PARAMETERS OF SCHIFF BASE STRUCTURE*
Prof. Dr, İbrahim İsmet ÖZTÜRK *Dr. Öğr. Üyesi, Okan UÇAR*	*Tekirdağ Namık Kemal University*	*DFT INVESTIGATION OF STRUCTURAL, ELECTRONIC, AND VIBRATIONAL PROPERTIES OF 2-ACETYLTHIOPHENE-N-METHYL THIOSEMICARBAZONE*
Prof. Dr, İbrahim İsmet ÖZTÜRK *Dr. Öğr. Üyesi, Okan UÇAR*	*Tekirdağ Namık Kemal University*	*QUANTUM CHEMICAL AND VIBRATIONAL SPECTRAL ANALYSIS OF 2-ACETYLTHIOPHENE THIOSEMICARBAZONE BY DFT METHOD*
Doç. Dr. Gökhan YÜRÜMEZ	*Batman Üniversitesi*	*TÜRKİYE'DEKİ ELLOBİUS LUTESCENS THOMAS, 1897 TÜRÜNDE CYSTİCERCUS FASCİOLARİS ENDOPARAZİTİ*

12.09.2026
TÜRKİYE Local Time: 09:30-11:00

HEAD OF SESSION: Doç. Dr., Nazan KORUCUK

SESSION-1 HALL-6

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Doç. Dr., Murat KORUCUK *Doç. Dr., NAZAN KORUCUK*	*Kafkas Üniversitesi*	*TÜRKİYE YÜZYILI MAARİF MODELİ'NDE TÜKETİCİ OKURYAZARLIĞI VE PAZARLAMA FARKINDALIĞI: İLKOKUL VE ORTAOKUL ÖĞRETİM PROGRAMLARI ÜZERİNE BETİMSEL BİR İNCELEME*
Pəri Paşayeva	*Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti*	*OYUN ƏSASLI TƏLİM TEXNOLOGİYALARI: MÜASİR TƏHSİL PARADİQMASINDA YERİ, TƏTBİQİ VƏ PEDAQOJİ EFFEKTİVLİYİ*
Doç. Dr. Nilgün ÖZTÜRK *Uzm. Psk. Dan. Kibar YILDIRIM*	*İnönü Üniversitesi, MEB*	*ERKEN ERGENLİK DÖNEMİNDEKİ ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN "ARKADAŞLIK" KAVRAMINA YÖNELİK ALGILARININ METAFORLAR ARACILIĞIYLA İNCELENMESİ*
Dr. Öğr. Üyesi, Zafer TOPAK	*Karabük Üniversitesi*	*NEF'Î DİVANI'NDA PEYGAMBER KISSALARININ ŞAİRİN POETİKASININ İFADESİNDEKİ ROLÜ*
Doçent Doktor, AYGUN AHMADOVA	*Azerbaycan Devlet Pedaqoji Universitesi*	*ÇOCUK EDEBİYATINDA ŞİİRSEL DÜŞÜNCENİN GÜCÜYLE ESTETİK-AHLAKİ EĞİTİMİ ŞEKİLLENDİREN GÖRÜNTÜLER DÜNYASI*

12.09.2026
TÜRKİYE Local Time: 09:30-11:00

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Esin BASIM

SESSION-1 HALL-7

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Dr. Öğretim Üyesi, Fatma Merve NACAKCI *Muhammet Ali DİLEK*	*Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi*	*BEŞKONAK (MANAVGAT) YÖRE HALKININ YABANİ ORMAN MEYVELERİNDEN FAYDALANMA DAVRANIŞLARININ BELİRLENMESİ*
Prof. Dr. Esin BASIM	*Akdeniz Üniversitesi*	*ANTALYA İLİ ELMALI VE KORKUTELİ İLÇELERİNDEKİ MEYVE ÜRETİCİLERİNİN BİTKİ KORUMA UYGULAMALARININ KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ*
Prof. Dr. Esin BASIM *Prof. Dr. Hüseyin BASIM*	*Akdeniz Üniversitesi*	*İSTİRİDYE (Pleurotus spp.) MANTARLARININ GIDA, TARIM VE TIBBİ ALANLARINDA KULLANIMLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ*
Dr. Öğretim Üyesi, Ahmet DURAP	*İstanbul Medipol Üniversitesi*	*ADANA TAŞKINLARININ İNCELENMESİ: KAR ERİMESİ, FIRTINA YAĞIŞI VE DENİZ KABARMASINDAN OLUŞAN BİLEŞİK ETKENLERİN COPULA ANALİZİ*
Dr. Öğr. Üyesi, Sadık KÜÇÜKGÜNAY *Doç. Dr., Fatma ERGÜN*	*Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi*	*ERZURUM (OLUR) YÖRESİNDE DOĞAL YETİŞEN HÜNNAP (ZİZİPHUS JUJUBA MİLL.) MEYVELERİNİN FİTOKİMYASAL PROFİLİ VE BİYOAKTİF ÖZELLİKLERİ*
Zir. Müh. Türker TAŞDEMİR *Prof. Dr. Mehmet ZENGİN*	*Selçuk Üniversitesi*	*GELENEKSEL FOSFORLU GÜBRELER VE KAN UNU UYGULAMALARININ BUĞDAY VERİMİNE ETKİLERİ*

12.09.2026
TÜRKİYE Local Time: 10:00-12:00

HEAD OF SESSION: PhD Balakhanova Gumru Vasif

SESSION-2 HALL-8

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Saidu Bello Mamudu H. A Daya SD Solomon	*Department of Fisheries Modibbo Adama University Yola*	*PLANT-BASED BİOPESTİCİDES AND THEİR EFFİCİENCY İN CROP PROTECTİON: A COMPREHENSİVE REVİEW*
Sule M. Tanyam Rashida Mahmud Kachalla Salihu Muhammad Aliyu	*Modibbo Adama University Yola, Department of Chemistry Federal University of Agriculture Zuru*	*SUSTAİNABLE SYNTHESİS OF BİO-BASED SCHİFF BASES FROM NATURAL ALDEHYDES AND AMİNES: RECENT ADVANCES İN REACTİON CHEMİSTRY, STRUCTURAL CHARACTERİZATİON, ANTİOXİDANT PROPERTİES, AND FUTURE APPLİCACTİONS*
Sule M. Tanyam Rashida Mahmud Kachalla Salihu Muhammad Aliyu	*Modibbo Adama University Yola, Department of Chemistry Federal University of Agriculture Zuru*	*PLANT-DERİVED CATALYSTS FOR SUSTAİNABLE SYNTHESİS OF BİOACTİVE HETEROCYCLİC COMPOUNDS: A COMPREHENSİVE REVİEW OF GREEN CHEMİSTRY APPROACHES,*
PhD Balakhanova Gumru Vasif	*Azerbaijan State Pedagogical University, Baku, Azerbaijan*	*QUANTITATIVE ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL STATUS OF ECOSYSTEMS BASED ON BIODIVERSITY INDICES AND BIOINDICATION PARAMETERS*
PhD Balakhanova Gumru Vasif	*Azerbaijan State Pedagogical University, Baku, Azerbaijan*	*STRUCTURAL REORGANIZATION PROCESSES AND ECOLOGICAL RESISTANCE MECHANISMS OF FOREST ECOSYSTEMS UNDER CLIMATE CHANGE*

12.09.2026
TÜRKİYE Local Time: 10:00-12:00

HEAD OF SESSION: Doçent Doktor, AMALYA HASANOVA

SESSION-2 HALL-9

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Doçent Doktor, AMALYA HASANOVA	*Azerbaycan Devlet Pedaqoji Universiteti*	*MÜASİR BİOMETRİK TƏDQİQATLARDA SÜNİ İNTELLEKTİN TƏTBİQİ İMKANLARI*
Dr. Öğr. Türkan HÜSEYNOVA	*Azerbaycan Devlet Pedaqoji Üniversitesi*	*MİCHAEL SUGRUE'NUN PERSPEKTİFİNDEN ARİSTOFANES KOMEDYALARINDA GELENEK, SAVAŞ VE SOKRATES KARŞITLIĞI*
Qasımova Maya Rəhim qızı	*Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti, Azərbaycan*	*İBTİDAİ SİNİF ŞAGİRDLƏRİNİN YARADICI YAZI QABİLİYYƏTİNİN İNKİŞAFI*
Prof. Dr. ƏBÜLFƏZ ƏZİMLİ Araşdırmacı İMAM DİKMƏN	*Naxçıvan Dövlət Universiteti*	*NÜBÜVVƏT VƏ İMAMƏT İŞIQLARI: İLAHİ ƏMANƏTLƏR VƏ BƏŞƏRİ MÜNASİBƏT HALLARI*
PROF. DR. ƏBÜLFƏZ ƏZİMLİ	*Naxçıvan Dövlət Universiteti*	*NAXÇIVAN ƏDƏBİ MERİDİAN ÜFÜQLƏRİ TƏNQİDÇİNUN TRİBUNASINDA (IIyazı): ƏDƏBİ MÜHİTDƏ ŞAİR HÜSEYN RAZİ TƏRZİ*
Dr. Öğr. Türkan HÜSEYNOVA	*Azerbaycan Devlet Pedaqoji Üniversitesi*	*ANTİK ÇAĞ'DAN MODERN LİTEATÜRE AİLE VE EVLİLİK SORUNLARI: JOHN GALSWORTHY VE KARŞILAŞTIRMALI BİR EDEBİYAT SOSYOLOJİSİ ANALİZİ*
MƏMMƏDOVA NURAYƏ	*ADPU-nun*	*ÖZBƏKİSTAN–AZƏRBAYCAN ƏDƏBİ-MƏNƏVİ MÜNASİBƏTLƏRİ VƏ TÜRKİYƏ MƏDƏNİ İRSİ*
Gunel Shefiyeva Elkhan	*ASPU*	*THE IMPACT OF PRONUNCIATION ON ORAL COMMUNICATION SKILLS*
Günel Hümmətova Saleh	*Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti,*	*MÜASİR TƏHSİL KONTEKSTİNDƏ AZƏRBAYCAN UŞAQ NƏSRİNİN SOSİAL-EMOSİONAL VƏ İNTERKULTURAL İMKANLARININ TƏDQİQİ*

12.09.2026
TÜRKİYE Local Time: 10:00-12:00

HEAD OF SESSION: Gültəkin Atəş qızı Abdullayeva

SESSION-2 HALL-10

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Tarana AKBARİ	*Azerbaycan Devlet Pedagoji Üniversitesi*	*YAVAŞ ÖĞRENEN (LENG) ÇOCUKLARIN NÖROFİZYOLOJİK ÖZELLİKLERİ VE KAPSAYICI EĞİTİM TAKTİKLERİ*
Ulduz Fərhad Qəhrəmanova	*Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti*	*NİZAMİ GƏNCƏVİNİN "SİRLƏR XƏZİNƏSİ" POEMASI VIII MƏQALƏT:"XİLQƏTİN GÖZƏLLİYİ VƏ KAMALIN QÜDRƏTİ"*
Leyla Ziyafat Hasanova	*Azerbaijan State Pedagogical University*	*LITERARY MOVEMENTS AND THEIR IDEOLOGICAL AND AESTHETIC CHARACTERISTICS*
Emil Raul oğlu Ağayev	*Azerbaijan State Pedagogical University*	*DEVELOPMENT OF STUDENTS' CREATİVE SKİLLS THROUGH GAME-BASED LEARNİNG*
Prof. Dr. Elman Guliyev	*Azerbaycan Dövlet Pedagoji Üniversitesi*	*THE SUBJECT CIRCLE OF MAKHTUMGULU FARAGI LYRICS*
Aynur Zahir qızı Bədəlova	*Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti*	*RƏŞAD NURİ GÜNTƏKİN YARADICILIĞINDA QADIN OBRAZLARI*
Arzu Kərimova	*Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti*	*ŞƏKİ-ZAQATALA DİALEKT ZONASININ FONETİK XÜSUSİYYƏTLƏRİ*
Gültəkin Atəş qızı Abdullayeva	*Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti,*	*OXU TƏLİMİNDƏ STRATEGİYALI YANAŞMANIN ROLU*
Nigar Oruj Mammadova	*Lecturer at Azerbaijan State Pedagogical University*	*A Morphological and Phonological Approach to Stress Prediction in English*

12.09.2026
TÜRKİYE Local Time: 10:00-12:00

HEAD OF SESSION: Dr, Hamid MOBASHERI

SESSION-2 HALL-11

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Adel BOUALI *Zineb ABEOUB*	*University of Medea, Medea, Algeria,* *Houari Boumediene University BP 32 El-Alia, 16111 Bab- Ezzouar, Algiers, Algeria*	*DEVELOPMENT AND DURABİLİTY ASSESSMENT OF GBFS–METAKAOLİN-BASED GEOPOLYMER CONCRETE*
Sehrish Jehanzeba	*Kohat University of Science and Technology,*	*COMPLEX Q-RUNG ORTHOPAIR FUZZY DECISION-MAKING APPPROACH WITH DIVERGENCE AND ENTROPY MEASURES*
Faiqa Gul	*Kohat University of Science and Technology,*	*DOMBI AGGREGATION APPROCH FOR MULTI-CRITERIA GROUP DECISION- MAKING WITH 2-TUPLE LINGUISTIC Q- RUNG ORTHOPAIR FUZZY INFORMATION*
Masoume AKBARI *Dr, Hamid MOBASHERI*	*University of Tehran,*	*EFFECTS OF STATIC MAGNETIC FIELD ON THE BIOPHYSICAL* *BEHAVIOR OF HUMAN GLIOBLASTOMA U87-MG CELLS*
Saidu Bello Mamudu , *H. A Daya* *SD Solomon*	*Bioresources Development Centre* *Biliri, Gombe State* *Modibbo Adama University Yola*	*PLANT-BASED BİOPESTİCİDES AND THEİR EFFİCİENCY İN CROP PROTECTİON:* *A COMPREHENSİVE Review*

12.09.2026
TÜRKİYE Local Time: 10:00-12:00

HEAD OF SESSION: Hendri Hermawan ADINUGRAHA

SESSION-2 HALL-12

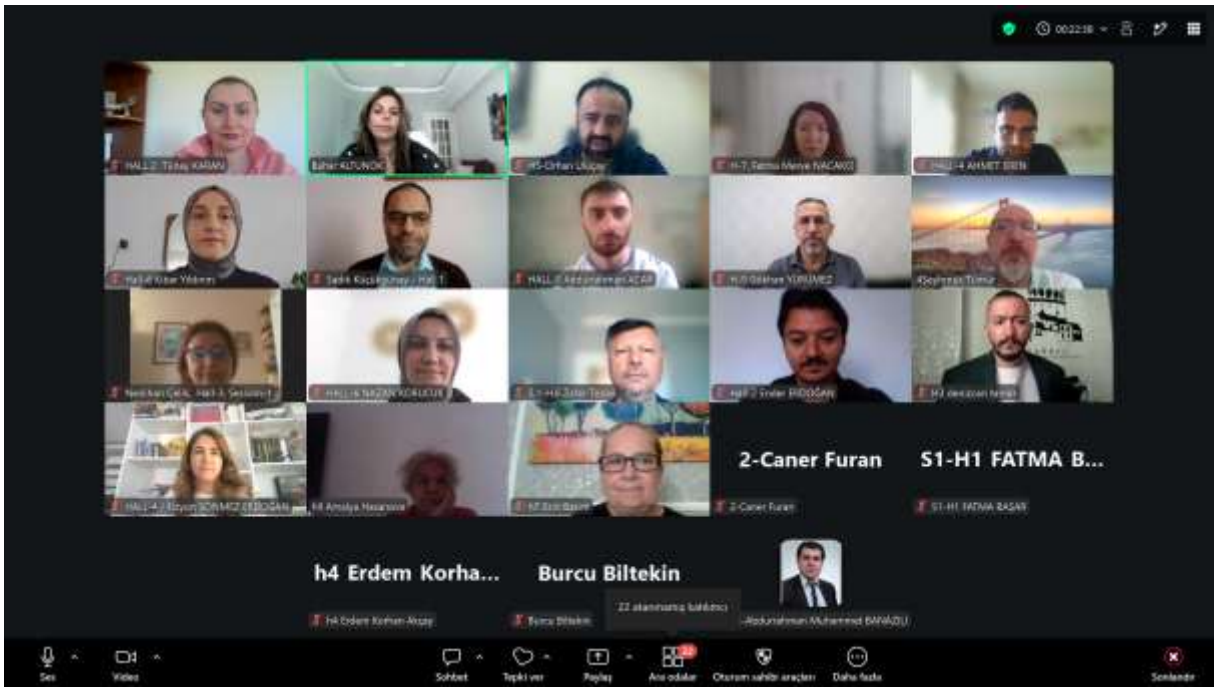
AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Muhammad Ghoitsun NADA Novi MURTAZIQ TAMAMUDIN	*Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan,*	*SCALİNG UP LOCAL HALAL FOOD ENTERPRİSES: AN EMPİRİCAL STUDY OF THE FOOD AND BEVERAGE SECTOR İN PEKALONGAN, CENTRAL JAVA*
Novi MURTAZIQ Hendri Hermawan ADINUGRAHA Kuat ISMANTO	*Universitas Islam Negri K.H.AbdurrahmanWahid Pekalongan, Indonesia*	*DEVELOPMENT OF HALAL COSMETICS, PHARMACEUTICALS, AND HEALTH PRODUCTS IN CENTRAL JAVA, INDONESIA*
Muhammad Fariz Widya Putra Hendri Hermawan ADINUGRAHA Kuat ISMANTO	*Universitas Islam Negri K.H.AbdurrahmanWahid Pekalongan, Indonesia*	*HALAL LOGİSTİCS AND SUPPLY CHAİN İN PEKALONGAN REGENCY*
Alya Rahma FALASIFAH Hendri Hermawan ADINUGRAHA Kuat ISMANTO	*Universitas Islam Negri K.H.AbdurrahmanWahid Pekalongan, Indonesia*	*THE DEVELOPMENT OF MODEST FASHION AND HALAL LIFESTYLE IN CENTRAL JAVA*
Aini Anjali Putri Kamalia	*Universitas Islam Negri K.H.AbdurrahmanWahid Pekalongan, Indonesia*	*BUİLDİNG A HALAL CREATİVE ECONOMY ECOSYSTEM: EVİDENCE FROM MSMES İN PEKALONGAN REGENCY*
Yulada SYURFA Hendri Hermawan ADINUGRAHA Kuat ISMANTO	*Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan,*	*DEVELOPING MUSLIM-FRIENDLY TOURISM IN CENTRAL JAVA: INTEGRATING LOCAL WISDOM, HALAL ECOSYSTEMS, AND STAKEHOLDER COLLABORATION*

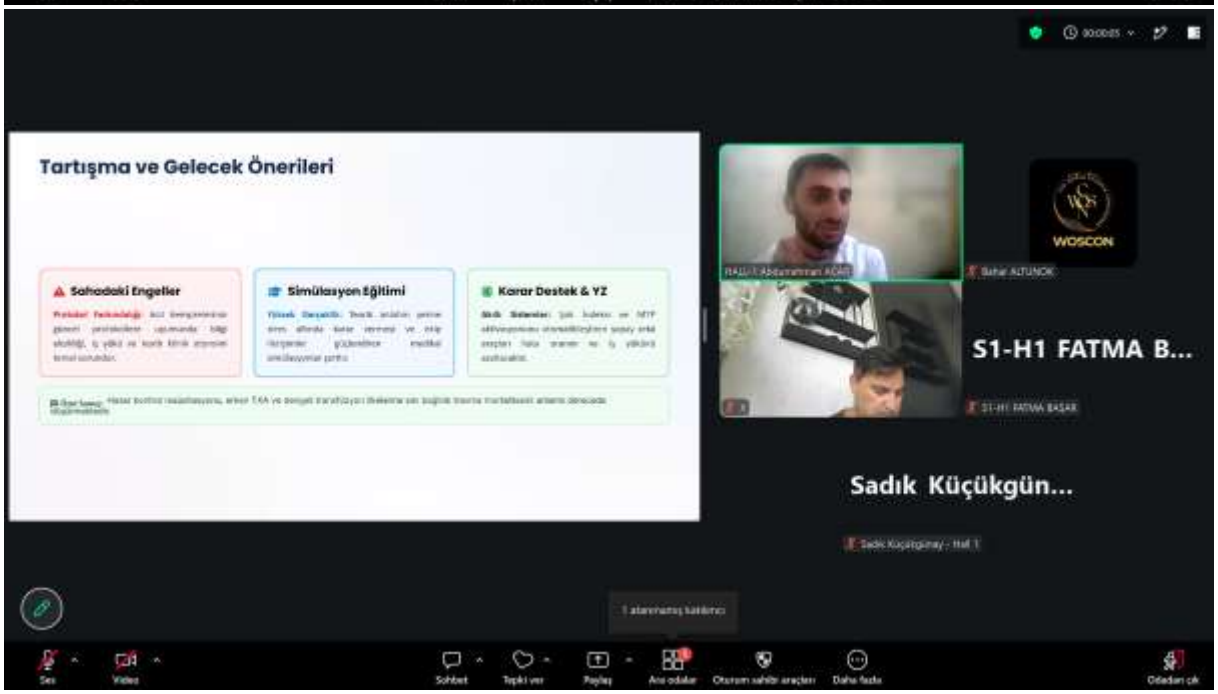
12.09.2026
TÜRKİYE Local Time: 10:00-12:00

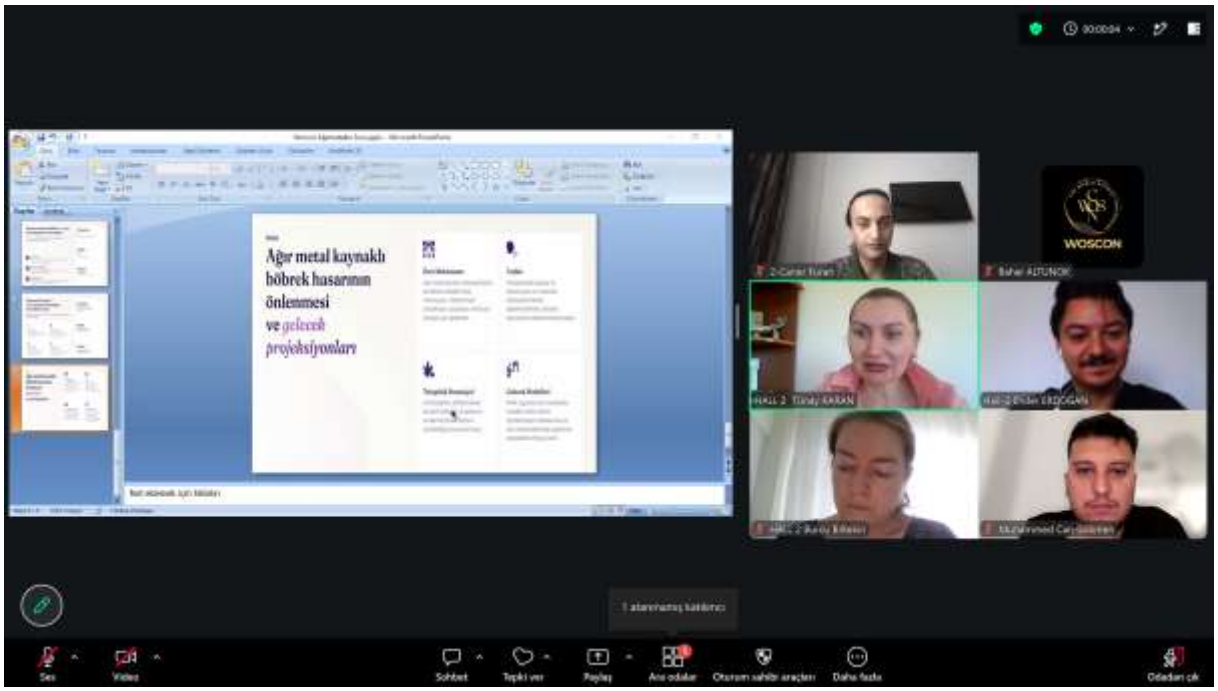
HEAD OF SESSION: Lecturer, PhD Irina-Ana DROBOT

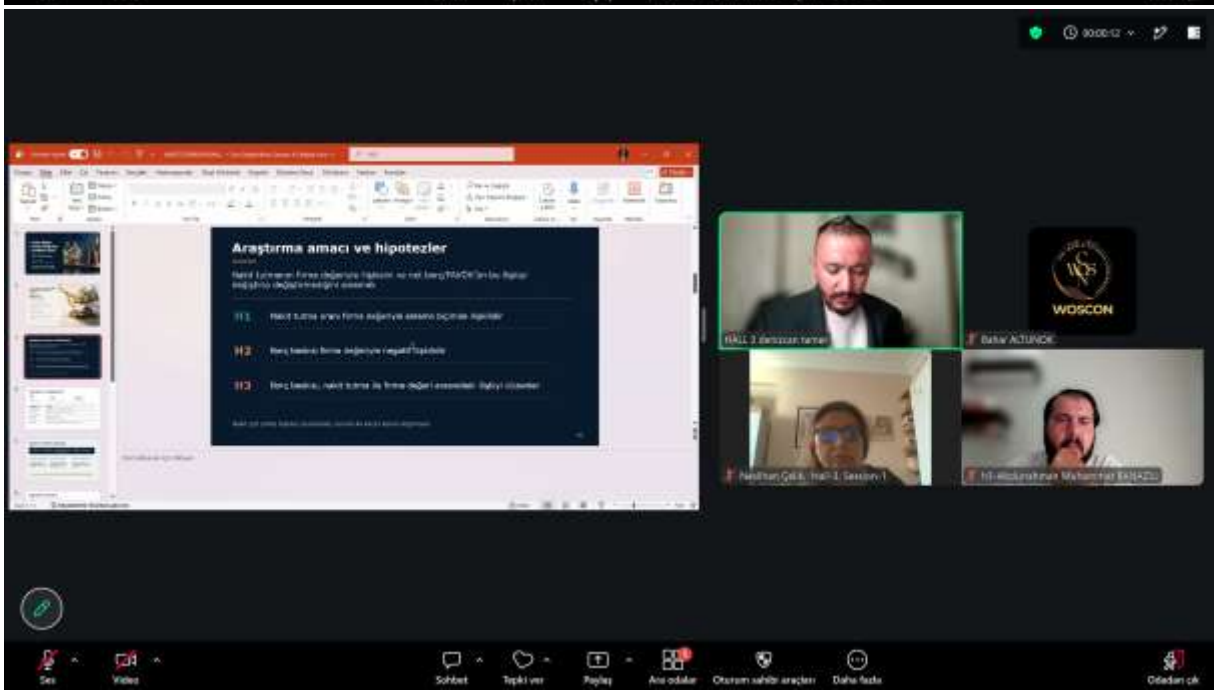
SESSION-2 HALL-13

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
DJOKO Béni OGOUWALE Romaric FANGNON Bernard	*University of Abomey-Calavi (BENIN)*	*LAND DYNAMICS AND LIVELIHOODS OF FAMILY FARMING HOUSEHOLDS IN THE COMMUNE OF KPOMASSÈ, SOUTHWESTERN BENIN*
Oluwakemi Racheal OSHINOWO Moses Adeolu AGOI Adebayo Samuel ADEOGUN Christiana Toyin ODUWOLE	*Lagos State University of Education, Lagos Nigeria.*	*ARTIFICIAL INTELLIGENCE, PSYCHOLOGY, PHILOSOPHY AND SOCIOLOGY OF EDUCATIONAL MANAGEMENT: TOWARDS A HUMAN-CENTRED INTELLIGENT EDUCATION SYSTEM*
PhD Petronela Daniela FERARU	*National College Iași and 'Ion Neculce' High School, Târgu Frumos, Romania,*	*WHO EDUCATES WHOM? NEGOTIATING AUTHORITY AMONG TEACHERS, STUDENTS, AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE*
PhD Petronela Daniela FERARU	*National College Iași and 'Ion Neculce' High School, Târgu Frumos, Romania,*	*DIGITAL ALTARS AND SYMBOLIC BORDERS: EVERYDAY RELIGION IN THE EXPERIENCE OF TRANSNATIONAL MIGRATION*
Lecturer, PhD Irina-Ana DROBOT	*Technical University of Civil Engineering Bucharest*	*AN ANALYSIS OF A HAIKU POEM ABOUT A HAWK RISING BY JEFFREY FERRARA*
Lecturer, PhD Irina-Ana DROBOT	*Technical University of Civil Engineering Bucharest*	*AN ANALYSIS OF A HAIKU POEM ABOUT GARDENIAS BLOOMING BY AKI TSUKIOKA*
Lecturer, PhD Irina-Ana DROBOT	*Technical University of Civil Engineering Bucharest*	*AN ANALYSIS OF A HAIKU POEM ABOUT THE SPARE KEY BY ALVIN B. CRUZ*

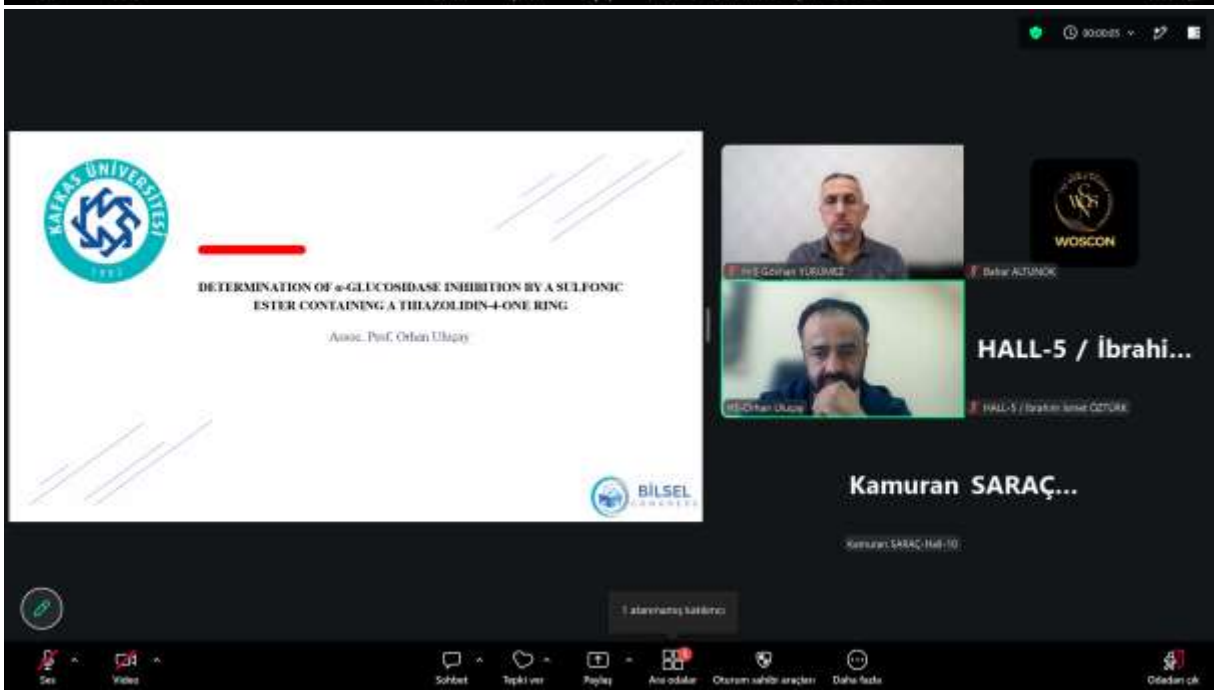

2-Caner Furan
S1-H1 FATMA B...
h4 Erdem Korha...
Burcu Biltekin


Tartışma ve Gelecek Önerileri
Sahadaki Engeller
Simülasyon Eğitimi
Karar Destek & YZ
S1-H1 FATMA B...
Sadık Küçükgün...

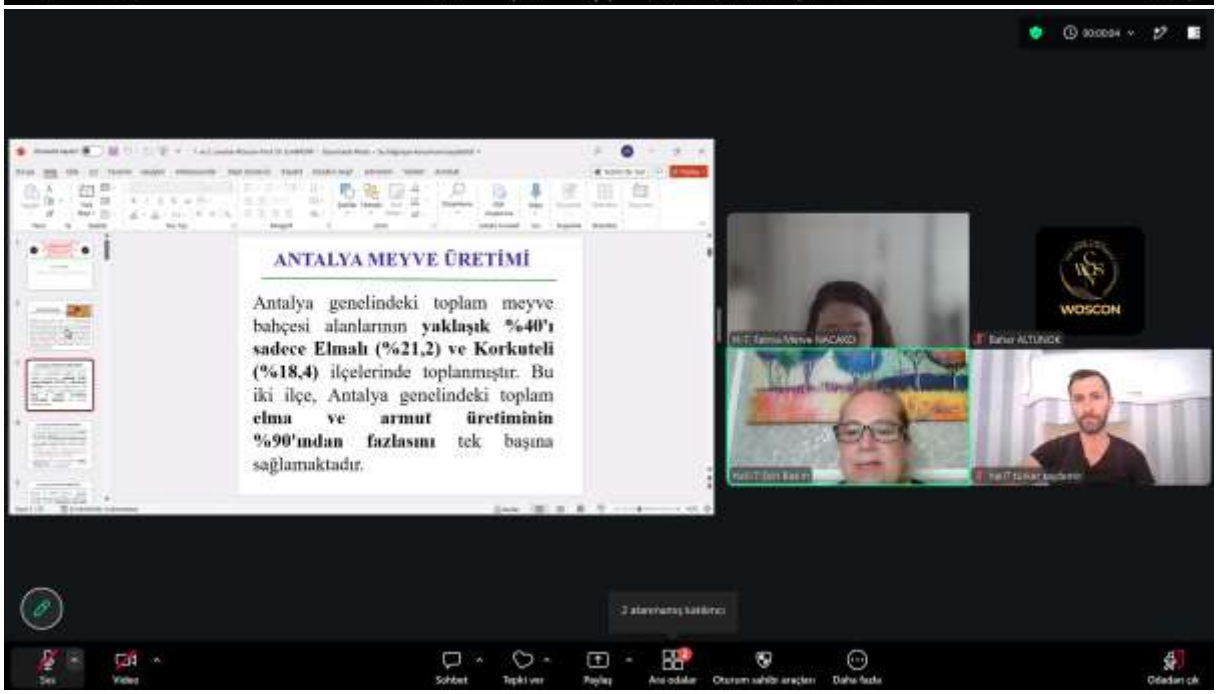

Ağır metal kaynaklı böbrek hasarının önlenmesi ve gelecek projeksiyonları
WOSCON


Araştırma amacı ve hipotezler
WOSCON

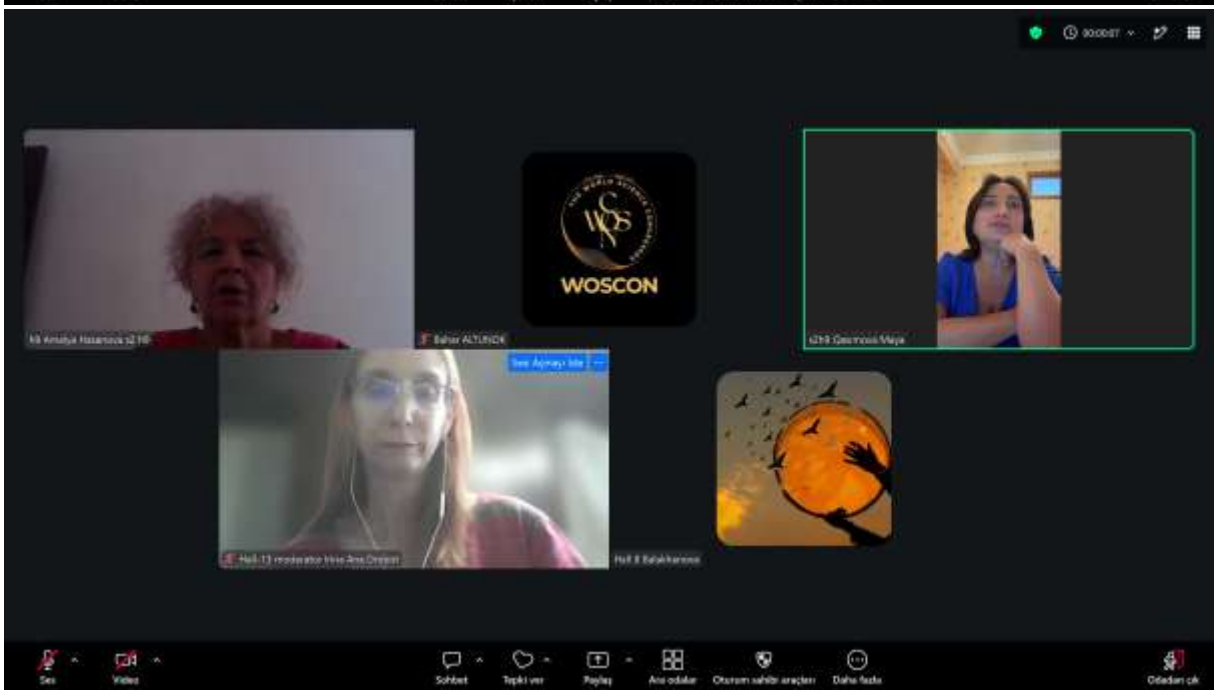
Sonuçlar II — Haftalık Enerji Dengesi
Cumulative Consumption
Cumulative PV Generation
Energy (kWh)
Time (h)
h4 Erdem Korha...
Y. Murat BULUT
WOSCON
Ses
Video
Sohbet
Tepki ver
Paylaş
Ana odalar
Oturum sahibi araçları
Daha fazla
Odadan çık

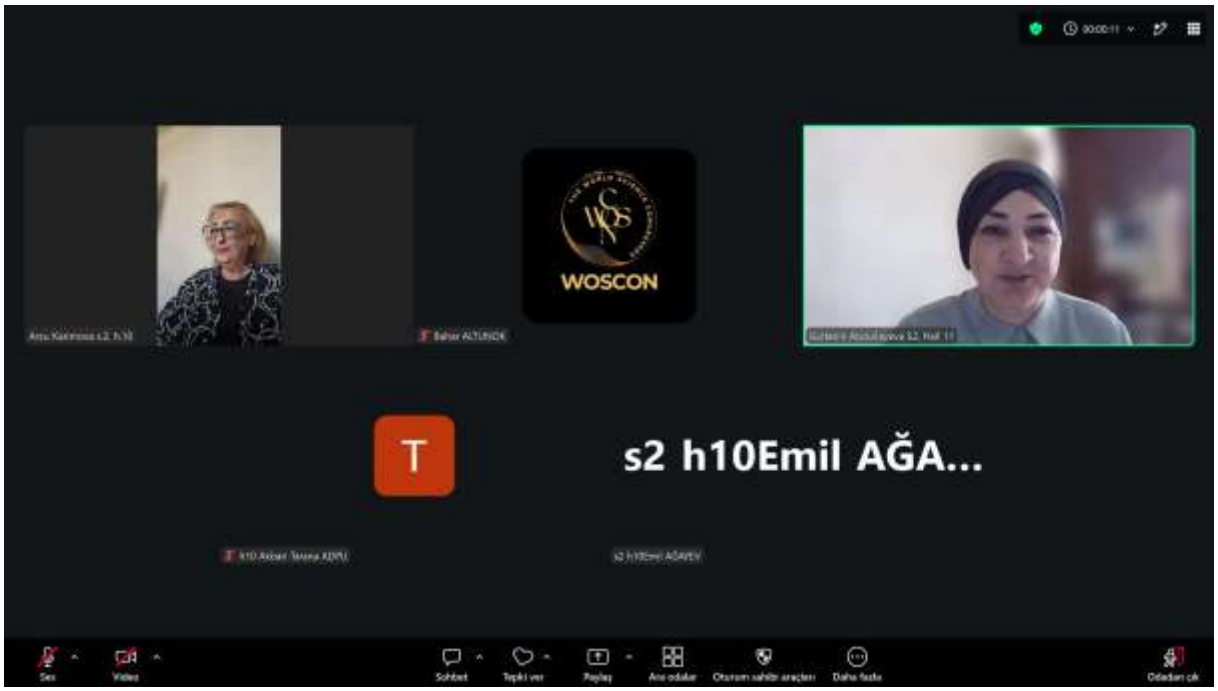

KAFKAS ÜNİVERSİTESİ
DETERMINATION OF α-GLUCOSIDASE INHIBITION BY A SULFONIC ESTER CONTAINING A THIAZOLIDIN-4-ONE RING
Assoc. Prof. Orhan Ulupay
BİLSEL
WOSCON
HALL-5 / İbrahi...
Kamuran SARAÇ...
Ses
Video
Sohbet
Tepki ver
Paylaş
Ana odalar
Oturum sahibi araçları
Daha fazla
Odadan çık

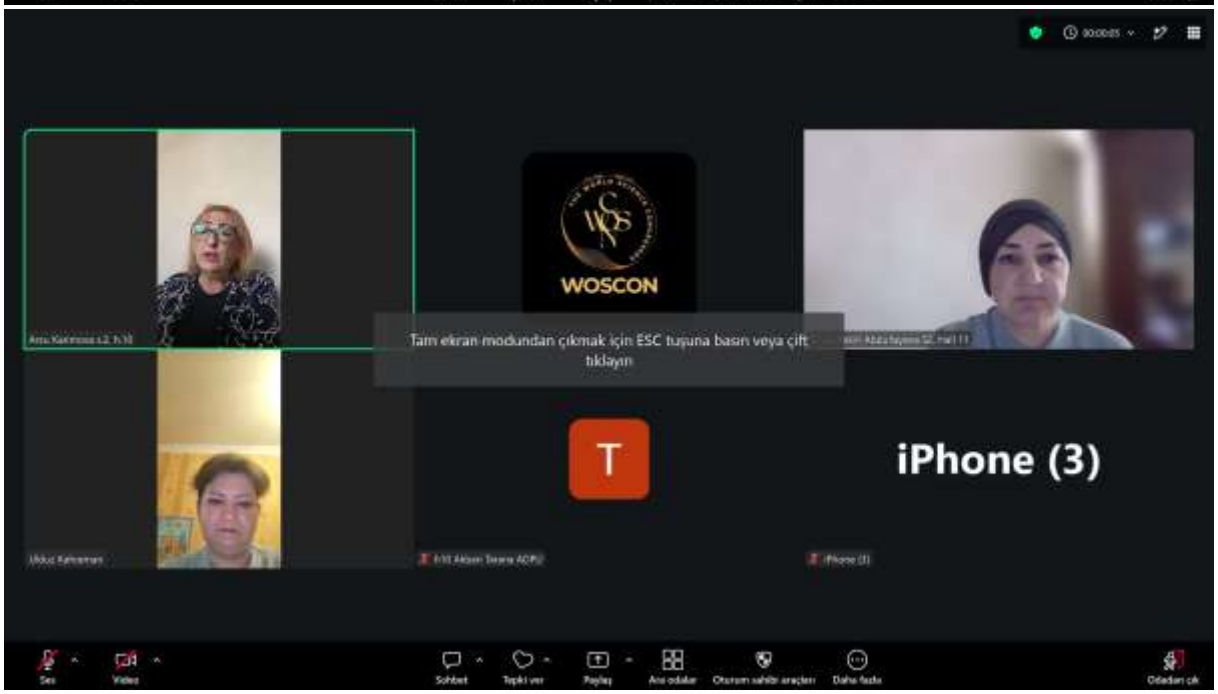
Çalışma Grubu:
N = 209 Ortaokul Öğrencisi (11-14 Yaş, 6., 7., 8. Sınıf).
Cinsiyet Dağılımı:
126 Kız (%60) | 83 Erkek (%40).
Uygun örnekleme yöntemi.
Veri Toplama Araçları:
Google Form üzerinden açık uçlu tek soru:
"Arkadaşlık ..... gibidir, çünkü ....."
Analiz Yöntemi:
Nitel Araştırma / İçerik Analizi (Kavramsallaştırma, kodlama ve tematik sınıflandırma).
WOSCON
HALL-6 NAZAN...

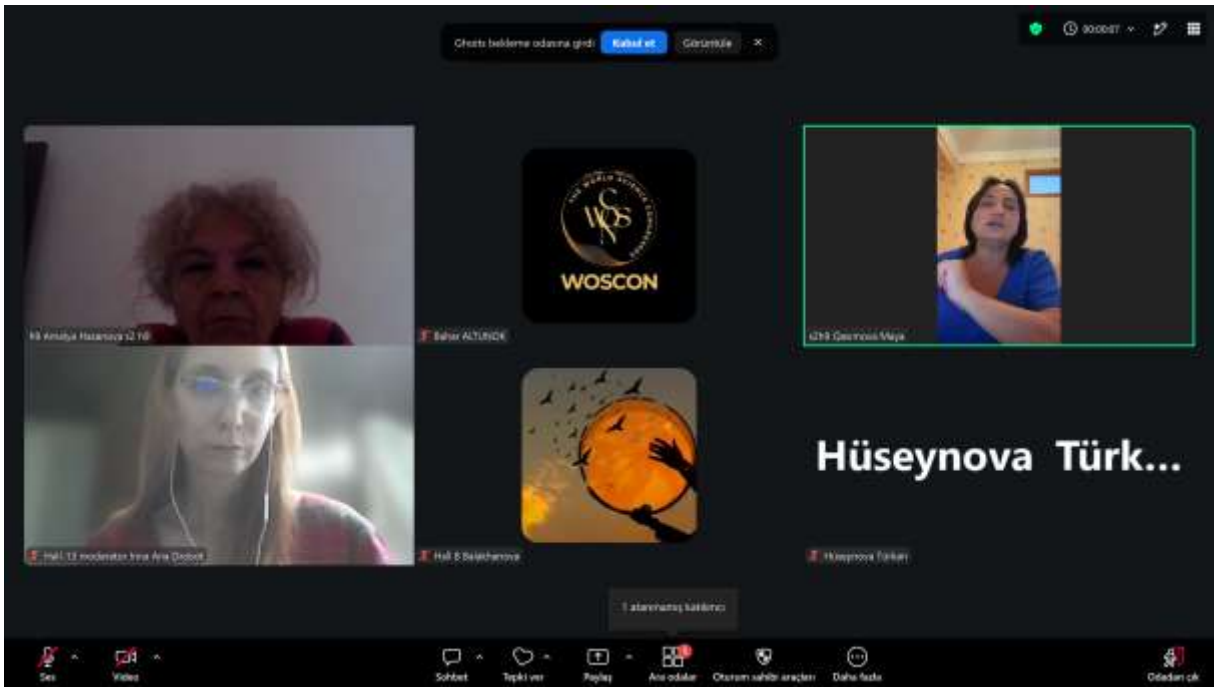

ANTALYA MEYVE ÜRETİMİ
Antalya genelindeki toplam meyve bahçesi alanlarının yaklaşık %40'ı sadece Elmalı (%21,2) ve Korkuteli (%18,4) ilçelerinde toplanmıştır. Bu iki ilçe, Antalya genelindeki toplam elma ve armut üretiminin %90'ından fazlasını tek başına sağlamaktadır.
WOSCON

h9 Amalya Hasa...
WOSCON
s2 h10Emil AĞA...
Arzu Karimova s...
Ses
Video
Sohbet
Tepki ver
Paylaş
Ara odalar
Oturum sahibi araçları
Daha fazla
Sonlandır


WOSCON
Ses
Video
Sohbet
Tepki ver
Paylaş
Ara odalar
Oturum sahibi araçları
Daha fazla
Odadan çık


WOSCON
T
s2 h10Emil AĞA...


WOSCON
Tam ekran modundan çıkmak için ESC tuşuna basın veya çift tıklayın
T
iPhone (3)


WOSCON
Hüseynova Türk...

WOSCON

İÇİNDEKİLER/CONTENTS

MANAGEMENT OF HYPOVOLEMIC SHOCK AND NURSING APPROACHES IN THE LIGHT OF CURRENT GUIDELINES 10

GÜNCEL KILAVUZLAR IŞIĞINDA HİPOVOLEMİK ŞOK YÖNETİMİ VE HEMŞİRELİK YAKLAŞIMLARI 11

THE IMPACT OF RAPID ASSESSMENT SCALES ON NURSES' CLINICAL DECISION-MAKING IN RESPIRATORY EMERGENCIES 30

SOLUNUM ACİLLERİNDE HIZLI DEĞERLENDİRME ÖLÇEKLERİNİN HEMŞİRELERİN KLİNİK KARAR VERME DURUMLARINA ETKİSİ 31

CLIMATE CHANGE AND WOMEN'S HEALTH: IMPACTS ACROSS THE LIFE COURSE 39

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE KADIN SAĞLIĞI: YAŞAM BOYU ETKİLER 40

MICROPLASTICS AND WOMEN'S REPRODUCTIVE HEALTH: EMERGING ENVIRONMENTAL RISKS 47

MİKROPLASTİKLER VE KADIN ÜREME SAĞLIĞI: ORTAYA ÇIKAN ÇEVRESEL RİSKLER 48

ERZURUM (OLUR) YÖRESİNDE DOĞAL YETİŞEN HÜNNAP (*ZİZİPHUS JUJUBA MİLL.*) MEYVELERİNİN FİTOKİMYASAL PROFİLİ VE BİYOAKTİF ÖZELLİKLERİ 55

PHYTOCHEMICAL PROFILE AND BIOACTIVE PROPERTIES OF NATURALLY GROWING JUJUBE (*ZİZİPHUS JUJUBA MİLL.*) FRUITS IN THE ERZURUM (OLUR) REGION 56

AGE ESTIMATION IN ORAL RADIOLOGY 64

AĞIZ RADYOLOJİSİNDE YAŞ TAHMİNİ 65

LEGAL ASPECTS OF FORENSIC RADIOLOGY 71

ADLİ RADYOLOJİNİN HUKUKİ YÖNLERİ 72

POSTBİYOTİKLER VE VETERİNER MİKROBİYOLOJİ: ENFEKSİYONLARIN ÖNLENMESİNDEKİ POTANSİYEL ROLLERİ 77

POSTBIOTICS AND VETERINARY MICROBIOLOGY: THEIR POTENTIAL ROLES IN THE PREVENTION OF INFECTIONS 78

ÇİFTLİK HAYVANLARINDA ANTİMİKROBİYAL DİRENÇ VE RESİSTOM: TEK SAĞLIK PERSPEKTİFİNDEN MİKROBİYOMLAR ARASI GEN TRANSFERİ 88

ANTIMICROBIAL RESISTANCE AND THE RESISTOME IN FARM ANIMALS: GENE TRANSFER BETWEEN MICROBIOMES FROM A ONE HEALTH PERSPECTIVE 89

SİYANOBAKTERİLERDEN ELDE EDİLEN DOĞAL BİLEŞİKLERİN ANTİKANSER POTANSİYELLERİNİN TARANMASI 100

SCREENING OF THE ANTICANCER POTENTIAL OF NATURAL COMPOUNDS OBTAINED FROM CYANOBACTERIA 101

***THYMUS* SPP. ÖZÜTLERİ İLE ELDE EDİLEN GÜMÜŞ NANOPARTİKÜLLERİN BİYOMEDİKAL POTANSİYELİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ 108**

EVALUATION OF THE BIOMEDICAL POTENTIAL OF SILVER NANOPARTICLES OBTAINED FROM *THYMUS* SPP. EXTRACTS 109

RATLARDA AĞIR METALLERLE YAPILAN DENEYSEL BÖBREK HASAR MODELLERİ 114

EXPERIMENTAL KIDNEY DAMAGE MODELS IN RATS WITH HEAVY METALS 115

PULPİTİSİN İNCELENMESİNDE KULLANILAN BİYOKİMYASAL PARAMETRELER 127

BIOCHEMICAL PARAMETERS USED IN THE EVALUATION OF PULPITIS 128

LARENKS SKUAMÖZ HÜCRELİ KARSİNOMDA ASTAKSANTİNİN ANTİTÜMÖR POTANSİYELİNİN ARAŞTIRILMASI: KARBOPLATİN İLE KARŞILAŞTIRMALI BİR İN VİTRO ÇALIŞMA 137

EXPLORİNG THE ANTİTUMOR POTENTİAL OF ASTAXANTHİN İN LARYNGEAL SQUAMOUS CELL CARCİNOMA: AN IN VİTRO COMPARATİVE STUDY WİTH CARBOPLATİN 138

TÜRK KAMU YÖNETİMİNDE DENETİM: YAPISAL SORUNLAR VE ÇÖZÜM ARAYIŞLARI 139

AUDITING IN TURKISH PUBLIC ADMINISTRATION: STRUCTURAL PROBLEMS AND THE SEARCH FOR SOLUTIONS 140

HESAP VEREBİLİRLİK PERSPEKTİFİNDEN OMBUDSMANLIK: TÜRKİYE'DE KAMU DENETÇİLİĞİ KURUMUNUN YAPISI VE İŞLEYİŞİ 155

OMBUDSMANSHIP FROM THE PERSPECTIVE OF ACCOUNTABILITY: THE STRUCTURE AND FUNCTIONING OF THE OMBUDSMAN INSTITUTION IN TÜRKİYE 156

THE ROLE OF DIGITAL SKILLS IN FOSTERING RESILIENT GROWTH IN TOURISM AND HOSPITALITY 169

ULUSLARARASI TİCARETTE KÂĞITSIZLAŞMA: YENİ NESİL TİCARET PLATFORMLARININ ROLÜ 170

PAPERLESSNESS IN INTERNATIONAL TRADE: THE ROLE OF NEXT-GENERATION TRADE PLATFORMS 171

BEYNƏLXALQ TİCARƏTİN İQTİSADİ ARTIM VƏ RƏQABƏT QABİLİYYƏTİNİN FORMALAŞMASINDA ROLU 172

THE ROLE OF INTERNATIONAL TRADE IN SHAPING ECONOMIC GROWTH AND COMPETITIVENESS 173

DİCLE ÜNİVERSİTESİ KÖPRÜSÜ MEMBA-MANSAP HİDROLİK KOŞULLARININ SAHA GÖZLEMLERİ, GENİŞLETİLMİŞ KESİT ANALİZİ VE ÇOK ZAMANLI (2002-2025) UYDU GÖRÜNTÜLERİYLE DEĞERLENDİRİLMESİ 186

HYDRAULIC ASSESSMENT OF THE UPSTREAM-DOWNSTREAM CONDITIONS OF THE DICLE UNIVERSITY BRIDGE THROUGH FIELD OBSERVATIONS, EXTENDED CROSS-SECTION ANALYSIS, AND MULTI-TEMPORAL (2002-2025) SATELLITE IMAGERY 187

PV-BATARYA DESTEKLİ HİBRİT AA/DA MİKROŞEBEKENİN MODELLENMESİ VE KURAL TABANLI ENERJİ YÖNETİMİ: BİR HAFTALIK BENZETİM ÇALIŞMASI 200

MODELING AND RULE-BASED ENERGY MANAGEMENT OF A PV-BATTERY SUPPORTED HYBRID AC/DC MICROGRID: A ONE-WEEK SIMULATION STUDY 201

IMPACT OF IMPERFECT CSI AND PORT JITTER ON THE ERGODIC CAPACITY OF SLOW FLUID ANTENNA MULTIPLE ACCESS SYSTEMS 213

AŞIRI YAYILIM GÖSTEREN SAYMA VERİLERİNDE ÇOKLU DOĞRUSAL BAĞLANTININ LIU TİPİ TAHMİN EDİCİLERLE ELE ALINMASI: 2024 YILI TÜRKİYE İL DÜZEYİ TRAFİK KAZALARINA DAİR BİR UYGULAMA 224

HANDLING MULTICOLLINEARITY IN OVERDISPERSED COUNT DATA WITH LIU-TYPE ESTIMATORS: AN APPLICATION TO 2024 TRAFFIC ACCIDENTS IN TURKISH PROVINCES 225

IŞIK KİRLİLİĞİNİN PEYZAJ ÜZERİNDEKİ OLUMSUZ ETKİLERİ 226

NEGATİVE EFFECTS OF LİGHT POLLUTİON ON LANDSCAPES 227

4-{[(4-OKSOTİYAZOLİDİN-2-İLİDEN)HİDRAZONO]METİL}FENİL PROPİYONAT BİLEŞİĞİNİN A-GLUKOZİDAZ İNHİBİSYON AKTİVİTESİNİN *İN VİTRO* DEĞERLENDİRİLMESİ 228

EVALUATION (*İN VİTRO*) OF THE A-GLUCOSIDASE INHIBITORY ACTIVITY OF 4-{[(4-OXOTHIAZOLIDIN-2-YLIDENE) HYDRAZONO]METHYL}PHENYL PROPIONATE 229

TİYAZOLİDİN-4-ON HALKASI İÇEREN BİR SÜLFONİK ESTERİN A-GLUKOZİDAZ İNHİBİSYONUNUN BELİRLENMESİ 238

DETERMINATION OF A-GLUCOSIDASE INHIBITION BY A SULFONIC ESTER CONTAINING A THIAZOLIDIN-4-ONE RING 239

N-ASETİL-5-METOKSİTRİPTAMİN YAPISININ SWİSS ADME PARAMETRELERİNİN İNCELENMESİ..... 250

INVESTIGATION OF SWISS ADME PARAMETERS OF SCHIFF BASE STRUCTURE 259

DFT INVESTIGATION OF STRUCTURAL, ELECTRONIC, AND VIBRATIONAL PROPERTIES OF 2-ACETYLTHIOPHENE-N-METHYL THIOSEMICARBAZONE 268

QUANTUM CHEMICAL AND VIBRATIONAL SPECTRAL ANALYSIS OF 2-ACETYLTHIOPHENE THIOSEMICARBAZONE BY DFT METHOD 281

TÜRKİYE'DEKİ *ELLOBİUS LUTESCENS* THOMAS, 1897 TÜRÜNDE *CYSTİCERCUS FASCİOLARİS* ENDOPARAZİTİ 292

ENDOPARASITE *CYSTİCERCUS FASCİOLARİS* IN *ELLOBİUS LUTESCENS* THOMAS, 1897 IN TÜRKİYE 293

TÜRKİYE YÜZYILI MAARİF MODELİ'NDE TÜKETİCİ OKURYAZARLIĞI VE PAZARLAMA FARKINDALIĞI: İLKOKUL VE ORTAOKUL ÖĞRETİM PROGRAMLARI ÜZERİNE BETİMSEL BİR İNCELEME 294

CONSUMER LITERACY AND MARKETING AWARENESS IN THE TÜRKİYE CENTURY EDUCATION MODEL: A DESCRIPTIVE EXAMINATION OF PRIMARY AND LOWER SECONDARY SCHOOL CURRICULA 295

OYUN ƏSASLI TƏLİM TEXNOLOGİYALARI: MÜASİR TƏHSİL PARADİQMASINDA YERİ, TƏTBİQİ VƏ PEDAQOJİ EFFEKTİVLİYİ 310

GAME-BASED LEARNING TECHNOLOGIES: THEIR PLACE, APPLICATION, AND PEDAGOGICAL EFFECTIVENESS IN THE MODERN EDUCATIONAL PARADIGM 311

OYUN ƏSASLI TƏLİM TEXNOLOGİYALARI: MÜASİR TƏHSİL PARADİQMASINDA YERİ, TƏTBİQİ VƏ PEDAQOJİ EFFEKTİVLİYİ 312

ERKEN ERGENLİK DÖNEMİNDEKİ ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN "ARKADAŞLIK" KAVRAMINA YÖNELİK ALGILARININ METAFORLAR ARACILIĞIYLA İNCELENMESİ 318

AN EXAMINATION OF MIDDLE SCHOOL STUDENTS' PERCEPTIONS OF THE CONCEPT OF "FRIENDSHIP" DURING EARLY ADOLESCENCE THROUGH THE USE OF METAPHORS 319

NEF'Î DİVANI'NDA PEYGAMBER KISSALARININ ŞAİRİN POETİKASININ İFADESİNDEKİ ROLÜ 334

THE ROLE OF PROPHET STORIES IN THE EXPRESSION OF THE POET'S POETICS IN NEF'Î'S DIVAN 335

ÇOCUK EDEBİYATINDA ŞİİRSEL DÜŞÜNCENİN GÜCÜYLE ESTETİK-AHLAKİ EĞİTİMİ ŞEKİLLENDİREN GÖRÜNTÜLER DÜNYASI 353
THE WORLD OF IMAGES THAT FORM AESTHETIC-MORAL EDUCATION 354
WITH THE POWER OF POETIC THOUGHT IN CHILDREN'S LITERATURE 354
UŞAQ ƏDƏBİYYATINDA POETİK TƏFƏKKÜRÜN GÜCÜ İLƏ ESTETİK-MƏNƏVİ 355
TƏRBİYƏNİ FORMALAŞDIRAN OBRAZLAR DÜNYASI 355
BEŞKONAK (MANAVGAT) YÖRE HALKININ YABANİ ORMAN MEYVELERİNDEN FAYDALANMA DAVRANIŞLARININ BELİRLENMESİ 361
DETERMINATION OF LOCAL PEOPLE'S UTILIZATION PRACTICES OF WILD FOREST FRUITS IN BEŞKONAK (MANAVGAT) 362
İSTİRİDYE (*PLEUROTUS* SPP.) MANTARLARININ GIDA, TARIM VE TIBBİ ALANLARINDA KULLANIMLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ 372
EVALUATION OF THE USES OF OYSTER MUSHROOMS *(PLEUROTUS* SPP.) IN THE FOOD, AGRICULTURAL, AND MEDICAL FIELDS 373
ANTALYA İLİ ELMALI VE KORKUTELİ İLÇELERİNDEKİ MEYVE ÜRETİCİLERİNİN BİTKİ KORUMA UYGULAMALARININ KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ 380
COMPARATIVE ANALYSIS OF PLANT PROTECTION PRACTICES OF FRUIT GROWERS IN THE ELMALI AND KORKUTELI DISTRICTS OF ANTALYA PROVINCE 381
ADANA TAŞKINLARININ İNCELENMESİ: KAR ERİMESİ, FIRTINA YAĞIŞI VE DENİZ KABARMASINDAN OLUŞAN BİLEŞİK ETKENLERİN COPULA ANALİZİ 389
INVESTİGATİON OF ADANA FLOODS: COPULA ANALYSİS OF COMPOUND FACTORS CONSİSTİNG OF SNOWMELT, STORM RAİNFALL, AND STORM SURGE 390
GELENEKSEL FOSFORLU GÜBRELER VE KAN UNU UYGULAMALARININ BUĞDAY VERİMİNE ETKİLERİ 400
EFFECTS OF TRADITIONAL PHOSPHORUS FERTILIZERS AND BLOOD MEAL APPLICATIONS ON WHEAT YIELD 401
İKLİM RİSKLERİNİN GÖLGESİNDE: FİZİKSEL VE GEÇİŞ RİSKİ ŞOKLARININ AVRUPA AĞIRLIKLI GELİŞMİŞ ÜLKE BORSALARIYLA İLİŞKİSİ 402

IN THE SHADOW OF CLIMATE RISKS: THE RELATIONSHIP BETWEEN PHYSICAL AND TRANSITION RISK SHOCKS AND STOCK MARKETS IN PREDOMINANTLY EUROPEAN ADVANCED ECONOMIES 403

FAZLA NAKİT FİRMA DEĞERİNİ AZALTIYOR MU? BIST 50'DEN KANITLAR..... 413

DOES EXCESS CASH REDUCE FİRM VALUE? EVİDENCE FROM THE BIST 50 414

PLANT-BASED BİOPESTİCİDES AND THEİR EFFİCİENCY İN CROP PROTECTİON:..... 424

A COMPREHENSİVE REVİEW 424

SUSTAINABLE SYNTHESIS OF BIO-BASED SCHIFF BASES FROM NATURAL ALDEHYDES AND AMINES: RECENT ADVANCES IN REACTION CHEMISTRY, STRUCTURAL CHARACTERIZATION, ANTIOXIDANT PROPERTIES, AND FUTURE APPLICACTIONS .. 439

PLANT-DERIVED CATALYSTS FOR SUSTAINABLE SYNTHESIS OF BIOACTIVE HETEROCYCLIC COMPOUNDS:..... 440

A COMPREHENSIVE REVIEW OF GREEN CHEMISTRY APPROACHES 440

QUANTITATIVE ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL STATUS OF ECOSYSTEMS BASED ON BIODIVERSITY INDICES AND BIOINDICATION PARAMETERS..... 456

STRUCTURAL REORGANIZATION PROCESSES AND ECOLOGICAL RESISTANCE MECHANISMS OF FOREST ECOSYSTEMS UNDER CLIMATE CHANGE 476

MÜASİR BİOMETRİK TƏDQİQATLARDA SÜNİ İNTELLEKTİN TƏTBİQİ İMKANLARI 499

THE APPLİCABİLİTY OF ARTİFİCİAL INTELLİGENCE İN MODERN BİOMETRİC RESEARCH 500

BİOMETRİK MƏLUMATLARIN TOPLANMASI VƏ BİOMETRİK İDENTİFİKASİYASI 501

MİCHAEL SUGRUE'NUN PERSPEKTİFİNDEN ARİSTOFANES KOMEDYALARINDA GELENEK, SAVAŞ VE SOKRATES KARŞITLIĞI 507

TRADİTİON, WAR, AND ANTİ-SOCRATİSM İN ARİSTOPHANİC COMEDY FROM THE PERSPECTİVE OF MİCHAEL SUGRUE 509

İBTİDAİ SİNİF ŞAGİRDLƏRİNİN YARADICI YAZI QABİLİYYƏTİNİN İNKİŞAFI..... 511

DEVELOPMENT OF CREATIVE WRITING SKILLS AMONG PRIMARY SCHOOL STUDENTS: THEORETICAL AND PRACTICAL APPROACHES 512

NÜBÜVVƏT VƏ İMAMƏT İŞIQLARI: İLAHİ ƏMANƏTLƏR VƏ BƏŞƏRİ MÜNASİBƏT HALLARI 519

THE LIGHTS OF PROPHETSHIP AND IMAMATE: DIVINE TRUSTS AND HUMAN RELATIONSHIPS 521
NAXÇIVAN ƏDƏBİ MERİDİAN ÜFÜQLƏRİ TƏNQİDÇİNUN TRİBUNASINDA 523
(IIYAZI): ƏDƏBİ MÜHİTDƏ ŞAİR HÜSEYN RAZİ TƏRZİ 523
NAKHCHIVAN LITERARY MERIDIAN HORIZONS IN THE CRITIC'S TRIBUNE 525
(IIYAZI): POET HUSEYN RAZI TERZI IN THE LITERARY ENVIRONMENT 525
ANTİK ÇAĞ'DAN MODERN LİTEATÜRE AİLE VE EVLİLİK SORUNLARI: JOHN GALSWORTHY VE KARŞILAŞTIRMALI BİR EDEBİYAT SOSYOLOJİSİ ANALİZİ 527
FAMILY AND MARRIAGE ISSUES FROM ANTIQUITY TO MODERN LITERATURE: JOHN GALSWORTHY AND A COMPARATIVE ANALYSIS IN THE SOCIOLOGY OF LITERATURE 528
ÖZBƏKİSTAN–AZƏRBAYCAN ƏDƏBİ-MƏNƏVİ MÜNASİBƏTLƏRİ VƏ TÜRKİYƏ MƏDƏNİ İRSİ 537
THE IMPACT OF PRONUNCIATION ON ORAL COMMUNICATION SKILLS 542
MÜASİR TƏHSİL KONTEKSTİNDƏ AZƏRBAYCAN UŞAQ NƏSRİNİN SOSİAL-EMOSİONAL VƏ İNTERKULTURAL İMKANLARININ TƏDQİQİ 545
YAVAŞ ÖĞRENEN (LENG) ÇOCUKLARIN NÖROFİZYOLOJİK ÖZELLİKLERİ VE KAPSAYICI EĞİTİM TAKTİKLERİ 548
NEUROPHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF SLOW LEARNERS AND INCLUSIVE PEDAGOGICAL TACTICS 549
NIZAMI GƏNCƏVININ “SIRLƏR XƏZINƏSI” POEMASI VIII MƏQALƏT:“XILQƏTIN GÖZƏLLIYI VƏ KAMALIN QÜDRƏTI” 555
NİZAMİ GANJAVİ'S POEM "TREASURE OF SECRETS" VIII ARTİCLE: "THE BEAUTY OF CREATİON AND THE POWER OF PERFECTİON" 556

LITERARY MOVEMENTS AND THEIR IDEOLOGICAL AND AESTHETIC CHARACTERISTICS 558

DEVELOPMENT OF STUDENTS' CREATİVE SKİLLS THROUGH GAME-BASED LEARNİNG ... 561

MƏXTUMQULU FƏRAQİ LİRİKASININ MÖVZU DAİRƏSİ 565

THE SUBJECT CIRCLE OF MAKHTUMGULU FARAGI LYRICS 565

RƏŞAD NURİ GÜNTƏKİN YARADICILIĞINDA QADIN OBRAZLARI 571

ŞƏKİ-ZAQATALA DİALEKT ZONASININ FONETİK XÜSUSİYYƏTLƏRİ 575

PHONETIC FEATURES OF THE SHAKI-ZAGATALA DIALECT ZONE 576

ŞƏKİ-ZAQATALA DİALEKT ZONASININ FONETİK XÜSUSİYYƏTLƏRİ 577

OXU TƏLİMİNDƏ STRATEGİYALI YANAŞMANIN ROLU 582

THE ROLE OF STRATEGIC APPROACHES IN READING INSTRUCTION 583

A MORPHOLOGİCAL AND PHONOLOGİCAL APPROACH TO STRESS PREDİCTİON İN ENGLİSH 588

DEVELOPMENT AND DURABILITY ASSESSMENT OF GBFS–METAKAOLIN-BASED GEOPOLYMER CONCRETE 594

COMPLEX Q-RUNG ORTHOPAIR FUZZY DECISION-MAKING APPPROACH WITH DIVERGENCE AND ENTROPY MEASURES 595

DOMBI AGGREGATION APPROCH FOR MULTI CRITERIA GROUP DECISION- MAKING WITH 2-TUPLE LINGUISTIC Q- RUNG ORTHOPAIR FUZZY INFORMATION 596

STATİK MANYETİK ALANIN İNSAN GLİOBLASTOMA U87-MG HÜCRELERİNİN BİYOFİZİKSEL DAVRANIŞLARI ÜZERİNE ETKİLERİ 597

EFFECTS OF STATIC MAGNETIC FIELD ON THE BIOPHYSICAL BEHAVIOR OF HUMAN GLIOBLASTOMA U87-MG CELLS 598

SCALİNG UP LOCAL HALAL FOOD ENTERPRİSES: AN EMPİRİCAL STUDY OF THE FOOD AND BEVERAGE SECTOR İN PEKALONGAN, CENTRAL JAVA 599

DEVELOPMENT OF HALAL COSMETICS, PHARMACEUTICALS, AND HEALTH PRODUCTS IN CENTRAL JAVA, INDONESIA 607

JUDUL HALAL LOGİSTİCS AND SUPPLY CHAİN İN PEKALONGAN REGENCY 625

THE DEVELOPMENT OF MODEST FASHION AND HALAL LIFESTYLE IN CENTRAL JAVA ... 630

BUİLDİNG A HALAL CREATİVE ECONOMY ECOSYSTEM: EVİDENCE FROM MSMES İN PEKALONGAN REGENCY 638

DEVELOPING MUSLIM-FRIENDLY TOURISM IN CENTRAL JAVA: INTEGRATING LOCAL WISDOM, HALAL ECOSYSTEMS, AND STAKEHOLDER COLLABORATION 639

LAND DYNAMICS AND LIVELIHOODS OF FAMILY FARMING HOUSEHOLDS IN THE COMMUNE OF KPOMASSÈ, SOUTHWESTERN BENIN 650

ARTIFICIAL INTELLIGENCE, PSYCHOLOGY, PHILOSOPHY AND SOCIOLOGY OF EDUCATIONAL MANAGEMENT: TOWARDS A HUMAN-CENTRED INTELLIGENT EDUCATION SYSTEM 665

WHO EDUCATES WHOM? NEGOTIATING AUTHORITY AMONG TEACHERS, STUDENTS, AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE 684

DIGITAL ALTARS AND SYMBOLIC BORDERS: EVERYDAY RELIGION IN THE EXPERIENCE OF TRANSNATIONAL MIGRATION 710

AN ANALYSIS OF A HAIKU POEM ABOUT THE SPARE KEY BY ALVIN B. CRUZ 738

AN ANALYSIS OF A HAIKU POEM ABOUT A HAWK RISING BY JEFFREY FERRARA 743

AN ANALYSIS OF A HAIKU POEM ABOUT GARDENIAS BLOOMING BY AKI TSUKIOKA 748

MANAGEMENT OF HYPOVOLEMIC SHOCK AND NURSING APPROACHES IN THE LIGHT OF CURRENT GUIDELINES

Research Assistant Abdurrahman ACAR[1]/ Professor Sevilay ERDEN[2]

[1]Niğde Ömer Halisdemir University, Zübeyde Hanım Faculty of Health Sciences, Surgical Nursing, Niğde, Türkiye, ORCID ID: 0009-0004-5315-8263, a.car7272@hotmail.com

[2]Çukurova University, Faculty of Health Sciences, Surgical Nursing, Adana, Türkiye, ORCID ID: 0000-0002-6519-864X, sevilaygil@gmail.com

Abstract

Hypovolemic shock is a critical emergency condition characterized by cellular hypoxia and impaired tissue perfusion due to intravascular volume loss, carrying a high risk of mortality. In trauma-related cases, mortality rates of around 6% emphasize the importance of early diagnosis and evidence-based rapid intervention protocols. This review aims to evaluate the clinical effectiveness of nursing approaches in hypovolemic shock management in the context of current literature and international/national guidelines. The study summarizes pathophysiological mechanisms, diagnostic methods, emergency care protocols (ATLS, European Trauma Guidelines), and nursing care processes. Intravascular volume loss reduces venous return and cardiac output, leading to anaerobic metabolism, lactic acidosis, and multi-organ failure. “Shock Index” and lactate levels are highlighted as early diagnostic indicators. Damage Control Resuscitation (DCR) principles recommend rapid hemorrhage control, permissive hypotension (systolic BP: 80–90 mmHg), and balanced blood product transfusion (1:1:1 ratio). Nurses play a critical role in hemodynamic monitoring, massive transfusion management, and complication surveillance, guided by nursing diagnoses such as “Risk for impaired tissue perfusion” and “Deficient fluid volume.” Literature indicates that emergency nurses may face challenges due to limited protocol awareness, restricted autonomy, and workload. Nevertheless, adherence to DCR principles and balanced transfusion strategies significantly improve survival. Expanding simulation-based continuous training and integrating clinical decision support systems are recommended to strengthen nurses’ compliance with trauma protocols and enhance clinical decision-making skills.

Keywords: Hypovolemic shock, damage control resuscitation, nursing care, trauma management.

GÜNCEL KILAVUZLAR IŞIĞINDA HİPOVOLEMİK ŞOK YÖNETİMİ VE HEMŞİRELİK YAKLAŞIMLARI

Araş. Gör. Abdurrahman ACAR[1]/ Prof. Dr. Sevilay ERDEN[2]

[1]Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Zübeyde Hanım Sağlık Bilimleri Fakültesi, Cerrahi Hemşireliği, Niğde, Türkiye, ORCID ID: 0009-0004-5315-8263, a.car7272@hotmail.com

[2]Çukurova Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Cerrahi Hemşireliği, Adana, Türkiye, ORCID ID: 0000-0002-6519-864X, sevilaygil@gmail.com

Özet

Hipovolemik şok, intravasküler hacim kaybına bağlı gelişen hücresel hipoksi ve doku perfüzyon bozukluğu ile karakterize, yüksek mortalite riski taşıyan kritik bir acil durumdur. Travmaya bağlı olgularda mortalite oranlarının %6 civarında seyretmesi, erken tanı ve kanıta dayalı hızlı müdahale protokollerinin önemini göstermektedir. Bu derlemenin amacı, hipovolemik şok yönetiminde hemşirelik yaklaşımlarının klinik etkinliğini güncel literatür ve uluslararası/ulusal kılavuzlar ışığında değerlendirmektir. Çalışmada; patofizyolojik mekanizmalar, tanısal değerlendirme yöntemleri, acil bakım protokolleri (ATLS, Avrupa Travma Kılavuzları) ve hemşirelik bakım süreçleri özetlenmiştir. İntravasküler hacim kaybı venöz dönüş ve kardiyak debiyi azaltarak anaerobik metabolizma, laktik asidoz ve çoklu organ yetmezliğine yol açmaktadır. Tanıda "Şok İndeksi" ve laktat düzeyleri erken göstergeler olarak öne çıkmaktadır. Hasar Kontrol Resüsitasyonu (HKR) kapsamında hızlı kanama kontrolü, permisif hipotansiyon hedefi ve dengeli kan ürünü transfüzyonu (1:1:1) önerilmektedir. Hemşireler hemodinamik monitörizasyon, masif transfüzyon ve komplikasyon takibinde kritik rol üstlenmektedir. Literatürde, protokol farkındalığı ve iş yükü gibi nedenlerle uygulamalarda güçlükler bildirilmektedir. Bununla birlikte HKR ilkeleri ve dengeli transfüzyon stratejilerinin sağkalımı artırdığı gösterilmiştir. Bu nedenle simülasyon temelli eğitim programlarının yaygınlaştırılması ve klinik karar destek sistemlerinin entegrasyonu önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: Hipovolemik şok, hasar kontrol resüsitasyonu, hemşirelik bakımı, travma yönetimi.

GİRİŞ

Hipovolemik şok, intravasküler hacim kaybı sonucu gelişen doku perfüzyon bozukluğu ve hücresel hipoksi ile karakterize, acil müdahale gerektiren kritik bir klinik tablodur (Novak, 2025). Kan kaybı veya vücut sıvılarındaki ani azalış, metabolik dengeyi hızla bozarak çoklu organ yetmezliği gibi ciddi komplikasyonlara ve nihayetinde ölüme zemin hazırlamaktadır (Filho & Dias, 2024). Bu nedenle, şokun erken dönemde tanınması ve intravenöz sıvı resüsitasyonu gibi hızlı tedavi stratejilerinin uygulanması, hastanın hayatta kalma şansını artırmak için yaşamsal önem taşımaktadır (Putri & Millizia, 2025). Acil bakım süreçlerinde, özellikle travma kaynaklı hipovolemik şok vakalarında mortalite oranlarının %6 civarında seyrettiği rapor edilmektedir (Putri & Millizia, 2025). Bu tablo, klinik prognozun iyileştirilmesi adına erken tanı ve kanıta dayalı hızlı müdahale protokollerinin acil bakım disiplinindeki temel belirleyiciler olduğunu göstermektedir. Bu süreçte, hemşirelerin klinik yetkinliği, hemodinamik parametrelerin sürekli izlenmesi ve etkin bakım girişimlerinin uygulanması noktasında kritik bir rol oynamaktadır (Witjaksono ve ark., 2025). Bu bildirinin temel amacı, hipovolemik şok yönetiminde hemşirelik yaklaşımlarının klinik etkinliğini güncel literatür ve kılavuzlar ışığında değerlendirmektir. Çalışma kapsamında şokun patofizyolojik süreçleri, tanısal değerlendirme yöntemleri ve acil bakımda uygulanan güncel tedavi protokolleri kapsamlı bir şekilde irdelenerek, hemşirelik eğitimine ve uygulamalarına yönelik öneriler sunulmaktadır.

HİPOVOLEMİK ŞOKUN PATOFİZYOLOJİSİ

Hipovolemik şok, intravasküler hacmin belirgin azalması sonucu gelişen doku perfüzyon bozukluğu ve hücresel hipoksi ile karakterize, mortalite riski yüksek kompleks bir patofizyolojik süreçtir (Novak, 2025). Bu sürecin temel dinamikleri, kan kaybının yol açtığı hemodinamik çöküşten hücresel düzeydeki metabolik bozulmaya kadar şu başlıklar altında incelenebilir:

Kan Kaybı ve Dolaşım Üzerindeki Etkiler

İntravasküler hacimdeki ani ve belirgin azalma, venöz dönüşü (pre-load) doğrudan düşürerek kalbin dolumunu kısıtlar ve Frank-Starling mekanizması uyarınca kardiyak debide dramatik bir azalmaya neden olur. Kalpten pompalanan kan miktarının yetersizleşmesi, dokulara ulaşan oksijen sunumunu kritik seviyelerin altına indirir; bu durum, hücresel düzeyde metabolik gereksinimlerin karşılanamamasına, oksijen borçlanmasına ve doku perfüzyonunun bozulmasına yol açar (Gutiérrez ve ark., 2004; Valade ve ark., 2021; Karamercan, 2025).

Kompansasyon Mekanizmaları

Vücut, başlangıç evresinde düşük kan basıncını ve azalmış kardiyak debiyi normalize etmek için hızla devreye giren nörohumoral yanıtlar geliştirir. Arteriyel ve kardiyopulmoner baroreseptörler, düşük basıncı hızla tespit ederek sempatik sinir sistemi aktivitesini uyarır. Bu yanıt, sistemik vasküler direnci artırmak için periferik vazokonstriksiyonu tetiklerken, kalp hızını ve miyokard kontraktilitesini artırarak kardiyak debiyi korumaya çalışır. Aynı zamanda, renin-anjiyotensin-aldosteron sistemi ve antidiüretik hormon aktivasyonu ile su ve sodyum tutulumu artırılarak dolaşan kan hacmi optimize edilmeye çalışılır; bu süreçler hayati organlara (kalp, beyin) kan akışını önceliklendirir (Schiller ve ark., 2017; Valade ve ark., 2021).

İleri Evre Değişiklikler

Kompansasyon mekanizmaları, hacim kaybı devam ettiğinde veya kritik eşiği (genellikle %30-40 kaybı) aştığında yetersiz kalır. Doku hipoksisinin derinleşmesi, hücrelerin zorunlu olarak anaerobik metabolizmaya geçmesine neden olur. Bu metabolik geçiş, laktik asit birikimiyle karakterize laktik asidozu tetikler ve asidoz tablosu miyokard fonksiyonlarını daha da baskılayarak kardiyovasküler kollapsı hızlandırır. İleri evrede, kompansasyonun çöküşüyle birlikte vazokonstriksiyonun sürdürülmesi hayati organlara giden kan akışını bile azaltarak renal, hepatik ve serebral iskemiye; nihayetinde ise çoklu organ yetmezliğine ve geri dönüşümsüz şok evresine yol açar (Valade ve ark., 2021; Pandey, 2024; Karamercan, 2025).

KLİNİK BULGULAR VE TANI

Hipovolemik şokta klinik tablo, sistemik hipoperfüzyonun derecesine ve vücudun kompansasyon kapasitesine bağlı olarak gelişen belirtilerin sistematik bir şekilde değerlendirilmesiyle saptanır (Torakulov, 2026). Fiziksel muayenede gözlenen deri soğukluğu, kapiller geri dolum süresinde uzama, taşikardi, hipotansiyon, solukluk ve soğuk terleme gibi bulgular, azalmış doku perfüzyonunun tipik yansımalarıdır. Özellikle, arteriyel basınçtaki düşüşle birlikte baroreseptörlerin aktivasyonu sonucu gelişen taşikardi, sistemik vasküler direncin artışıyla seyreden erken kompansasyon evresinin temel göstergelerinden biridir (Kulkarni ve ark., 2022; Agrawal & Waindeskar, 2023). Bununla birlikte, yalnızca izole vital bulgular şokun şiddetini belirlemede bazen yetersiz kalabilmektedir. Bu noktada, kalp hızının sistolik kan basıncına oranlanmasıyla hesaplanan "Şok İndeksi" (Nabız / Sistolik Kan Basıncı), hipovoleminin erken dönemde tanınmasında ve ciddiyetinin risk gruplarına göre sınıflandırılmasında daha güvenilir bir araç olarak öne çıkmaktadır (Spahn ve ark., 2019; Carsetti ve ark., 2023). Klinik değerlendirmeyi desteklemek amacıyla laboratuvar ve görüntüleme yöntemlerine başvurulması hayati önem taşır. Laktik asit seviyelerindeki artış ve baz açığı, hücresel düzeydeki metabolik bozulmanın ve doku perfüzyon yetersizliğinin objektif göstergeleridir. Görüntüleme alanında ise, özellikle travma vakalarında

Odaklanmış Travma Ultrasonografisi hızlı bir tanı aracı olarak kullanılırken, bilgisayarlı tomografi tetkikleri, "hipovolemik şok kompleksi" bulgularını (örn. vasküler çaplarda azalma, organ perfüzyon değişiklikleri) ortaya koyarak şokun derecelendirilmesine katkı sağlamaktadır (Tarrant ve ark., 2008; Wang ve ark., 2013; Belgaumi ve ark., 2023; Shoshiashvili & Gamkrelidze, 2025). Bu aşamada hücresel düzeyde meydana gelen proton pompası yetmezliği ve iyon transportundaki bozulmalar, membranın yapısal bütünlüğünün kaybına ve hücresel enerji stoklarının tükenmesine neden olmaktadır (Di Carlo ve ark., 2021). Bu durum, özellikle hücresel düzeyde adenozin trifosfat üretiminin ciddi oranda düşmesine ve inorganik fosfatlar ile serbest radikallerin dokularda birikerek geri dönüşümsüz hücresel hasarı tetiklemesine yol açar (Magnin, 2021).

İLK MÜDAHALE BASAMAKLARI

Hipovolemik şok vakalarında temel yaklaşım, kanamanın hızla kontrol altına alınması ve doku perfüzyonunu sağlamak amacıyla ivedilikle ancak kontrollü bir resüsitasyon stratejisinin uygulanması prensibine dayanır (Braune ve ark., 2025). Bu süreç, "hasar kontrol resüsitasyonu" ilkeleri doğrultusunda yapılandırılmış olup, mortaliteyi düşürmek için şu temel basamakları içerir:

Kanama Kontrol Yöntemleri

Travma sonrası önlenebilir ölümlerin birincil nedeni olan kanamanın kontrolü, tedavinin ilk ve en kritik basamağıdır (Top, 2025). Eksternal kanamalarda temel yaklaşım; doğrudan manuel bası veya basınçlı bandaj kullanımıdır. Ekstremite kaynaklı ve diğer yöntemlerle kontrol altına alınamayan masif arteriyel kanamalarda ise, turnike uygulaması hızlı ve etkin bir yöntem olarak kabul edilmekte olup, uygun uygulandığında %90'ın üzerinde başarı oranlarına ulaşılabilmektedir (Spahn ve ark., 2019; Bondarenko ve ark., 2025). Pelvik bölge yaralanmalarında ise pelvik bağlayıcıların (pelvic binder) kullanımı stabilizasyonu desteklemektedir (Spahn ve ark., 2019). Derin ve anatomik olarak zorlu bölgelerdeki penetran yaralanmalarda, standart yöntemlerin yetersiz kaldığı durumlarda, foley kateter balonu ile tamponad, kesin cerrahi müdahaleye kadar zaman kazandıran ve belirli çalışmalarda %80'in üzerinde birincil başarı oranına sahip, hayat kurtarıcı geçici bir "hasar kontrol" yöntemi olarak kullanılabilmektedir (Spahn ve ark., 2019; Jose ve ark., 2019; Monzon ve ark., 2024).

Hava Yolu Güvenliği ve Oksijen Desteği

Hava yolu yönetimi, hipovolemik şoktaki hastalar için titiz bir değerlendirme ve stratejik bir yaklaşım gerektirir. Hastanın bilincinin kapalı olduğu (GKS $\leq$ 8), hava yolunun korunamadığı, ciddi hipoksemi veya solunum yetmezliğinin geliştiği durumlarda entübasyon zorunlu bir girişimdir; ancak bu işlem travmalı ve şoktaki hastalarda riskler taşımaktadır. Hipovolemik hastalarda, entübasyon sonrası uygulanan pozitif basınçlı

ventilasyon, intratorasik basıncı artırarak venöz dönüşü azaltabilir ve ciddi hipotansiyonu tetikleyerek hemodinamik kollapsa yol açabilir. Bu nedenle, "dolaşım öncelikli" resüsitasyon yaklaşımı doğrultusunda, entübasyon kararı ve uygulaması resüsitasyon süreciyle eş zamanlı ve mümkünse yeterli volüm desteği başlandıktan sonra yönetilmelidir (Rossaint ve ark., 2016; Rossaint ve ark., 2023; Schmulevich ve ark., 2024). Doku oksijenlenmesini optimize etmek şok yönetiminin temel hedeflerinden biri olsa da, aşırı oksijen sunumunun (hiperoksi) mikro-dolaşım üzerindeki olumsuz etkileri ve reaktif oksijen türlerinin üretimi göz önünde bulundurulmalıdır. Hiperoksi, vazokonstriksiyona yol açarak doku perfüzyonunu bozabilmekte ve özellikle iskemi/reperfüzyon hasarının olduğu durumlarda mortaliteyi artırabilmektedir. Bu doğrultuda, hastanın oksijenizasyonu normoksi (hedef SpO2: %94-98) temel alınarak titre edilmeli ve gereksiz yüksek FiO2 (inhalasyon oksijen fraksiyonu) uygulamalarından kaçınılmalıdır (Häfner ve ark., 2015; Hof ve ark., 2022; Rossaint et al., 2023). Oksijenlenme ve ventilasyon takibinde, sürekli nabız oksimetresi ve kapnografi temel monitörizasyon araçlarıdır. Ancak şokun derinleştiği evrelerde, SpO2 doku düzeyindeki perfüzyon bozukluklarını yansıtmakta yetersiz kalabilir. Bu aşamada, doku düzeyindeki metabolik bozulmanın ve yetersiz oksijen dağılımının daha hassas göstergeleri olarak laktik asit seviyeleri, baz açığı ve gerektiğinde venöz-arteriyel pCO2 farkı gibi parametrelerin takibi, tedaviye yön vermek açısından büyük önem taşımaktadır (Остапченко ve ark., 2021; Kulkarni ve ark., 2022).

Sıvı Replasmanı

Resüsitasyon sürecinde "permisif hipotansiyon" stratejisi uygulanarak, vasküler bütünlüğün korunması ve kontrolsüz kanamanın artmasının engellenmesi adına, kafa travması eşlik etmeyen hastalarda sistolik kan basıncının 80-90 mmHg (veya kontrollü 100 mmHg) seviyelerinde hedeflenmesi önerilmektedir (Keleş, 2024; Buyurgan & Narcı, 2025). Başlangıç sıvı yönetimi olarak en sık izotonik kristaloid solüsyonları olan normal salin veya laktatlı Ringer tercih edilmekle birlikte, agresif ve büyük hacimli kristaloid kullanımından kaçınılmalıdır (Top, 2025); zira bu durum koagülopatiyi, asidozu ve ödemi şiddetlendirebilmektedir (Schmulevich ve ark., 2024). Kolloidlerin kullanımı, kristalloidlere ek olarak belirli sınırlamalar dahilinde düşünülebilir; ancak güncel literatürde bu sıvıların kristalloidlere karşı belirgin bir sağkalım avantajı randomize kontrollü çalışmalarla desteklenmemektedir (Amponsem-Boateng ve ark., 2023).

Kan Transfüzyonu ve Protokoller

Hasar Kontrol Resüsitasyonu'nun (HKR) merkezinde yer alan masif transfüzyon protokolleri, travma kaynaklı koagülopatinin ve "ölümcül üçlünün" (asidoz, hipotermi, koagülopati) hızlıca kontrol altına alınması için hayat

kurtarıcı bir yaklaşımdır (Schmulevich ve ark., 2024). HKR, sadece cerrahi bir müdahale değil, yaralanma anından itibaren başlayan, doku perfüzyonunu optimize eden, kristaloid yüklenmesini sınırlayan ve hedefe yönelik dengeli kan ürünü transfüzyonunu öngören bütüncül bir yönetim stratejisidir (Lammers & Holcomb, 2023).

ACİL DURUM YÖNETİMİ VE PROTOKOL PRENSİPLERİ

Travmatik hemorajik şok bir acil durumdur; başarılı yönetim için ekibin sistematik ve koordineli hareketi esastır (Osborne, 2026).

- Hızlı Aktivasyon: Masif Transfüzyon Protokolü, şokun erken evresinde, klinik bulgular veya skorlama sistemleri (örn. Şok İndeksi) ile öngörüldüğünde vakit kaybetmeden aktive edilmelidir (Pacagnella ve ark., 2013; Schmulevich ve ark., 2024).
- Dengeli Transfüzyon: Kan ürünleri (eritrosit, plazma, trombosit) hemostazı optimize edecek şekilde dengeli oranlarda (örn. 1:1:1 oranı) verilmelidir (Nuñez & Cotton, 2009; Schmulevich ve ark., 2024).
- Permisif Hipotansiyon: Aktif kanama kontrolü sağlanana kadar vasküler bütünlüğü korumak ve pıhtıların yerinden oynamasını önlemek amacıyla kafa travması eşlik etmeyen hastalarda sistolik kan basıncının hedeflenen sınırlarda (örn. 80-90 mmHg) tutulması önerilir (Keleş, 2024; Schmulevich ve ark., 2024).
- Metabolik İzlem ve Düzeltme: Hipotermi, hipokalsemi ve asidoz gibi koagülopatiyi tetikleyen faktörler sürekli izlenmeli ve ampirik veya hedefe yönelik (kalsiyum replasmanı, traneksamik asit) şekilde hızla düzeltilmelidir (Arianto & Kestriani, 2021; Schmulevich ve ark., 2024; Buyurgan & Narcı, 2025).

KANIT TEMELLİ YAKLAŞIMLAR

Masif transfüzyon gerektiren travma hastalarında uygulanan tedavi stratejileri, literatürdeki önemli klinik çalışmalarla desteklenmektedir. Pragmatik, Randomize Optimal Trombosit ve Plazma Oranları çalışması, 1:1:1 oranındaki transfüzyonun, 1:1:2 oranına kıyasla masif kanama yaşayan hastalarda erken mortaliteyi azaltmada daha etkili olduğunu ortaya koymuştur (Holcomb ve ark., 2015). Travma Kaynaklı Koagülopatinin Düzeltilmesi için Tedavi Algoritmalarının Uygulanması çalışmasında ise, viskoelastik hemostatik testler (tromboelastografi [TEG] veya rotasyonel tromboelastometri [ROTEM] gibi kanın pıhtılaşma sürecini gerçek zamanlı ve bütüncül olarak değerlendiren yöntemler) (Baksaas-Aasen ve ark., 2021; Arianto & Kestriani, 2021; Keleş, 2024) kullanılarak yürütülen hedefe yönelik transfüzyon yönetiminin, geleneksel koagülasyon testlerine kıyasla ağır travma kanamalarında koagülopati yönetimini daha iyi optimize edebileceği gösterilmiştir (Baksaas-Aasen ve ark., 2021).

HEMŞİRELİK YAKLAŞIMLARI

Hemorajik şoktaki hastanın yönetiminde hemşire, multidisipliner resüsitasyon ekibinin ayrılmaz ve kritik bir parçasıdır (Lier & Friès, 2021). Hemşirelik yaklaşımı; erken tanılama, hemodinamik stabilitenin hızla geri kazandırılması, doku perfüzyonunun optimize edilmesi ve komplikasyonların önlenmesi temeline dayanır (Amponsem-Boateng ve ark., 2023).

Hemşirelik Tanıları

Hemorajik şoktaki bir hastanın kapsamlı değerlendirilmesinde öncelikli hemşirelik tanıları: "Doku perfüzyonunda bozulma riski", "Sıvı hacim eksikliği", "Periferik doku perfüzyonunda etkisizleşme" ve "Aktivite intoleransı" olarak belirlenmektedir (Montañez ve ark., 2022).

Bakım Planı: Amaçlar, Girişimler ve Değerlendirme

Bakım planının temel amacı: kanamanın hızla kontrol altına alınması, intravasküler volümün restorasyonu ve doku oksijenlenmesinin korunmasıdır (Amponsem-Boateng ve ark., 2023). Hemşirelik girişimleri, "hasar kontrol resüsitasyonu" ilkeleriyle tam uyumlu olmalı ve hastanın klinik yanıtına göre (hızlı, geçici veya minimal yanıt) dinamik bir şekilde planlanmalıdır (Putri & Millizia, 2025). Bu süreçte, kontrollü sıvı replasmanı, kan ürünlerinin güvenli ve dengeli oranlarda transfüzyonu, hipoterminin aktif şekilde önlenmesi ve traneksamik asit gibi hemostatik ajanların zamanında uygulanması hemşirenin sorumluluğundadır (Osborne, 2026). Bakım planının etkinliği, hastanın hemodinamik yanıtı ve laboratuvar parametreleri ile sürekli değerlendirilir (Lier & Friès, 2021; Azriliyani ve ark., 2024).

Monitörizasyon

Hemodinamik parametrelerin sürekli ve dikkatli takibi esastır. Monitorizasyonda; vital bulgular (kan basıncı, kalp hızı ve şok indeksi), idrar çıkışı, bilinç durumu ve deri rengi/ısısı gibi periferik perfüzyon göstergeleri, hastanın şokun hangi evresinde olduğunu anlamak adına kritik öneme sahiptir (Putri & Millizia, 2025).

İlaç Uygulamaları ve Komplikasyon Takibi

Vazopressörler ve inotropik ajanlar, yeterli sıvı resüsitasyonuna rağmen devam eden yetersiz perfüzyon bulgularında, hedefe dayalı olarak dikkatle uygulanmalıdır (Bouglé ve ark., 2013). Kan ürünü bazlı resüsitasyon sürecinde; koagülopati, Transfüzyon İlişkili Akut Akciğer Hasarı ve Dolaşım Yüklenmesi gibi olası komplikasyonlar hemşire tarafından yakından izlenmelidir (Abdullah ve ark., 2025; Braune ve ark., 2025). Ayrıca tromboelastografi gibi yöntemlerle koagülasyon kaskadının spesifik değerlendirilmesi, tedavinin optimize edilmesine önemli katkı sağlar (Arianto & Kestriani, 2021; Keleş, 2024).

PROTOKOLLER VE GÜNCEL KILAVUZLAR

Acil servislerde uygulanan kanıta dayalı protokoller ve güncel kılavuzlar, travma vakalarında sıvı ve elektrolit dengesinin sağlanması ile hemodinamik stabilitenin korunması için kritik standartlar sunmaktadır (Fernandez Santana ve ark., 2025). Bu standartlar, özellikle hipoperfüzyon kaynaklı metabolik bozulmaların önlenmesi adına, yaşamsal fonksiyonların sürekli izlenmesini ve hekim önerileri doğrultusunda uygun farmakolojik tedavi süreçlerinin zamanında başlatılmasını zorunlu kılmaktadır (Akpınar & Kant, 2021; Durgun, 2022).

Güncel Protokoller ve Kılavuzlar

- **ATLS:** Travmalı hastaların değerlendirilmesi ve yönetiminde dünya genelinde kabul görmüş, standartlaştırılmış sistematik bir yaklaşım sunmaktadır (Dogjani ve ark., 2025). 1976 yılında Nebraska, ABD'de yaşanan trajik bir uçak kazasının ardından, ortopedi cerrahı Dr. James Styner ve ailesinin yaşadığı yetersiz tıbbi müdahale deneyimi, travma yönetim sistemlerinin yeniden yapılandırılması ihtiyacını doğurmuştur (Gwinnutt & Driscoll, 1996; Søreide, 2008). Bu süreç, Amerikan Cerrahlar Koleji himayesinde 1978 yılında ilk ATLS kursunun düzenlenmesiyle başlamış ve kısa sürede uluslararası düzeyde "altın standart" haline gelmiştir (Søreide, 2008; Mabrouk ve ark., 2024).

  ATLS, "yaşamı tehdit eden en büyük sorunun önce tedavi edilmesi" ilkesi doğrultusunda, yaralanma anından itibaren ilk bir saatlik süreci (altın saat) optimize etmeyi amaçlar (Søreide, 2008; Mabrouk ve ark., 2024). Bu yaklaşım, ABCDE (Hava yolu, Solunum, Dolaşım, Nörolojik durum/Disabilite, Çevresel maruziyet/Exposure) algoritması ile klinik değerlendirme ve stabilizasyonu standardize ederek multidisipliner ekiplerin koordinasyonunu güçlendirir (Gwinnutt & Driscoll, 1996; Mabrouk ve ark., 2024). Literatürdeki çalışmalar, ATLS eğitiminin sağlık profesyonellerinin bilgi düzeyini, klinik becerilerini ve karar verme yeteneklerini anlamlı ölçüde artırdığını göstermektedir (Abu-Zidan, 2016; Radjou ve ark., 2024). Her ne kadar ATLS'nin doğrudan mortaliteyi azaltma etkisine dair kesin kanıtlar sunan randomize kontrollü çalışmaların yapılması metodolojik olarak zor olsa da (Jayaraman ve ark., 2014; Abu-Zidan, 2016), protokolün yaygın kullanımı ile travma sistemlerinin iyileştiği ve önlenebilir travma kaynaklı ölümlerde düşüş gözlendiği bildirilmektedir (Radjou ve ark., 2024; Dogjani ve ark., 2025). "Hasar kontrol resüsitasyonu" ise, bu sistematik çerçeve içerisinde uygulanan ve hastanın fizyolojik stabilitesini korumaya yönelik dinamik bir yönetim stratejisidir (Kim & Cho, 2024; Putri & Millizia, 2025).
- **Avrupa Travma Kılavuzları** (*The European Guidelines on Management of Major Bleeding and Coagulopathy Following Trauma*), travma sonrası gelişen kanama ve koagülopati yönetiminde klinik uygulamayı standardize

eden güncel rehberlerdir. Bu kılavuzlar, özellikle masif kanamalarda "hasar kontrol resüsitasyonu" stratejilerini temel alarak; agresif kristaloid kullanımından kaçınılmasını, kan ürünlerinin (eritrosit, plazma, trombosit) dengeli oranlarda uygulanmasını ve koagülasyonun viskoelastik yöntemlerle (TEG/ROTEM) hedefe yönelik izlenmesini önermektedir (Spahn ve ark., 2019; Rossaint ve ark., 2023). Literatürdeki çalışmalar, bu rehberlerin uygulanmasının "ölüm üçgeni" (asidoz, hipotermi, koagülopati) ile mücadelede başarı sağladığını ve önlenebilir mortaliteyi azaltmada kritik bir rol oynadığını doğrulamaktadır (Rossaint ve ark., 2010; Klimek ve ark., 2026).

- **Türkiye'de Acil Bakım Protokolleri:** Türkiye'de acil bakım protokolleri, uluslararası kabul görmüş güncel kılavuzlarla (örneğin ATLS) uyumlu olarak Sağlık Bakanlığı ve ilgili uzmanlık derneklerinin rehberliğinde oluşturulmaktadır. Türkiye'deki acil servislerde travma triyajı, "hasar kontrol resüsitasyonu" ve hasta yönetim süreçlerinde uygulanan bu yapılandırılmış protokoller, sistematik bir bakım standardı sunarak önlenebilir ölüm oranlarının azaltılmasını hedeflemektedir. Mevcut literatür ve Türkiye'de yapılan klinik çalışmalar, bu protokollerin travma hastalarında erken dönem müdahale başarısını artırdığını, mortaliteyi düşürdüğünü ve acil servislerde travma yönetimi kalitesini iyileştirdiğini göstermektedir (Pınar, 2023; Buyurgan & Narcı, 2025).

Ayrıca, bu süreçte uygulanan yapılandırılmış hemşirelik müdahaleleri, hem travmatik şoktaki hastaların kurtarılma başarısını artırmakta hem de hastanede yatış süresini kısaltarak komplikasyon oranlarını minimize etmektedir (He, 2024). İntravenöz erişim sağlanamadığı durumlarda, intraosseöz yolun kullanımı sıvı ve medikasyonların hızlı iletimi için hayat kurtarıcı bir alternatif oluşturmaktadır (De Simone ve ark., 2024). Özellikle yaşlı travma hastaları gibi özel gruplarda, eşlik eden komorbiditeler ve fizyolojik rezerv azalması göz önünde bulundurularak daha titiz bir izlem stratejisi izlenmelidir (Latif ve ark., 2023).

OLGU SUNUMU

Bu olguda, yüksek enerjili bir trafik kazası sonrası gelişen hemorajik şok tablosu ile travma merkezine kabul edilen 32 yaşındaki erkek hastanın klinik yönetim süreci detaylandırılmaktadır. Hasta acil servise kabulünde 80/50 mmHg kan basıncı ve 120 atım/dakika nabız hızıyla derin hipotansif ve taşikardik bir tablo ile getirilmiş, yapılan fizik muayene ve görüntülemede pelvik kırık ve batın içi serbest sıvı saptanmıştır. Hastanın acil servise kabulüyle birlikte, hemodinamik stabilitenin sağlanması amacıyla derhal iki adet geniş çaplı intravenöz damar yolu açılarak eş zamanlı olarak tam kan sayımı, koagülopati paneli ve kan grubu/çapraz karşılaştırma testleri için örnekler alınmıştır. Hemorajik şokun yönetimi ve doku hipoksisinin önlenmesi amacıyla erken dönemde traneksamik asit infüzyonu uygulanmış, koagülopatinin spesifik değerlendirilmesi için tromboelastografi kullanılarak komponent replasman tedavisi hedefe yönelik planlanmıştır. Akut travmatik koagülopatiyi

düzeltmek ve mortaliteyi azaltmak adına eritrosit süspansiyonu ile plazma, 1:1 oranında dengeli bir şekilde transfüze edilmiştir. Hastanın hemodinamik parametrelerinin stabilize edilmesiyle birlikte vasküler hasarın kesin onarımı için cerrahi ekip konsülte edilerek hasta ivedilikle ameliyathane koşullarına transfer edilmiştir (McCullagh & Allard, 2023).

TARTIŞMA

Hemorajik şok yönetiminde uygulanan hasar kontrol resüsitasyonu, kristaloid yüklemesinden kaçınarak hipotansiyona izin veren stratejilerin, özellikle kontrolsüz kanamalarda sağkalımı artırdığını ortaya koymaktadır (Filho ve ark., 2026). Bu yaklaşım, özellikle yaşlı travma hastalarında aşırı sıvı yüklenmesine bağlı re-hemoraji ve mortalite riskini minimize etmek için kontrollü hipotansiyon stratejilerinin önemini vurgulamaktadır (Nofal ve ark., 2022). Ayrıca, asidoz, hipotermi ve koagülopatiyi içeren "ölüm üçgeni" ile mücadele etmek, mortaliteyi düşüren en temel fizyolojik hedefler arasında yer almaktadır (Klimek ve ark., 2026). Bu stratejilerin entegrasyonu, kanamanın doğrudan kontrol altına alınmasını sağlarken sistemik fizyolojik zorlukların üstesinden gelmeye yardımcı olmaktadır (Kim & Cho, 2024). Literatür ile karşılaştırıldığında, bu çalışma sonuçları, hasar kontrol resüsitasyonunun hem mortaliteyi düşürmede hem de sistemik komplikasyonları önlemede temel bir standart haline geldiğini doğrulamaktadır (Klimek ve ark., 2026). Literatür, travma hastalarında agresif kristaloid yönetiminden kaçınılması ve erken dönemde dengeli kan ürünü resüsitasyonuna (1:1:1 oranı gibi) geçilmesinin, travmatik koagülopatiyi yönetmek için en etkili strateji olduğunu göstermektedir (Schmulevich ve ark., 2024; Filho ve ark., 2026). Hemşirelik bakımının etkinliği açısından, yapılandırılmış ve kanıta dayalı hemşirelik müdahalelerinin, hemorajik şoktaki hastaların kurtarılma başarı oranlarını anlamlı ölçüde artırdığı, kan kaybını azalttığı ve komplikasyon oranlarını düşürdüğü bildirilmektedir (He, 2024; Chen, 2025). Acil servis hemşireleri, kan kaybını kontrol etme konusunda birincil önceliğe sahiptir ve kan transfüzyonu, vazopressörler ve sıvı resüsitasyonu gibi yaklaşımlarla travmatik koagülopatiyi önlemede anahtar rol oynar (Amponsem-Boateng ve ark., 2023). Bununla birlikte, eğitim ve uygulama eksiklikleri hala önemli bir engel olarak karşımıza çıkmaktadır. Literatürde, acil servis hemşirelerinin hemorajik şok yönetimine ilişkin bilgi düzeylerinin değişkenlik gösterdiği ve özellikle travma protokollerine uyumda güçlükler yaşandığı belirtilmektedir (Shabiha ve ark., 2020; Ali ve ark., 2023). Protokollere olan farkındalığın düşük olması, profesyonel otonominin kısıtlanması, sistemik iletişim sorunları, iş yükü ve kaynak yetersizlikleri, kanıta dayalı rehberlerin klinik pratiğe aktarılmasını zorlaştıran temel faktörlerdir (Ebben ve ark., 2011; Unhasuta ve ark., 2012; Pereira ve ark., 2025). Bu bulgular, travma bakımında hemşirelerin teknik becerilerini geliştirmek ve

protokol uyumunu artırmak adına sürekli eğitim programlarının ve simülasyon temelli uygulamaların hayati önem taşıdığını vurgulamaktadır (Murphy ve ark., 2019; Ali ve ark., 2023).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Klinik Uygulamaya Katkılar

Hemorajik şok yönetiminde hasar kontrol resüsitasyonunun uygulanması, kristaloid yüklemesinin kısıtlanması ve dengeli kan ürünü transfüzyonu, sağkalım oranlarını anlamlı ölçüde iyileştirmektedir (Filho ve ark., 2026). Bu yaklaşımın başarısı, multidisipliner bir ekip çalışmasına ve güncel kılavuzların yerel klinik dinamiklere entegre edilmesine bağlıdır (Karamercan, 2025).

Hemşirelik Eğitiminde Geliştirilmesi Gereken Noktalar

Acil servis hemşirelerinin travma protokollerine uyumunda profesyonel otonomi, kurumsal destek ve farkındalık eksikliği temel engeller olarak öne çıkmaktadır (Ebben ve ark., 2011). Bu engellerin aşılması amacıyla, geleneksel eğitim yöntemlerinin ötesine geçilerek, simülasyon temelli sürekli eğitim programlarının müfredata dahil edilmesi hayati önem taşımaktadır (Pereira ve ark., 2025). Bu eğitimler, teknik becerilerin yanı sıra kritik anlarda karar verme süreçlerini ve ekip içi iletişim dinamiklerini güçlendirmelidir (Murphy ve ark., 2019).

Araştırma Önerileri

Gelecek çalışmalar, yapılandırılmış hemşirelik müdahalelerinin mortalite ve morbidite üzerindeki net etkisini kanıt düzeyleri yüksek, geniş ölçekli çalışmalarla ortaya koymalıdır (Garea & Díaz, 2025). Ayrıca, klinik karar destek sistemleri ve yapay zeka tabanlı yeniliklerin, acil servis hemşirelerinin iş yükü ve protokol uyumu üzerindeki etkinliğinin araştırılması, gelecekteki travma bakımı standartları için kritik bir adım olacaktır (Schmulevich ve ark., 2024).

KAYNAKLAR

Abu-Zidan, F. M. (2016). Advanced trauma life support training: How useful it is? *World Journal of Critical Care Medicine, 5*(1), 12–16. https://doi.org/10.5492/wjccm.v5.i1.12

Agrawal, A., & Waindeskar, V. (2023). *Management of shock – recent advances*. In *IntechOpen eBooks*. IntechOpen. https://doi.org/10.5772/intechopen.100997

Akpınar, R. B., & Kant, E. (2021). Hemşirelik sınıflama sistemlerine göre ağız ve diş sağlığı hizmetlerinde hemşirelik süreci. *Balıkesir Sağlık Bilimleri Dergisi, 10*(2), 214–226. https://doi.org/10.53424/balikesirsbd.804250

Ali, M. A. A., Ragheb, M. M., & Ibrahim, R. A. (2023). Nurses' performance regarding care of patients with posttraumatic hypovolemic shock. *Journal of Nursing Science Benha University, 4*(2), 319–330. https://doi.org/10.21608/jnsbu.2023.307343

Amponsem-Boateng, C., Boakye-Yiadom, J., & Amertil, N. P. (2023). A review of nurses' perceptions of traumatic haemorrhagic shock management in emergency nursing. *Open Journal of Nursing, 13*(11), 824–838. https://doi.org/10.4236/ojn.2023.1311055

Arianto, D. P., & Kestriani, N. D. (2021). Resusitasi pengendalian kerusakan di unit perawatan intensif. *Majalah Kedokteran UKI, 36*(2), 71–75. https://doi.org/10.33541/mk.v36i2.3096

Azriliyani, R., Muadi, M., Zakiyah, V., Afriani, J., & Rahmawati, Y. (2024). Asuhan keperawatan pada pasien dengan syok hipovolemik di Rumah Sakit Daerah Gunungjati Kota Cirebon. *Jurnal Global Ilmiah, 1*(9), 700–704. https://doi.org/10.55324/jgi.v1i9.94

Baksaas-Aasen, K., Gall, L. S., Stensballe, J., Juffermans, N. P., Curry, N., Maegele, M., Brooks, A., Rourke, C. P., Gillespie, S., Murphy, J., Maroni, R., Vulliamy, P., Henriksen, H., Pedersen, K., Kolstadbraaten, K. M., Wirtz, M. R., Kleinveld, D. J. B., Schäfer, N., Chinna, S., … Brohi, K. (2021). Viscoelastic haemostatic assay augmented protocols for major trauma haemorrhage (ITACTIC): A randomized, controlled trial. *Intensive Care Medicine, 47*, 49–59. https://doi.org/10.1007/s00134-020-06266-1

Belgaumi, N., Salik, A., & ur Rehman Siddiqui, N. (2023). Shock pathophysiology: Classifications and management. In A. Agrawal & V. Waindeskar (Eds.), *Management of shock – recent advances*. IntechOpen. https://doi.org/10.5772/intechopen.105506

Bondarenko, Y., Kulyk, D., & Stroyev, M. (2025). Simple methods of hemostasis in field conditions: Tourniquets, hemostatic dressings, improvised means. In *Collection of Scientific Papers «ΛΟΓΟΣ»* (June 6, 2025; Bologna, Italy) (pp. 521–534). Logos. https://doi.org/10.36074/logos-06.06.2025.103

Bouglé, A., Harrois, A., & Duranteau, J. (2013). Resuscitative strategies in traumatic hemorrhagic shock. *Annals of Intensive Care, 3*(1), Article 1. https://doi.org/10.1186/2110-5820-3-1

Braune, S., Rieck, M., & Ginski, A. (2025). Hypovolämer und hämorrhagischer Schock. *DMW – Deutsche Medizinische Wochenschrift, 150*(7), 347–358. https://doi.org/10.1055/a-2295-1929

Buyurgan, Ç. S., & Narcı, H. (2025). Multipl travmaya yaklaşımda yenilikler. In *Akya Conference Proceedings* (pp. 1–6). Akya. https://doi.org/10.37609/akya.3521.c4328

Di Carlo, S., Cavallaro, G., Palomeque, K., Cardi, M., Sica, G., Rossi, P., & Sibio, S. (2021). Prehospital hemorrhage assessment criteria: A concise review. *Journal of Trauma Nursing, 28*(5), 332–338. https://doi.org/10.1097/jtn.0000000000000608

Carsetti, A., Antolini, R., Casarotta, E., Damiani, E., Gasparri, F., Marini, B., Adrario, E., & Donati, A. (2023). Shock index as predictor of massive transfusion and mortality in patients with trauma: A systematic review and meta-analysis. *Critical Care, 27*(1), Article 85. https://doi.org/10.1186/s13054-023-04386-w

Chen, L. (2025). Analysis of the intervention effect of emergency nursing on patients with severe traumatic hemorrhagic shock. *International Journal of Clinical and Experimental Medicine Research, 9*(1), 101–105. https://doi.org/10.26855/ijcemr.2025.01.017

Dogjani, A., Selmani, E., Zaimi, E., Haxhirexha, K., Biberaj, P., Lenjani, B., Subashi, K., Hasmuca, I., Zogaj, E., Blloshmi, A., & Doci, K. (2025). ATLS® Protocols: Establishing the Benchmark for Excellence in Trauma Care Delivery. *Albanian Journal of Trauma and Emergency Surgery, 8(2.8)*, 1–7. https://doi.org/10.32391/ajtes.v8i2.8.425

Durgun, H. (2022). Covid-19 pandemisinde hemşirelik süreci. *Ordu Üniversitesi Hemşirelik Çalışmaları Dergisi, 5*(3), 495–500. https://doi.org/10.38108/ouhcd.865200

Ebben, R. H. A., Vloet, L., Groot, J. M. de, & Achterberg, T. van. (2011). Factors influencing adherence to an emergency department national protocol. *European Journal of Emergency Medicine, 19*(1), 53–56. https://doi.org/10.1097/mej.0b013e3283474a87

Filho, V. M. S. dos R., & Dias, D. A. F. (2024). O manejo do enfermeiro no choque hemorrágico no atendimento pré hospitalar. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, 10*(12), 1686–1695. https://doi.org/10.51891/rease.v10i12.17334

Garea, S. C., & Díaz, M. J. F. (2025). Nursing interventions for cardiovascular disease prevention: A narrative review of evidence-based strategies. *BMC Nursing, 24*(1), Article 1269. https://doi.org/10.1186/s12912-025-03885-1

Gutiérrez, G., Reines, H. D., & Wulf-Gutierrez, M. E. (2004). Clinical review: Hemorrhagic shock. *Critical Care, 8*(5), Article 373. https://doi.org/10.1186/cc2851

Gwinnutt, C. L., & Driscoll, P. A. (1996). Advanced trauma life support. *European Journal of Anaesthesiology, 13*(2), 95–101. https://doi.org/10.1046/j.1365-2346.1996.00939.x

Häfner, S., Beloncle, F., Koch, A., Radermacher, P., & Asfar, P. (2015). Hyperoxia in intensive care, emergency, and peri-operative medicine: Dr. Jekyll or Mr. Hyde? A 2015 update. *Annals of Intensive Care, 5*(1), Article 42. https://doi.org/10.1186/s13613-015-0084-6

He, L. (2024). Analysis of the emergency rescue nursing intervention effect and rescue success rate for patients with traumatic hemorrhagic shock. *Journal of Clinical and Nursing Research, 8*(10), 81–87. https://doi.org/10.26689/jcnr.v8i10.8697

Hof, S., Truse, R., Weber, L., Herminghaus, A., Schulz, J., Weber, A. P. M., Malečková, E., Bauer, I., Picker, O., & Vollmer, C. (2022). Local mucosal CO_2 but not O_2 insufflation improves gastric and oral microcirculatory oxygenation in a canine model of mild hemorrhagic shock. *Frontiers in Medicine, 9*, Article 867298. https://doi.org/10.3389/fmed.2022.867298

Holcomb, J. B., Tilley, B. C., Baraniuk, S., Fox, E. E., Wade, C. E., Podbielski, J. M., … van Belle, G. (2015). Transfusion of plasma, platelets, and red blood cells in a 1:1:1 vs a 1:1:2 ratio and mortality in patients with severe trauma: The PROPPR randomized clinical trial. *JAMA, 313*(5), 471–482. https://doi.org/10.1001/jama.2015.12

Jayaraman, S., Sethi, D., Chinnock, P., & Wong, R. (2014). Advanced trauma life support training for hospital staff. *Cochrane Database of Systematic Reviews, 2014*(8), Article CD004173.pub4. https://doi.org/10.1002/14651858.CD004173.pub4

Jose, A., Arya, S., Nagori, S. A., & Thukral, H. (2019). Management of life-threatening hemorrhage from maxillofacial firearm injuries using Foley catheter balloon tamponade. *Craniomaxillofacial Trauma & Reconstruction, 12*(4), 301–304. https://doi.org/10.1055/s-0039-1685461

Karamercan, E. S. (2025). Hemorajik şoka yaklaşım ve yenilikler (pp. 171–176). https://doi.org/10.37609/akya.3521.c4350

Keleş, G. T. (2024). Kafa travmalarında resüsitasyon. *Türk Resüsitasyon Dergisi, 3*(1), 1–12. Retrieved from https://izlik.org/JA66NF27PH

Kim, M., & Cho, H. J. (2024). Damage control resuscitation for patients with bleeding trauma. *Journal of Korean Medical Association, 67*(12), 737–742. https://doi.org/10.5124/jkma.2024.67.12.737

Klimek, O., Dudek, J., Czesyk, A., Sierant, B., Górecka, W., Gogolewski, G., Jurek, T., Ochocka, Z., & Jankowska, A. (2026). The importance of the "damage control" strategy in multiple organ injuries, pathophysiology and principles of hemorrhage control. *Journal of Clinical Medicine, 15*(7), Article 2549. https://doi.org/10.3390/jcm15072549

Lammers, D., & Holcomb, J. B. (2023). Damage control resuscitation in adult trauma patients: What you need to know. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery, 95*(4), 464–471. https://doi.org/10.1097/TA.0000000000004103

Latif, R. K., Clifford, S. P., Baker, J. A., Lenhardt, R., Haq, M. Z., Huang, J., Farah, I., & Businger, J. R. (2023). Traumatic hemorrhage and chain of survival. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine, 31*(1), Article 25. https://doi.org/10.1186/s13049-023-01088-8

Lier, H., & Friès, D. (2021). Emergency blood transfusion for trauma and perioperative resuscitation: Standard of care. *Transfusion Medicine and Hemotherapy, 48*(6), 366–376. https://doi.org/10.1159/000519696

Mabrouk, O. E. A., Osman, F. M. A., & Awad, M. S. A. (2024). Knowledge, attitude and practice of Advanced Trauma Life Support (ATLS) protocol among house-officers in Khartoum State hospitals, Sudan, 2023. *BMC Medical Education, 24*(1), Article 670. https://doi.org/10.1186/s12909-024-05657-y

Magnin, M. (2021). *Évaluation des troubles de la perfusion tissulaire dans les états de chocs circulatoires et de l'intérêt thérapeutique du pimobendane: De la recherche expérimentale aux applications cliniques* (Doctoral dissertation, Université Claude Bernard Lyon 1). *theses.fr (ABES).* Retrieved from http://www.theses.fr/2021LYSE1087/document

Abdullah, G., Nadeem, M. A., Sikandar, K., Sheharyar, M., Shahid, H. K., Sakrani, R. A., & Mahmood, S. (2025). Comparison of fluid resuscitation strategies in hemorrhagic shock: Crystalloid vs blood products. *American Journal of Biomedical Science & Research, 26*(3), 366–372. https://doi.org/10.34297/ajbsr.2025.26.003440

McCullagh, J., & Allard, S. (2023). A traumatic experience. In *Transfusion medicine* (pp. 113–117). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-31462-9_23

Montañez, R. A. C., Veloza, C. M. C., Ballesteros, L. V. M., González, T. V. P., & Leyva, A. J. S. (2022). Postpartum haemorrhage: Interventions and treatment of the nursing professional to prevent hypovolemic shock. *International Journal of Family & Community Medicine, 6*(4), 120–127. https://doi.org/10.15406/ijfcm.2022.06.00276

Monzon, B. I., Brinkert, W., Heitmann, H., Dettmer, M., Doll, D., & Vänni, V. (2024). Foley catheter following penetrating neck trauma: A definitive therapy to stop the bleeding? *Albanian Journal of Trauma and Emergency Surgery, 8*(2), 1497–1502. https://doi.org/10.32391/ajtes.v8i2.406

Murphy, M., McCloughen, A., & Curtis, K. (2019). Using theories of behaviour change to transition multidisciplinary trauma team training from the training environment to clinical practice. *Implementation Science, 14*(1), Article 43. https://doi.org/10.1186/s13012-019-0890-6

Nofal, A. E., Awad, N. M., Abdelgeleel, N. M., & Ismail, M. (2022). Role of controlled hypotension in resuscitation of elderly trauma patients in emergency department, Egypt. *Research Square* [Preprint]. https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1444760/v1

Novak, M. (2025). *Hypovolemic shock*. *University of Zadar Institutional Repository.* Retrieved from http://www.unizd.hr/handle/123456789

Nuñez, T. C., & Cotton, B. A. (2009). Transfusion therapy in hemorrhagic shock. *Current Opinion in Critical Care, 15*(6), 536–541. https://doi.org/10.1097/MCC.0b013e328331575b

Osborne, M. (2026). When seconds count: Managing haemorrhage in the emergency department. *Emergency Nurse, 34*(4). https://doi.org/10.7748/en.2026.e2252

Pacagnella, R. C., Souza, J. P., Durocher, J., Perel, P., Blum, J., Winikoff, B., & Gülmezoğlu, A. M. (2013). A systematic review of the relationship between blood loss and clinical signs. *PLoS ONE, 8*(3), Article e57594. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0057594

Pandey, S. (2024). Sepsis, management & advances in metabolomics. *Nanotheranostics, 8*(3), 270–284. https://doi.org/10.7150/ntno.94071

Pereira, G. A., Nakamura, E. C. M., & Nunes, N. A. H. (2025). Desafios e estratégias da enfermagem na aplicação do protocolo XABCDE em salas de trauma. *Revista Contemporânea, 5*(11), e9601. https://doi.org/10.56083/RCV5N11-054

Kulkarni, A. P., Govil, D., Samavedam, S., Srinivasan, S., Ramasubban, S., Venkataraman, R., Pichamuthu, K., Jog, S. A., Divatia, J. V., & Myatra, S. N. (2022). ISCCM guidelines for hemodynamic monitoring in the critically ill. *Indian Journal of Critical Care Medicine: Peer-reviewed, official publication of Indian Society of Critical Care Medicine, 26*(Suppl 2), S66–S76. https://doi.org/10.5005/jp-journals-10071-24301

Pınar, H. U. (2023). Travmatik resüsitasyonda kan yönetimi. *Türk Resüsitasyon Dergisi, 2*(2), 46–61. https://izlik.org/JA38MT28WY

Filho, R. O. do V., Hassem, J. V. de M., Fonseca, I. M., Ribeiro, R. R. G., Jesus, M. N. C. da F. de, Brito, G. T. L. de, … Santos, B. I. dos. (2026). Massive transfusion protocol in abdominal trauma: An analysis of the 2026 guidelines. *Asclepius International Journal of Scientific Health Science, 5*(3), 105–110. https://doi.org/10.70779/aijshs.v5i3.517

Putri, M. N., & Millizia, A. (2025). Resusitasi cairan pada pasien dengan syok hipovolemik. *Jurnal Praba, 3*(2), 171–179. https://doi.org/10.62027/praba.v3i2.374

Radjou, A. N., Sevvel, S., & Singh, V. (2024). Impact of the advanced trauma life support on trauma outcomes. *Journal of Current Research in Scientific Medicine, 10*(2), 145–147. https://doi.org/10.4103/jcrsm.jcrsm_110_24

Rossaint, R., Afshari, A., Bouillon, B., Černý, V., Cimpoeşu, D., Curry, N., … Spahn, D. R. (2023). The European guideline on management of major bleeding and coagulopathy following trauma: Sixth edition. *Critical Care, 27*(1), 80. https://doi.org/10.1186/s13054-023-04327-7

Rossaint, R., Bouillon, B., Černý, V., Coats, T., Duranteau, J., Fernández-Mondejar, E., … Spahn, D. R. (2016). The European guideline on management of major bleeding and coagulopathy following trauma: Fourth edition. *Critical Care, 20*(1), 100. https://doi.org/10.1186/s13054-016-1265-x

Rossaint, R., Bouillon, B., Černý, V., Coats, T., Duranteau, J., Fernández-Mondejar, E., … Spahn, D. R. (2010). Management of bleeding following major trauma: An updated European guideline. *Critical Care, 14*(2), R52. https://doi.org/10.1186/cc8943

Fernandez Santana, M. J., Nasimba Amagua, K. E., & Gónzalez Naranjo, D. E. (2025). Prácticas de enfermería avanzada durante la administración de coloides y cristaloides en pacientes con shock hipovolémico en el área de emergencia: Revisión sistemática. *Arandu UTIC, 12*(1), 3040–3060. https://doi.org/10.69639/arandu.v12i1.787

Schiller, A. M., Howard, J. T., & Convertino, V. A. (2017). The physiology of blood loss and shock: New insights from a human laboratory model of hemorrhage. *Experimental Biology and Medicine, 242*(8), 874–883. https://doi.org/10.1177/1535370217694099

Schmulevich, D., Hynes, A. M., Murali, S., Benjamin, A., & Cannon, J. W. (2024). Optimizing damage control resuscitation through early patient identification and real-time performance improvement. *Transfusion, 64*(8), 1551–1561. https://doi.org/10.1111/trf.17806

Shabiha, N., Ahmed, H., & Al-Ata, A. A. (2020). Nurses' knowledge and practice regarding patients with posttraumatic hypovolemic shock. *Port Said Scientific Journal of Nursing, 7*(1), 155–174. https://doi.org/10.21608/pssjn.2020.25649.1016

Shoshiashvili, V., & Gamkrelidze, N. (2025). Modern approaches to the pathophysiology and classification of shock in critical care. *Georgian Scientists, 7*(4[1]), 304–306. https://doi.org/10.52340/gs.2025.07.04(1).06

De Simone, B., Chouillard, E., Podda, M., Παραράς, N., Duarte, G. de C., Fugazzola, P., … Catena, F. (2024). The 2023 WSES guidelines on the management of trauma in elderly and frail patients. *World Journal of Emergency Surgery, 19*(1), 18. https://doi.org/10.1186/s13017-024-00537-8

Søreide, K. (2008). Three decades (1978–2008) of Advanced Trauma Life Support (ATLS™) practice revised and evidence revisited. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine, 16*(1), 19. https://doi.org/10.1186/1757-7241-16-19

Spahn, D. R., Bouillon, B., Černý, V., Duranteau, J., Filipescu, D., Hunt, B. J., … Rossaint, R. (2019). The European guideline on management of major bleeding and coagulopathy following trauma: Fifth edition. *Critical Care, 23*(1), 98. https://doi.org/10.1186/s13054-019-2347-3

Tarrant, A., Ryan, M., Hamilton, P. A., & Benjaminov, O. (2008). A pictorial review of hypovolaemic shock in adults. *British Journal of Radiology, 81*(963), 252–257. https://doi.org/10.1259/bjr/40962054

Top, A. A. (2025). *Sıvı tedavisi ve kan transfüzyonu ilkeleri* (pp. 285–290). Ankara: Akya Yayıncılık. https://doi.org/10.37609/akya.3521.c4363

Torakulov, S. (2026). Pathophysiological approaches to the management of hemorrhagic shock. *Zenodo (CERN European Organization for Nuclear Research).* https://doi.org/10.5281/zenodo.18465290

Unhasuta, R. K. (2012). Utilization of trauma guidelines by ER nurses in Thailand. *Journal of Acute Disease, 1*(1), 51–57. https://doi.org/10.1016/S2221-6189(13)60012-8

Valade, G., Libert, N., Martinaud, C., Vicaut, É., Banzet, S., & Peltzer, J. (2021). Therapeutic potential of mesenchymal stromal cell-derived extracellular vesicles in the prevention of organ injuries induced by traumatic hemorrhagic shock. *Frontiers in Immunology, 12*, 749659. https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.749659

Wang, J., Liang, T., Louis, L. J., Nicolaou, S., & McLaughlin, P. D. (2013). Hypovolemic shock complex in the trauma setting: A pictorial review. *Canadian Association of Radiologists Journal, 64*(2), 156–163. https://doi.org/10.1016/j.carj.2013.03.002

Witjaksono, G., Trisyani, Y., & Emaliyawati, E. (2025). Faktor yang berhubungan dengan pengetahuan perawat tentang syok hipovolemik: Sebuah narrative review. *MAHESA Malahayati Health Student Journal, 5*(6), 2318–2327. https://doi.org/10.33024/mahesa.v5i6.17799

Остапченко, Д. А., Gutnikov, A. I., & Davydova, L. A. (2021). Current Approaches to the Treatment of Traumatic Shock (Review). *General Reanimatology*, *17*(4), 65–76. https://doi.org/10.15360/1813-9779-2021-4-65-76

THE IMPACT OF RAPID ASSESSMENT SCALES ON NURSES' CLINICAL DECISION-MAKING IN RESPIRATORY EMERGENCIES

Research Assistant Abdurrahman ACAR[1]/ Professor Sevilay ERDEN[2]

[1]Niğde Ömer Halisdemir University, Zübeyde Hanım Faculty of Health Sciences, Surgical Nursing, Niğde, Türkiye, ORCID ID: 0009-0004-5315-8263, a.car7272@hotmail.com

[2]Çukurova University, Faculty of Health Sciences, Surgical Nursing, Adana, Türkiye, ORCID ID: 0000-0002-6519-864X, sevilaygil@gmail.com

Abstract

Respiratory emergencies constitute a significant proportion of emergency department admissions, with high morbidity and mortality rates. In this dynamic process, where patients' clinical status can deteriorate rapidly, objective decision-making mechanisms play a critical role. This review aims to examine the impact of rapid assessment scales such as the National Early Warning Score (NEWS) on nursing practices and patient outcomes in respiratory emergencies. The study was conducted by synthesizing literature data that investigate the role, clinical effectiveness, and challenges of rapid assessment systems in emergency nursing care. Evidence shows that rapid assessment scales provide high sensitivity (60.9%) and specificity (82.2%) in predicting clinical deterioration, increase nurses' rapid response capacity from 45.7% to 74.3%, and reduce "failure to rescue" rates. However, alarm fatigue, heavy workload, institutional limitations, and lack of training restrict their effectiveness. When systematic data are integrated with nurses' clinical intuition, early diagnosis success improves. Rapid assessment scales serve as a safety net that strengthens clinical decision-making and team communication in emergency nursing. For sustainability, widespread implementation of automated electronic health record integration, scenario-based simulation training, and institutional support protocols is required.

Keywords: Respiratory emergencies, rapid assessment scales, National Early Warning Score, nursing care, clinical decision-making.

SOLUNUM ACİLLERİNDE HIZLI DEĞERLENDİRME ÖLÇEKLERİNİN HEMŞİRELERİN KLİNİK KARAR VERME DURUMLARINA ETKİSİ

Araş. Gör. Abdurrahman ACAR[1]/ Prof. Dr. Sevilay ERDEN[2]

[1]Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Zübeyde Hanım Sağlık Bilimleri Fakültesi, Cerrahi Hemşireliği, Niğde, Türkiye, ORCID ID: 0009-0004-5315-8263, a.car7272@hotmail.com

[2]Çukurova Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Cerrahi Hemşireliği, Adana, Türkiye, ORCID ID: 0000-0002-6519-864X, sevilaygil@gmail.com

Özet

Solunum acilleri, yüksek morbidite ve mortalite oranları ile acil servis başvurularının önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Hastaların klinik tablosunun hızla kötüleşebildiği bu dinamik süreçte, objektif karar verme mekanizmaları kritik rol taşır. Bu derleme, solunum acillerinde kullanılan Ulusal Erken Uyarı Skoru (NEWS) ve benzeri hızlı değerlendirme ölçeklerinin hemşirelik uygulamalarına ve hasta çıktılarına etkisini incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışma, acil servislerde hızlı değerlendirme sistemlerinin hemşirelik bakımındaki rolünü, klinik etkinliğini ve karşılaşılan engelleri inceleyen literatür verilerinin sentezlenmesiyle oluşturulmuş bir derlemedir. Literatür, hızlı değerlendirme ölçeklerinin klinik kötüleşmeyi önceden öngörmede yüksek hassasiyet (%60,9) ve özgüllük (%82,2) sağladığını, hemşirelerin hızlı müdahale yanıt kapasitesini %45,7'den %74,3'e çıkardığını ve "kurtarma başarısızlığı" oranlarını düşürdüğünü göstermektedir. Buna karşın; alarm yorgunluğu, yüksek iş yükü, kurumsal yetersizlikler ve eğitim eksiklikleri sistemlerin etkinliğini sınırlandırmaktadır. Sistematik verilerin hemşirelerin klinik sezgileriyle bütünleştirildiği durumlarda erken tanı başarısı artmaktadır. Hızlı değerlendirme ölçekleri, acil hemşireliğinde klinik karar vermeyi ve ekip içi iletişimi güçlendiren birer güvenlik ağıdır. Ölçeklerin sürdürülebilirliği için otomatize elektronik sağlık kayıt entegrasyonu, senaryo bazlı simülasyon eğitimleri ve kurumsal destek protokollerinin yaygınlaştırılması gerekmektedir.

Anahtar kelimeler: Solunum acilleri, hızlı değerlendirme ölçekleri, ulusal erken uyarı skoru, hemşirelik bakımı, klinik karar verme.

Giriş

Solunum sistemine bağlı gelişen acil durumlar; hipoksemi, akut solunum yetmezliği ve hava yolu obstrüksiyonu gibi tablolarla seyreden ve dünya genelinde yılda yaklaşık 10 milyon kişinin hayatını kaybetmesine neden olan, morbidite ve mortalitenin en önemli unsurlarından biridir (Stanescu & Marinescu, 2025). Türkiye'de ve dünyada acil servis başvurularının önemli bir bölümünü oluşturan bu tablolar; yapılan çalışmalarda acil servise başvuran hastaların yaklaşık %12,8'inin solunum sıkıntısı yaşadığı ve solunum ile ilişkili şikayetlerin (özellikle dispne) acil konsültasyonların yaklaşık %34,7'sini oluşturduğu saptanmıştır (Diken ve ark., 2018, 2024; Lekhlit ve ark., 2026). Bu durumlar, hastaneye yatışların önemli bir kısmını oluşturmakta ve acil servis birimlerinde hızlı ve doğru müdahaleyi zorunlu kılmaktadır; bu çalışma, solunum acillerinde kullanılan hızlı değerlendirme ölçeklerinin hemşirelik uygulamalarına etkisini incelemeyi amaçlamaktadır.

Acil servis ortamı, belirsizliğin yüksek olduğu ve hastaların durumunun dakikalar içinde kötüleşebileceği dinamik bir çalışma alanıdır. Bu nedenle, solunum sıkıntısı ile başvuran hastaların klinik seyrini doğru yönetmek, mortaliteyi düşürmek ve hastane kaynaklarını etkin kullanmak için hızlı ve sistematik bir karar verme süreci hayati önem taşımaktadır (Guttikonda & Vadapalli, 2018; Santus ve ark., 2023). Klinik karar verme süreçlerinde sadece hekimin deneyimine değil, objektif verilere dayalı standart protokollerin kullanılması, hastanın bakım kalitesini doğrudan etkileyen bir faktördür (Özdemir, 2023).

Klinik karar destek mekanizması olarak kullanılan başlıca ölçeklerden biri, solunum yetmezliği riski taşıyan hastaların fizyolojik seyirlerinin izlenmesinde sağlık profesyonellerine rehberlik eden Ulusal Erken Uyarı Skoru sistemidir (Caravalho ve ark., 2025; Golsheikhi ve ark., 2025). NEWS; solunum hızı, oksijen satürasyonu, oksijen desteği ihtiyacı, sistolik kan basıncı, nabız, vücut ısısı ve bilinç düzeyi gibi temel fizyolojik parametreleri sistematik olarak puanlayarak, hastanın klinik kötüleşme riskini önceden öngörmeye yardımcı olan bir skorlama sistemidir (Özdemir, 2023). Bu sistem, başta acil servis ve hastaneye yatışı yapılan tüm yetişkin hastalar olmak üzere, klinik durumu belirsiz veya kötüleşme riski taşıyan hastaların takibinde standart bir yaklaşım sunmaktadır (Smith ve ark., 2013; Toivanen & Weckström, 2018). Hemşirelik pratiğinde NEWS, yalnızca verilerin kaydedildiği bir araç değil, aynı zamanda hemşirenin klinik yargısını destekleyen ve müdahale gerektiren durumların erken teşhisini sağlayan kritik bir kılavuzdur. Hemşireler, bu parametrelerin doğru ve düzenli ölçümünden, skorun hatasız hesaplanmasından ve elde edilen skor doğrultusunda belirlenen klinik protokolleri —örneğin hekimin bilgilendirilmesi veya yoğun bakım değerlendirmesi— acilen

başlatmaktan sorumludur (Senanayake ve ark., 2025). Bu süreç, "kurtarma başarısızlığı" (failure to rescue) oranlarını azaltmada ve multidisipliner ekip içi iletişimi güçlendirerek hastanın kritik sürece girmeden güvenli bakım almasında hayati bir role sahiptir (Lee ve ark., 2020). Literatür, NEWS gibi skorlama sistemlerinin, özellikle solunum yolu hastalarında YBÜ'ye kabul riskini belirlemede ve klinik kötüleşmeyi erkenden yakalamada etkin bir araç olduğunu göstermektedir (Golsheikhi ve ark., 2025). Bir diğer yaygın kullanılan ölçek olan Glasgow Koma Skalası; göz açma, sözel yanıt ve motor yanıt parametreleri ile hastanın nörolojik durumunu değerlendirmekte ve solunum fonksiyonlarını kontrol edebilme kapasitesine dair ipuçları sunmaktadır. Bu ölçek, acil servis başvurularında hastane yatışını öngörmede istatistiksel olarak anlamlı bir bağımsız öngörücü olarak sürece dahil edilmektedir (Xiao-jun ve ark., 2019). Bu ölçeklerin yanı sıra, klinik parametrelerdeki fark edilmesi güç değişimlerin yetersiz yorumlanması sonucu gelişebilecek kardiyak arrest veya yoğun bakım ihtiyacı gibi advers olayların önlenmesinde benzer skorlama sistemleri kullanılmaktadır (Sholichin ve ark., 2021; Caravalho ve ark., 2025).

Hemşireler, erken uyarı sistemlerinin klinik uygulamalarında ve hasta güvenliğinin sağlanmasında merkezi bir konuma sahiptir. Bu sistemlerin hemşirelik bakım süreçlerine entegrasyonu, klinik gözlemin sistematik ve objektif verilerle harmanlanmasına olanak tanıyarak karar verme mekanizmalarını güçlendirmekte, subjektif klinik sezgileri somut parametrelerle destekleyerek multidisipliner iş birliğini optimize etmektedir. Erken uyarı sistemlerini klinik pratiklerine aktif olarak dahil eden hemşireler, hastanın klinik tablosundaki kötüleşmeyi henüz kritik bir evreye ulaşmadan saptayabilmekte; böylece "kurtarma başarısızlığı" olarak tanımlanan olumsuz durumları minimize ederek müdahale hızını ve hasta çıktılarını iyileştirme kapasitesine erişmektedir (Alfiani, 2025).

Acil Servislerde Klinik Derecelendirme Sistemleri: Hemşirelik Pratiğinde Kanıt ve Deneyim

Acil servislerde yürütülen güncel araştırmalar, klinik derecelendirme sistemlerinin hasta kötüleşmesini öngörmedeki yüksek performansını kanıtlayarak, bu araçların vital parametre izleminde bir standart haline gelmesi gerektiğini vurgulamaktadır (Smith ve ark., 2013; Sá ve ark., 2024). Özellikle *National Early Warning Score* gibi skorlama sistemleri, fizyolojik verilerin objektif bir şekilde değerlendirilmesini sağlayarak acil servis ortamındaki belirsizlikleri minimize etmektedir (Pereira ve ark., 2023). Bu sistemler, hastanın klinik durumuna dair karmaşık verileri basitleştirerek, sağlık profesyonellerine hem hızlı hem de güvenilir bir karar verme zemini sunmaktadır.

Hemşirelik perspektifinden bakıldığında, bu ölçekler yalnızca birer kayıt aracı değil, aynı zamanda hemşirenin klinik yargısını destekleyen ve ekip içi profesyonel iletişimi güçlendiren kritik mekanizmalardır. Erken uyarı sistemlerinin rutin kullanımı, planlanmamış yoğun bakım yatışlarını ve kardiyak arrest insidansını önemli ölçüde düşürerek klinik yanıt verme kapasitesini iyileştirmektedir (Lee ve ark., 2020; Alfiani, 2025). Örneğin, NEWS gibi sistemlerin kullanımıyla hasta kötüleşmesini öngörmede %60,9 hassasiyet ve %82,2 özgüllük değerlerine ulaşılabilmekte (Golsheikhi ve ark., 2025), ayrıca bu sistemlerin uygulamaya entegrasyonu ile hemşirelerin hızlı müdahale yanıt kapasitesinin %45,7'den %74,3'e yükseldiği bildirilmektedir (Sholichin ve ark., 2021). Bu objektif değerlendirme süreci, hemşirelerin hastaların kötüleşme riskini net bir şekilde tanımlamasına olanak tanıyarak müdahaleleri önceliklendirmelerine ve bakım kalitesini zirveye taşımalarına imkân vermektedir (Saba & Nunes, 2022).

Bununla birlikte, bu sistemlerin potansiyelini tam anlamıyla hayata geçirmek için aşılması gereken yapısal ve operasyonel zorluklar mevcuttur. Literatür, bu araçların etkinliğini sınırlayan temel zorlukları şu şekilde sıralamaktadır:

- *Metodolojik Eksiklikler ve Kanıt Yetersizliği:* Klinik derecelendirme sistemlerine ilişkin çalışmaların büyük çoğunluğunda metodolojik kusurlar ve yetersiz raporlama standartları gözlemlenmekte, bu durum sistemlerin klinik uygulamadaki performansını ve öngörülebilirliğini olumsuz etkileyebilmektedir (Gerry ve ark., 2020).
- *Alarm Yorgunluğu ve Yanlış Pozitifler:* Özellikle yanlış yüksek değerler veren skorlamalar, gereksiz kontrollerin yapılmasına ve sağlık personelinde "alarm yorgunluğu" olarak tanımlanan duyarsızlaşmaya yol açabilmektedir (Alfiani, 2025).
- *Klinik Bağlamdan Kopukluk:* Ölçeklerin standart yapısı, her hasta profilinin kendine özgü fizyolojik ihtiyaçlarını tam olarak yansıtmayabilir; bu da kronik hastalıklar gibi durumlarda yanlış alarm oranlarını artırabilmektedir (Toivanen & Weckström, 2018; Yalıç & Tülek, 2025).
- *Operasyonel ve Kurumsal Engeller:* Hemşirelerin bu sistemleri aktif kullanmalarına rağmen karşılaştıkları iş yükü, yetersiz kurumsal destek ve eğitim eksiklikleri, sistemin acil servis iş akışına tam entegrasyonunu zorlaştırmaktadır (Considine ve ark., 2021; Yalıç & Tülek, 2025).

Bu durum, söz konusu sistemlerin sadece akademik birer araç olarak kalmaması, acil servis iş akışına gerçek zamanlı ve sorunsuz bir şekilde entegre edilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır (Considine ve ark., 2021). Hemşirelerin uygulamadaki operasyonel engellere rağmen bu araçların sunduğu iyileşmenin farkında olması,

kurumsal destek ve sürekli eğitimle bu sistemlerin gelecekteki başarısını belirleyecek anahtar faktör olacaktır (Yalıç & Tülek, 2025).

Derleme Bulguları ve Klinik Yansımalar

Hemşirelerin ölçek kullanım düzeyleri, genellikle hastanın klinik ciddiyeti ile doğrudan ilişkili olup, sistematik veriye dayalı gözlemlerin "huzursuzluk" gibi subjektif klinik sezgilerle desteklendiği durumlarda erken tanı başarısının arttığı gözlemlenmiştir (Douw ve ark., 2015). Buna karşın, skorlama sonuçları ile hasta klinik seyri arasındaki korelasyon analizi, sistemin zamanında uygulanmasının mortalite oranlarını düşürmede kritik bir değişken olduğunu, ancak yüksek iş yükü ve yetersiz eğitim gibi yapısal engellerin bu korelasyonun gücünü zayıflattığını ortaya koymaktadır (Treml ve ark., 2024; Powa ve ark., 2025). Nitekim, sağlık profesyonellerinin algoritmalara uyum sağlama konusundaki motivasyonları ve kurumsal kaynakların yeterliliği, skorlama sistemlerinin sunduğu öngörücü gücün gerçek hasta çıktılarına yansımasında belirleyici rol oynamaktadır (O'Neill ve ark., 2021). Ayrıca, sistem çıktılarının klinik bir "karar verici" yerine, hemşirenin subjektif yargısını besleyen bir "farkındalık aracı" olarak konumlandırılması, yanlış alarm oranlarına karşı toleransı artırarak algoritmik uyumu güçlendirmektedir (Bedoya ve ark., 2019). Bununla birlikte, farklı birimlerdeki standart dışı uygulamalar ve veri girişi süreçlerindeki disiplinsizlikler, skorlama sistemlerinin sunduğu klinik kestirim gücünü kısıtlayan bir bariyer olarak karşımıza çıkmaktadır.

Sonuç

Solunum acillerinde zamanla yarışan acil servis ortamları, objektif ve hızlı karar alma mekanizmalarını zorunlu kılmaktadır. Bu derleme, Ulusal Erken Uyarı Skoru (NEWS) ve benzeri hızlı değerlendirme ölçeklerinin, hemşirelerin klinik öngörü ve karar verme kapasitelerini somut verilerle destekleyen kritik birer araç olduğunu göstermektedir. Bu sistemler, subjektif klinik gözlemleri standardize ederek "kurtarma başarısızlığı" riskini ve önlenebilir komplikasyonları azaltmada belirleyici bir rol oynamaktadır. Ancak, ölçeklerin klinik başarıya ulaşması yalnızca hesaplanan skorlara değil; bu sistemlerin hemşirelik bakımının merkezine ne derece entegre edildiğine bağlıdır. Alarm yorgunluğu, iş yükü, kurumsal engeller ve eğitim yetersizlikleri, sistemlerin potansiyel etkinliğini sınırlandıran başlıca faktörlerdir. Bu doğrultuda, hızlı değerlendirme ölçeklerinin klinik pratiklerde sürdürülebilir bir standart haline gelmesi için şu adımlar kritik önem taşımaktadır:

- *Sistem Entegrasyonu:* Ölçekler, karar destek algoritmalarıyla otomatize edilerek doğrudan elektronik sağlık kayıtlarına entegre edilmeli ve veri yükü azaltılmalıdır.

- *Eğitim Stratejileri:* Eğitim süreçleri sadece skor hesaplamaya değil; simülasyon temelli, senaryo odaklı ve klinik muhakemeyi geliştiren interdisipliner yaklaşımlara odaklanmalıdır.
- *Kurumsal Destek:* Kurumlar, objektif verileri ve hemşirenin klinik sezgisini bütünleştiren esnek, disiplinler arası iletişim protokollerini teşvik etmelidir.

Sonuç olarak; erken uyarı sistemleri acil hemşireliğinde birer "karar verici" değil, hemşirelik yargısını güçlendiren "güvenlik ağları" olarak konumlandırıldığında, solunum acillerindeki hasta çıktıları ve bakım kalitesi kayda değer bir artış gösterecektir.

KAYNAKLAR

Alfiani, D. (2025). Descriptive study on the application of early warning systems in emergency nursing practice. *Health & Medical Sciences, 3*(1), 12. https://doi.org/10.47134/phms.v3i1.555

Bedoya, A. D., Clement, M. E., Phelan, M., Steorts, R. C., O'Brien, C., & Goldstein, B. A. (2019). Minimal impact of implemented early warning score and best practice alert for patient deterioration. *Critical Care Medicine, 47*(1), 49–55. https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000003439

Caravalho, B. G., Ferreira, L., Paim, I. M., Figueira, Y., Fardo, B. C. P., Luz, J. P. da, Klamt, J. A., & Rosa, N. C. (2025). Aplicabilidade de escores de deterioração clínica por enfermeiros no serviço de emergência. *Revista Eletrônica Acervo Enfermagem, 25*, Article e22161. https://doi.org/10.25248/reaenf.e22161.2025

Considine, J., Fry, M., Curtis, K., & Shaban, R. Z. (2021). Systems for recognition and response to deteriorating emergency department patients: A scoping review. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine, 29*(1), Article 69. https://doi.org/10.1186/s13049-021-00882-6

Diken, Ö. E., Ekici, A., Bektaş, H., Yıldız, H., Tabaru, A., Ogan, N., Gülhan, P. Y., Özdemir, T., Arslan, S., Tosun, M., Başlılar, Ş., Kılıç, T., Özkısa, T., Özyurt, S. P., Dikiş, Ö. Ş., Arpağ, H., Toru, Ü., Tutar, Ü., Ayvacı, A., … Özlü, T. (2018). Pulmonary physician consultancy in emergency services in Turkey (PUPCEST) – a prospective multicenter study. *European Respiratory Journal, 52*(Suppl 62), Article PA2327. https://doi.org/10.1183/13993003.congress-2018.PA2327

Diken, Ö. E., Kaya, Ş., Aksoy, H. B., Ekici, A., Çapraz, A., Tabaru, A., Dikiş, Ö. Ş., Arpağ, H., Yıldız, H., Kılıç, T., Özdemir, T., Gülhan, P. Y., Arslan, S., Ogan, N., Sercan, C., Tutar, Ü., Başlılar, Ş., Esendağlı, D., Kırkıl, G., … Özlü, T. (2024). Pulmonary physician consultancy in emergency services in Turkiye (PuPCEST) – a cross-sectional multicenter study. *Medicine, 103*(6), Article e37165. https://doi.org/10.1097/md.0000000000037165

Douw, G., Schoonhoven, L., Holwerda, T., Waal, G. H., van Zanten, A. R. H., van Achterberg, T., & van der Hoeven, J. G. (2015). Nurses' worry or concern and early recognition of deteriorating patients on general wards in acute care hospitals: A systematic review. *Critical Care, 19*(1), Article 230. https://doi.org/10.1186/s13054-015-0950-5

Gerry, S., Bonnici, T., Birks, J., Kirtley, S., Virdee, P. S., Watkinson, P., & Collins, G. S. (2020). Early warning scores for detecting deterioration in adult hospital patients: Systematic review and critical appraisal of methodology. *BMJ, 369*, Article m1501. https://doi.org/10.1136/bmj.m1501

Golsheikhi, M. B., Rooddehghan, Z., Esmaeili, M., & Karimi, R. (2025). Comparing the predictive power of the National Early Warning Score (NEWS) and Modified Early Warning Score (MEWS) for ICU admission in respiratory patients during the COVID-19 pandemic: A multicenter cross-sectional study. *International Journal of Emergency Medicine, 18*(1), Article 250. https://doi.org/10.1186/s12245-025-01054-4

Guttikonda, S. N. R., & Vadapalli, K. (2018). Approach to undifferentiated dyspnea in emergency department: Aids in rapid clinical decision-making. *International Journal of Emergency Medicine, 11*(1), Article 21. https://doi.org/10.1186/s12245-018-0181-z

Lee, J., Kim, E., Kim, S.-A., & Oh, E. G. (2020). A systematic review of early warning systems' effects on nurses' clinical performance and adverse events among deteriorating ward patients. *Journal of Patient Safety, 16*(3), e104–e113. https://doi.org/10.1097/pts.0000000000000492

Lekhlit, M., Tobi, H., Jidane, S., Belkouch, A., & Belyamani, L. (2026). Respiratory distress in the emergency department of Mohamed V Military Hospital in Rabat: Epidemiological, etiological, therapeutic and prognostic profile. *International Journal of Science and Research Archive, 18*(2), 464–467. https://doi.org/10.30574/ijsra.2026.18.2.1949

O'Neill, S., Clyne, B., Bell, M., Casey, A., Leen, B., Smith, S. M., Ryan, M., & O'Neill, M. (2021). Why do healthcare professionals fail to escalate as per the early warning system (EWS) protocol? A qualitative evidence synthesis of the barriers and facilitators of escalation. *BMC Emergency Medicine, 21*(1), Article 15. https://doi.org/10.1186/s12873-021-00403-9

Özdemir, S. (2023). Improving clinical decision-making: A focus on early warning systems and scoring methods. *Medical Science and Discovery, 10*(6), 430–431. https://doi.org/10.36472/msd.v10i6.962

Pereira, T. L. C. e S., Silva, A. C. da, Xavier, L. L. S., Rodrigues, A. de F. da S. S., Almeida, A. K. A., Silva, E. S. da, Silva, S. A. L. da, Weber, J., Sousa, T. V. de, & Melchior, L. M. R. (2023). Deterioração clínica em pacientes traumáticos. *Revista Eletrônica Acervo Saúde, 23*(7), Article e12142. https://doi.org/10.25248/reas.e12142.2023

Powa, N. Y., Lestari, R., & Suryanto, S. (2025). Challenges in the implementation of early warning scoring system (EWSS) by nurses in developed and developing countries: Scoping review. *Jurnal Riset Kesehatan Poltekkes Depkes Bandung, 17*(2), 565–576. https://doi.org/10.34011/juriskesbdg.v17i2.2918

Sá, B. V. de S., Aguiar, A. S. C. de, Rocha, E. S. B., Bezerra, S. M. G., & Almeida, P. C. de. (2024). Escala de alerta precoce na identificação de pacientes com risco de deterioração clínica. *Revista Enfermagem UERJ, 32*, Article e79207. Recuperado de https://docs.bvsalud.org/biblioref/2024/07/1563243/e79207-escala-de-alerta-precoce-diagramado-esp.pdf

Saba, A., & Nunes, M. do P. T. (2022). Is modified early warning score associated with clinical outcomes of patients admitted to a university internal medicine ward? *Journal of Clinical Nursing, 32*, 1065–1075. https://doi.org/10.1111/jocn.16327

Santus, P., Radovanovic, D., Saad, M., Zilianti, C., Coppola, S., Chiumello, D., & Pecchiari, M. (2023). Acute dyspnea in the emergency department: A clinical review. *Internal and Emergency Medicine, 18*(5), 1491–1507. https://doi.org/10.1007/s11739-023-03322-8

Senanayake, M., Maharjan, R., & Chowdhury, A. H. (2025). Nursing assessment of early warning signs in respiratory disorders among hospitalized patients: A clinical observation research. *Journal of Medicine and Surgical Nursing, 2*(2), 51–55. https://doi.org/10.33545/30790506.2025.v2.i2.a.25

Sholichin, S., Rahayu, A. P., Miharja, E., & Sukmana, M. (2021). Analysis of the implementation of the National Early Warning Score (NEWS) on nurses in handling follow-up of emergency patients through fast response assessment. *Jurnal Kesehatan Pasak Bumi Kalimantan, 4*(1), 21–27. Recuperado de https://e-journals.unmul.ac.id/index.php/JKPBK/article/view/5850

Smith, G. B., Prytherch, D., Meredith, P., Schmidt, P. E., & Featherstone, P. I. (2013). The ability of the National Early Warning Score (NEWS) to discriminate patients at risk of early cardiac arrest, unanticipated intensive care unit admission, and death. *Resuscitation, 84*(4), 465–470. https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2012.12.016

Stanescu, A. G., & Marinescu, R. E. (2025). Emergency department respiratory presentations at Muhimbili National Hospital amidst the early COVID-19 years: A cross-sectional analysis. *Journal of Medical Sciences and Interdisciplinary Research, 5*(1), 153–161. https://doi.org/10.51847/l5a5miys2v

Toivanen, I., & Weckström, T. (2018). *National Early Warning Score päivystyshoitotyössä*. Theseus. Recuperado de http://www.theseus.fi/handle/10024/155771

Treml, B., Dahlmann, P., Rajšić, S., & Bauernfeind, L. (2024). Overcoming barriers in the introduction of early warning scores for in-hospital emergencies in Austrian medical centers: A mixed methods approach. *Research Square*. https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3804937/v1

Xiao-jun, W., Ma, H., Liu, R., & Zhao, Y. (2019). Comparing the effectiveness of three scoring systems in predicting adult patient outcomes in the emergency department. *Medicine, 98*(5), Article e14289. https://doi.org/10.1097/md.0000000000014289

Yalıç, T., & Tülek, Z. (2025). Assessment of nurses' knowledge and attitudes about early warning systems. *Genel Sağlık Bilimleri Dergisi, 7*(1), 80–92. https://doi.org/10.51123/jgehes.2024.162

CLIMATE CHANGE AND WOMEN'S HEALTH: IMPACTS ACROSS THE LIFE COURSE

Prof. Dr. Fatma BAŞAR

Kutahya Health Sciences University, Faculty of Health Sciences, Department of Obstetrics and Gynecology Nursing, Kutahya, Turkey,

Email: fatma.basar@ksbu.edu.tr, Orcid number: 0000-0003-4288-9111

Abstract

Climate change can affect women's health through multiple exposure pathways, including extreme temperatures, air pollution, water and food insecurity, extreme weather events, and changes in vector distribution. Increasing evidence suggests that exposure to high temperatures and air pollution during pregnancy may be associated with adverse pregnancy outcomes, including preterm birth and low birth weight. The effects of climate change on reproductive health are also being discussed in relation to infertility and hormonal processes. Furthermore, heatwaves may exacerbate vasomotor symptoms and negatively affect quality of life during menopause. Women may experience different levels of vulnerability due to socioeconomic conditions, caregiving responsibilities, and access to healthcare services, highlighting the importance of considering the gender dimension of climate-related health impacts. Recent systematic reviews indicate that the effects of climate change on women's health are not limited to pregnancy but may occur across different stages of life. This study aimed to evaluate the effects of climate change on women's health based on the current literature.

Keywords: Climate change, women's health, life course

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE KADIN SAĞLIĞI: YAŞAM BOYU ETKİLER

Özet

İklim değişikliği; aşırı sıcaklık, hava kirliliği, su ve gıda güvensizliği, aşırı hava olayları ve değişen vektör dağılımı gibi çoklu maruziyet yolları üzerinden kadın sağlığını etkileyebilmektedir. Özellikle gebelik döneminde yüksek sıcaklık ve hava kirliliğine maruziyetin erken doğum, düşük doğum ağırlığı ve diğer olumsuz gebelik sonuçlarıyla ilişkili olabileceğine yönelik kanıtlar giderek artmaktadır. İklim değişikliğinin üreme sağlığı üzerindeki etkileri infertilite ve hormonal süreçler açısından da tartışılmaktadır. Ayrıca sıcak hava dalgalarının menopoz dönemindeki vazomotor semptomları ve yaşam kalitesini olumsuz etkileyebileceği düşünülmektedir. Kadınların sosyoekonomik koşullar, bakım sorumlulukları ve sağlık hizmetlerine erişim açısından farklı düzeylerde kırılganlık göstermesi, iklim değişikliğinin sağlık üzerindeki etkilerini toplumsal cinsiyet boyutuyla da önemli hale getirmektedir. Güncel sistematik derlemeler, iklim değişikliğinin kadın sağlığı üzerindeki etkilerinin yalnızca gebelikle sınırlı olmadığını, yaşamın farklı dönemlerinde ortaya çıkabildiğini göstermektedir. Bu çalışmada iklim değişikliğinin, kadın sağlığı üzerine etkilerinin literatür doğrultusunda değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: İklim değişikliği, kadın sağlığı, yaşam boyu

INTRODUCTION

Climate change has become one of the major determinants threatening global health, extending beyond being solely an environmental and ecological problem. Increasing average temperatures, more frequent and severe heatwaves, air pollution, droughts, floods, wildfires, and other extreme weather events directly affect physical and mental health. The World Health Organization states that the health impacts of climate change do not affect all individuals in society equally; women, children, older adults, and socioeconomically disadvantaged groups are at greater risk.

Women's health is a multidisciplinary field that is not limited to pregnancy and childbirth but encompasses the entire life course, from adolescence and the reproductive years to pregnancy, menopause, and older age. The World Health Organization also emphasizes that women's health should be evaluated within a broad framework encompassing sexual and reproductive health as well as physical and mental health throughout the life course. From this perspective, the effects of climate change on women's health are multidimensional. While extreme temperatures and air pollution may affect pregnancy outcomes, food and water insecurity, disasters, and disruptions in healthcare services may make it more difficult for women to access healthcare. Particularly during disasters, interruptions may occur in antenatal care, childbirth services, contraception, safe abortion services, and other sexual and reproductive health services. In recent years, the literature on the relationship between climate change and women's reproductive health has continued to expand. A systematic review published in 2026 evaluated the potential effects of climate change on women's fertility, ovarian reserve, timing of menopause, and reproductive decision-making and reported that a substantial proportion of the available evidence was of moderate quality.

Therefore, the relationship between climate change and women's health should not be considered solely in the context of "increased temperature during pregnancy" but rather as a health issue affecting the entire female life course. The aim of this review was to examine the effects of climate change on women's health in light of the current literature and to evaluate its potential effects on reproductive health, fertility, pregnancy and birth outcomes, maternal and neonatal health, mental health, access to healthcare services, and menopause, as well as to provide recommendations for climate-resilient women's health services.

RESULTS

The literature indicates that climate change may affect women's health at different stages of life and across multiple domains, including reproductive health, pregnancy and childbirth, psychological well-being, and

menopause. In a study by Gaskins et al. (2021), each 1°C increase in exposure to high temperatures over a 90-day period was associated with a 1.6% reduction in antral follicle count, suggesting a lower ovarian reserve. In a systematic review conducted by Albadrani et al. (2026), 12 observational studies were evaluated, and exposure to high temperatures was found to be potentially associated with lower fertility and reduced ovarian reserve. However, because of the observational and heterogeneous nature of the studies, it was emphasized that a causal relationship between climate change and women's reproductive health has not yet been definitively established.

In a study conducted by Jensen et al. (2021) using data from 65 countries, increasing temperatures were shown to negatively affect total fertility rates in both the current and subsequent generations, particularly in regions where monthly maximum temperatures exceeded 15–20°C. In a study conducted by Gray and Thiede (2024) among 2.5 million women in 59 low- and middle-income countries, higher-than-normal temperatures were reported to be associated particularly with reduced reproductive autonomy, temporary migration, and low body weight among women living in rural areas. A qualitative study conducted in Hungary by Szalma and Szczuka (2024) showed that concerns related to climate change may influence some women's decisions regarding having children and their views on future family planning. In a 2026 Committee Statement published by the American College of Obstetricians and Gynecologists (ACOG), exposure to climate change-related extreme heat, wildfire smoke, and air pollution was emphasized as being associated with adverse maternal and fetal outcomes, including early pregnancy loss, preterm birth, preeclampsia, hypertensive disorders of pregnancy, and stillbirth.

In a systematic review and meta-analysis conducted by Chersich et al. (2020), which evaluated 70 studies from 27 countries, high temperatures were shown to adversely affect pregnancy outcomes. Each 1°C increase in temperature was reported to increase the likelihood of preterm birth by 1.05-fold, while heatwaves increased the likelihood by 1.16-fold. High temperatures were also associated with low birth weight and stillbirth. These effects were reported to be more pronounced among women of lower socioeconomic status and women at the extremes of reproductive age. A systematic review conducted by Segal and Giudice (2022) evaluated evidence regarding the adverse effects of climate change-related high temperatures, air pollution, wildfires, floods, and toxic environmental exposures on fertility, fetal development, and pregnancy outcomes. In particular, high temperatures and air pollution were reported to be potentially associated with infertility and adverse pregnancy

outcomes, while climate-related environmental exposures may affect reproductive processes through various biological and indirect mechanisms.

The effects of climate change on women's reproductive health are not limited to pregnancy and fertility. Research on the menstrual cycle and menopause suggests that extreme temperatures, water scarcity, and inadequate infrastructure may disrupt menstrual patterns and affect the timing of menopause (Muralidharan et al., 2025). In addition, the potential effects of climate-related environmental factors and increasing temperatures on gynecological cancers have received increasing attention. For example, a study conducted in the Middle East and North Africa region demonstrated that increasing temperatures were significantly associated with increased incidences of breast, ovarian, and cervical cancers (Abu El Kheir-Mataria & Chun, 2025). These findings indicate that climate change policies should not only aim to reduce environmental risks but should also comprehensively protect women's health.

Another important issue regarding women's health is the potential effect of climate change on symptoms and quality of life during menopause. Vasomotor symptoms experienced during menopause, particularly hot flashes and night sweats, may become more pronounced with increasing ambient temperatures, potentially increasing sleep disturbances, fatigue, and difficulties in daily activities. Furthermore, exposure to extreme temperatures may negatively affect physical and psychological well-being during menopause.

A systematic review published in 2026 examining the effects of climate change on women's health reported that only a limited number of studies have investigated the relationship between climatic conditions and the timing of menopause and that differences in age at menopause may exist among women living in different climatic regions. However, because most existing studies are observational, with heterogeneity in samples and methodologies, and because biological, socioeconomic, and lifestyle factors that may influence age at menopause have not been adequately controlled, a direct causal relationship between climatic conditions and the timing of menopause cannot be established. Therefore, menopause represents an important area requiring further epidemiological and longitudinal research to evaluate the long-term effects of climate change on women's health.

In a study conducted in Türkiye by Özkaya et al. (2011), women living in a Mediterranean climate were reported to have a lower mean age at menopause, and the climatic region in which women lived during their reproductive years was suggested to be associated with the timing of menopause. Nevertheless, the authors emphasized that this association should not be evaluated independently of biological and sociocultural factors.

Overall, the findings indicate that climate change may affect women's health at various stages of life, from adolescence and the reproductive years to pregnancy, childbirth, and menopause. Climate change also poses substantial risks to mental health by disrupting environmental conditions and increasing life-threatening stressors. In particular, extreme temperatures, water scarcity, air pollution, and sudden climate-related events may contribute to the onset and exacerbation of mental health disorders such as anxiety, depression, and post-traumatic stress disorder (PTSD) (Lawrance et al., 2022). Extreme weather events may not only worsen existing psychological conditions but may also have more severe effects on vulnerable groups, particularly women, older adults, children, and pregnant women. Furthermore, suicide rates have been reported to be positively correlated with local increases in temperature, and extreme heat may increase suicidal tendencies by triggering depression and anxiety. Conditions such as depression and anxiety may become more severe under heat stress (Christodoulou et al., 2024). Anthonj et al. (2015) reported that natural disasters may restrict access to medical and psychological support services, particularly among women with chronic health conditions. Climate change may also affect social structures and contribute to an increase in violence against women (Fapohunda et al., 2025). Particularly in the aftermath of disasters, socioeconomic uncertainty, resource scarcity, lack of safety, and social isolation may increase women's vulnerability to violence. Fapohunda et al. (2025) emphasized that these conditions created by the climate crisis may contribute to increases in physical, psychological, and economic violence against women. This situation is not limited to the physical consequences of violence but may also have devastating effects on mental health.

CONCLUSION

Climate change is emerging as an increasingly important determinant of health that can affect women at different stages of life. Although existing evidence particularly indicates adverse effects of extreme temperatures and air pollution on pregnancy and birth outcomes, it also suggests potentially important effects on fertility, ovarian reserve, reproductive health, sexual health, and menopause. However, because a substantial proportion of the available evidence is observational, more comprehensive and longitudinal studies are needed to establish causal relationships.

Restructuring women's health services to address the effects of climate change is important for protecting vulnerable groups, reducing inequalities in access to healthcare services, and promoting gender equality. In conclusion, recognizing the multidimensional effects of climate change on women's health and developing

evidence-based adaptation strategies in this field should be considered a priority for future health policies, research, and clinical practice.

REFERENCES

Albadrani, M. S. (2026). The impacts of climate change on women's reproductive and sexual health: A systematic review. *Reproductive Health, 23*(1), 143. https://doi.org/10.1186/s12978-026-02375-0

American College of Obstetricians and Gynecologists. (2026). The effects of climate change on obstetric and gynecologic health: Committee Statement No. 30. *Obstetrics & Gynecology, 148*, e74–e83.

Anthonj, C., Nkongolo, O. T., Schmitz, P., Hango, J. N., & Kistemann, T. (2015). The impact of flooding on people living with HIV: A case study from the Ohangwena Region, Namibia. *Global Health Action, 8*(1), 26441. https://doi.org/10.3402/gha.v8.26441

Chauhan, V., & Rahman, S. (2025). A systematic literature review of the impact of climate change on menopause: Altering the age, severity of symptoms and long-term effects. *The Journal of Sexual Medicine, 22*(Supplement_1), qdaf068.133.

Chersich, M. F., Pham, M. D., Areal, A., Haghighi, M. M., Manyuchi, A., Swift, C. P., Wernecke, B., Robinson, M., Hetem, R., Boeckmann, M., & co-authors. (2020). Associations between high temperatures in pregnancy and risk of preterm birth, low birth weight, and stillbirths: Systematic review and meta-analysis. *BMJ, 371*, m3811. https://doi.org/10.1136/bmj.m3811

Christodoulou, N., Laaidi, K., Fifre, G., Lejoyeux, M., Akaoui, M. A., & Geoffroy, P. A. (2024). Heatwaves and mental disorders: A study on national emergency and weather services data. *The European Journal of Psychiatry, 38*(3), 100249. https://doi.org/10.1016/j.ejpsy.2023.100249

Fapohunda, T., Stiegler, N., & Bouchard, J. P. (2025). Climate change and violence against women. *Annales Médico-psychologiques, Revue Psychiatrique, 183*(1), 112–122. https://doi.org/10.1016/j.amp.2024.11.006

Gaskins, A. J., Mínguez-Alarcón, L., VoPham, T., Hart, J. E., Chavarro, J. E., Schwartz, J., Souter, I., & Laden, F. (2021). Impact of ambient temperature on ovarian reserve. *Fertility and Sterility, 116*(4), 1052–1060. https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2021.05.091

Girardi, G., & Bremer, A. A. (2022). Effects of climate and environmental changes on women's reproductive health. *Journal of Women's Health, 31*(6), 755–757. https://doi.org/10.1089/jwh.2021.0631

Giudice, L. C., Llamas-Clark, E. F., DeNicola, N., Pandipati, S., Zlatnik, M. G., Decena, D. C. D., Woodruff, T. J., Conry, J. A., & the FCoCC. (2021). Climate change, women's health, and the role of obstetricians and gynecologists in leadership. *International Journal of Gynecology & Obstetrics, 155*(3), 345–356.

Gray, C., & Thiede, B. C. (2024). Temperature anomalies undermine the health of reproductive-age women in low- and middle-income countries. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 121*(11), e2311567121.

Inoue, K., Yan, Q., Arah, O. A., et al. (2020). Air pollution and adverse pregnancy and birth outcomes: Mediation analysis using metabolomic profiles. *Current Environmental Health Reports, 7*, 231–242.

Jensen, P. M., Sørensen, M., & Weiner, J. (2021). Human total fertility rate affected by ambient temperatures in both the present and previous generations. *International Journal of Biometeorology, 65*(11), 1837–1848.

Lawrance, E. L., Thompson, R., Newberry Le Vay, J., Page, L., & Jennings, N. (2022). The impact of climate change on mental health and emotional wellbeing: A narrative review of current evidence, and its implications. *Journal of Mental Health, 31*(5), 443–498. https://doi.org/10.1080/09540261.2022.2128725

Muralidharan, A., Broekhuijsen, M., Lisondra, L., Guru, A., Haver, J., & Irfan, S. (2025). The ripple effect: Impacts of climate change on menstrual health and paths to resilience. *Frontiers in Global Women's Health, 6*, 1569046. https://doi.org/10.3389/fgwh.2025.1569046

Özkaya, E., Demir, B., Cakir, E., Kara, F., Korkmaz, V., & Küçüközkan, T. (2011). Mediterranean climate is associated with early age at menopause and low high-density lipoprotein in postmenopausal women. *Gynecological Endocrinology, 27*(11), 944–947.

Segal, T. R., & Giudice, L. C. (2022). Systematic review of climate change effects on reproductive health. *Fertility and Sterility, 118*(2), 215–223.

Szalma, I., & Szczuka, B. J. (2025). Reproductive choices and climate change in a pronatalist context. *East European Politics and Societies, 39*(2), 332–352.

Tan, Y., Yang, R., Zhao, J., Cao, Z., Chen, Y., & Zhang, B. (2017). The associations between air pollution and adverse pregnancy outcomes in China. *Advances in Experimental Medicine and Biology, 1017*, 181–214.

Uçar, B., & Çıtak Bilgin, N. (2025). Küresel iklim değişikliğinin kadın sağlığı üzerindeki etkileri ve hemşirelik yaklaşımları [Effects of global climate change on women's health and nursing approaches]. *Kadın Sağlığı Hemşireliği Dergisi, 11*(3), 99–109.

MICROPLASTICS AND WOMEN'S REPRODUCTIVE HEALTH: EMERGING ENVIRONMENTAL RISKS

Prof. Dr. Fatma BAŞAR

Kutahya Health Sciences University, Faculty of Health Sciences, Department of Obstetrics and Gynecology Nursing, Kutahya, Turkey,

Email: fatma.basar@ksbu.edu.tr, Orcid number: 0000-0003-4288-9111

Abstract

Microplastics have become a widespread source of environmental exposure and are increasingly recognized as a potential concern for women's reproductive health. This study aimed to evaluate the potential effects of microplastics on women's reproductive health based on the current literature. Recent studies investigating the relationship between microplastic exposure and ovarian function, infertility, hormonal changes, pregnancy, placental health, and fetal development were reviewed, with particular emphasis on systematic reviews and experimental studies. Current evidence indicates that microplastics can be detected in human tissues and biological samples associated with pregnancy. Experimental studies suggest that microplastic exposure may be associated with impaired ovarian function, hormonal imbalance, oxidative stress, inflammation, and cellular damage. Furthermore, the detection of microplastics in the placenta and other pregnancy-related tissues highlights a potential environmental risk to reproductive health. However, the limited number of human studies and uncertainties regarding causality make it difficult to draw definitive conclusions from the available evidence. In conclusion, microplastics represent an emerging and important environmental risk to women's reproductive health, and further comprehensive and long-term human studies are needed to clarify their potential clinical effects.

Keywords: Microplastics, women's reproductive health, infertility, pregnancy, environmental exposure

MİKROPLASTİKLER VE KADIN ÜREME SAĞLIĞI: ORTAYA ÇIKAN ÇEVRESEL RİSKLER

Özet

Mikroplastikler, çevresel maruziyetin yaygın bir kaynağı haline gelmiş ve kadın üreme sağlığı açısından potansiyel bir endişe kaynağı olarak giderek daha fazla tanınmaya başlanmıştır. Bu çalışmanın amacı, mevcut literatür doğrultusunda mikroplastiklerin kadın üreme sağlığı üzerindeki potansiyel etkilerini değerlendirmektir. Mikroplastik maruziyeti ile over fonksiyonu, infertilite, hormonal değişiklikler, gebelik, plasenta sağlığı ve fetal gelişim arasındaki ilişkiyi araştıran güncel çalışmalar incelenmiş; özellikle sistematik derlemeler ve deneysel çalışmalar üzerinde durulmuştur.

Mevcut kanıtlar, mikroplastiklerin insan dokularında ve gebelikle ilişkili biyolojik örneklerde tespit edilebildiğini göstermektedir. Deneysel çalışmalar, mikroplastik maruziyetinin over fonksiyonunda bozulma, hormonal dengesizlik, oksidatif stres, inflamasyon ve hücresel hasar ile ilişkili olabileceğini düşündürmektedir. Ayrıca, mikroplastiklerin plasenta ve gebelikle ilişkili diğer dokularda tespit edilmesi, üreme sağlığı açısından potansiyel bir çevresel risk oluşturabileceğine işaret etmektedir. Bununla birlikte, insan çalışmalarının sınırlı sayıda olması ve nedensellik konusundaki belirsizlikler, mevcut kanıtlardan kesin sonuçlara ulaşılmasını güçleştirmektedir.

Sonuç olarak, mikroplastikler kadın üreme sağlığı açısından ortaya çıkmakta olan önemli bir çevresel risk faktörünü temsil etmektedir. Mikroplastiklerin olası klinik etkilerinin açıklığa kavuşturulabilmesi için daha kapsamlı ve uzun dönemli insan çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Mikroplastikler, kadın üreme sağlığı, infertilite, gebelik, çevresel maruziyet

INTRODUCTION

The increasing global production of microplastics, the fragmentation of plastic waste in the environment, and the widespread use of plastic products in daily life have made microplastic exposure an important environmental health concern. Microplastics are generally defined as plastic particles smaller than 5 mm, while smaller particles are classified as nanoplastics. Humans may be exposed to microplastics through multiple pathways, including the consumption of food and drinking water, inhalation through the air, and various forms of environmental contact.

In addition to their widespread presence in the environment, the detection of microplastics in human biological samples has highlighted the need to evaluate this issue not only in terms of environmental pollution but also from a human health perspective. In particular, the number of studies investigating the potential presence of microplastics in pregnancy-related tissues and within the female reproductive system has increased in recent years.

The female reproductive system depends on the coordinated regulation of numerous interconnected biological processes, including hormonal regulation, follicular development, oocyte maturation, and embryonic development. Therefore, oxidative stress, inflammation, hormonal alterations, and cellular damage caused by environmental pollutants are of considerable importance in terms of reproductive function.

Pregnancy is also a particularly important period with regard to microplastic exposure. The placenta serves as a major biological interface between the maternal and fetal circulations and plays a critical role in maintaining fetal development. The detection of microplastics in the placenta and other fetal compartments has raised new research questions regarding maternal-fetal exposure.

Therefore, the fundamental research question today is not only whether microplastics enter the human body, but also which tissues they can reach, which biological mechanisms they may affect, and what the clinical significance of such exposure may be for women's reproductive health. The aim of this review is to evaluate the potential effects of microplastic exposure on women's reproductive health in light of the current literature.

RESULTS

Human exposure to microplastics occurs through multiple pathways. The consumption of food and drinking water, contact with plastic packaging, indoor dust, fibers released from textile products, and airborne particles are considered among the major sources of exposure.

Exposure of plastics to heat, mechanical abrasion, and environmental degradation may increase the formation of microplastics. In particular, the use of plastic containers in contact with food, especially under elevated temperatures, has been suggested to increase microplastic exposure.

In the study by Hassanzadeh et al. (2025), different sources of microplastic exposure during pregnancy were evaluated, and the use of plastic food containers was identified as a potential exposure pathway that should be considered in terms of microplastic contamination. However, the authors emphasized that further research is needed to determine the magnitude of this association and its clinical consequences. The ability of microplastics to reach the female reproductive system has become an important area of research in recent years.In the study by Carvajal et al. (2026), 11 human studies evaluating the presence of microplastics in the female reproductive system and pregnancy-related tissues were systematically reviewed. Microplastics were reported to have been detected in follicular fluid, placental tissue, amniotic fluid, cord blood, and meconium. The researchers suggested that the presence of microplastics in both maternal and fetal compartments supports the possibility of maternal-fetal transfer. However, because the available studies included small sample sizes, lacked standardized methodologies, and were subject to potential contamination, the clinical implications of these findings remain unclear.

These findings suggest that microplastics may not be confined to the gastrointestinal or respiratory systems but may enter the systemic circulation and reach the reproductive system and pregnancy-related tissues. Nevertheless, the levels of microplastic exposure that may be clinically significant remain unknown.

Ovarian Function and Ovarian Reserve

The ovaries are considered one of the potential target organs of microplastics. Experimental studies suggest that microplastic exposure may be associated with oxidative stress, inflammation, cellular damage, and hormonal alterations in ovarian tissue. In the study by Inam (2025), 15 experimental studies were evaluated, and microplastic exposure was reported to affect ovarian function and to be associated with reduced fertility rates and alterations in hormone levels. Some experimental studies also reported adverse effects on embryonic development and offspring health. However, because the methodological quality of the studies varied and some studies had a high risk of bias, the findings should be interpreted with caution.

Although these findings suggest that microplastics may affect ovarian function, a substantial proportion of the current evidence is derived from animal and cell culture studies. Therefore, direct extrapolation to human

infertility is not appropriate. There is currently insufficient longitudinal evidence to demonstrate a causal relationship between microplastic exposure and ovarian reserve in humans.

Hormonal System and Endocrine Effects

Female reproductive function depends on the proper regulation of the hypothalamic-pituitary-ovarian axis. The potential effects of environmental pollutants on the hormonal system have been recognized for many years. In the study by Inam (2025), a substantial proportion of experimental studies were reported to have identified associations between microplastic exposure and alterations in hormone levels. These findings suggest that microplastics should be investigated not only as physical particles within the female reproductive system but also as environmental exposure factors that may affect hormonal regulation. However, it remains unclear whether hormonal alterations observed in experimental models translate into clinically significant reproductive outcomes in humans.

Oocytes, Embryos, and Fertility

One of the major determinants of reproductive success is oocyte quality and the healthy progression of embryonic development. In the study by Inam (2025), microplastic exposure was reported to be potentially associated with adverse effects on fertility rates, ovarian function, and embryonic development. Some experimental studies have indicated that microplastic exposure may cause alterations in oocyte development and embryonic development. However, because these findings are largely derived from experimental models, a direct causal relationship with human infertility cannot be established.

Therefore, in clinical practice, microplastic exposure should not be described as a direct cause of infertility. Rather, it should be considered an important environmental risk area requiring further investigation.

Placenta and Maternal-Fetal Transfer

The placenta is one of the most important areas of research in relation to microplastic exposure during pregnancy. In the study by Hassanzadeh et al. (2025), 13 studies were evaluated, and microplastics were reported to be detectable in pregnancy-related samples, including the placenta, meconium, and amniotic fluid. Different polymer types, including polystyrene, polyurethane, and polyamide, were identified. An association between microplastic contamination and intrauterine growth restriction was also reported. However, the researchers emphasized that the limited number of human studies prevents the establishment of a definitive causal relationship between microplastic exposure and pregnancy outcomes.

In the study by Carvajal et al. (2026), the detection of microplastics in placental tissue, amniotic fluid, cord blood, and meconium was interpreted as evidence suggesting the possibility of microplastic transfer between maternal and fetal compartments. Nevertheless, the researchers noted that the available evidence is insufficient to determine the clinical effects of microplastics on fetal development.

Pregnancy Outcomes

The effects of microplastics on pregnancy outcomes have been extensively investigated in recent years. In the systematic review and meta-analysis conducted by Hassanzadeh et al. (2025), microplastics were reported to be detectable in the placenta, meconium, amniotic fluid, and fecal samples. In addition, consumption of food from plastic containers during pregnancy was suggested to potentially increase the likelihood of microplastic contamination. The researchers emphasized the need for larger-scale studies to clarify the potential effects of microplastics on pregnancy and women's reproductive health. Similarly, Carvajal et al. (2026) reported that microplastics can be present in maternal and fetal compartments and that some studies have identified adverse associations between microplastic burden and neonatal anthropometric measurements. However, the systematic review emphasized that the clinical effects of microplastic exposure on pregnancy outcomes could not be determined conclusively because of small sample sizes, the absence of randomization, and inadequate control of confounding variables.

In the study by Ragusa et al. (2021), six human placentas obtained from women with physiologically progressing pregnancies who provided informed consent to participate in the study were analyzed using Raman microspectroscopy to assess the presence of microplastics. A total of 12 microplastic particles measuring 5–10 μm were detected in four placentas. These particles had spherical or irregular shapes; five were found on the fetal side, four on the maternal side, and three in the chorioamniotic membranes. All microplastic particles were characterized according to their morphological properties and chemical composition.

All particles were found to contain pigments. Three of them were identified as polypropylene (PP), a thermoplastic polymer, whereas only pigments could be identified in the remaining nine particles. All detected pigments were identified as pigments used in man-made coatings, paints, adhesives, plasters, finger paints, polymers, and cosmetic and personal care products.

Therefore, although the available evidence regarding the association between microplastics and outcomes such as preterm birth, low birth weight, intrauterine growth restriction, preeclampsia, miscarriage, or stillbirth represents a potential risk signal, stronger human studies are required to establish causal relationships.

Implications for Women's Health Services

The primary role of healthcare professionals regarding microplastics is to communicate emerging but not yet conclusive scientific findings without causing unnecessary anxiety among women and to provide evidence-based environmental health counseling. Within women's health services, general preventive approaches may include reducing the unnecessary use of plastics, avoiding prolonged storage of hot foods in plastic containers, choosing glass or stainless-steel containers when possible, and avoiding exposure of plastic products to high temperatures. However, these recommendations should not be presented as meaning that "preventing microplastic exposure prevents infertility." At present, there is insufficient clinical evidence to establish that microplastic exposure is a direct cause of infertility or specific pregnancy complications.

Risk communication is particularly important during pregnancy. Healthcare professionals should explain that the current evidence is biologically concerning but not yet clinically conclusive. This approach is important both for increasing awareness and for preventing unnecessary anxiety.

CONCLUSION

Microplastics are increasingly recognized as environmental pollutants of potential importance to human health. In particular, a substantial body of new evidence has emerged in recent years regarding the female reproductive system and pregnancy.

Overall, microplastics should currently be regarded not as a proven clinical cause, but rather as an emerging environmental risk factor that requires further investigation in the context of women's health. Increasing awareness among women's health professionals regarding environmental exposures, providing women with evidence-based risk communication, and strengthening environmental health counseling, particularly during pregnancy, are important priorities.

REFERENCES

Ali-Hassanzadeh M, Arefinia N, Ghoreshi ZAS, Askarpour H, Mashayekhi-Sardoo H. The effects of exposure to microplastics on female reproductive health and pregnancy outcomes: a systematic review and meta-analysis. *Reproductive Toxicology*. 2025;135:108932. doi:10.1016/j.reprotox.2025.108932.

An R, Wang X, Yang L, et al. Polystyrene microplastics cause granulosa cell apoptosis and fibrosis in the ovary through oxidative stress in rats. *Toxicology*. 2021;449:152665. doi:10.1016/j.tox.2020.152665.

Carvajal B, Vivero Sun R, Piderit F, Zazueta A, Tapia CV, Gotteland M, Magne F. Microplastics in female reproductive and pregnancy organs: a systematic review. *Life (Basel)*. 2026;16(5):746. doi:10.3390/life16050746.

Doğdu G, Karabörk Ş, Dilek M. Mikroplastiklerin insan sağlığı ve immün sistem üzerine etkileri: yaşamın erken döneminde maruziyet. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 2024;7(2):902–923.

Hu J, Qin X, Zhang J, Zhu Y, Zeng W, Lin Y, Liu X. Polystyrene microplastics disturb maternal-fetal immune balance and cause reproductive toxicity in pregnant mice. *Reproductive Toxicology*. 2021;106:42–50. doi:10.1016/j.reprotox.2021.10.002.

Inam Ö. Impact of microplastics on female reproductive health: insights from animal and human experimental studies: a systematic review. *Archives of Gynecology and Obstetrics*. 2025;312(1):77–92. doi:10.1007/s00404-024-07929-w.

Ragusa A, Svelato A, Santacroce C, et al. Plasticenta: First evidence of microplastics in human placenta. *Environment International*. 2021;146:106274. doi:10.1016/j.envint.2020.106274.

Yang J, Kamstra J, Legler J, Aardema H. The impact of microplastics on female reproduction and early life. *Animal Reproduction*. 2023;20(2). doi:10.1590/1984-3143-AR2023-0037.

ERZURUM (OLUR) YÖRESİNDE DOĞAL YETİŞEN HÜNNAP (*ZİZİPHUS JUJUBA MİLL.*) MEYVELERİNİN FİTOKİMYASAL PROFİLİ VE BİYOAKTİF ÖZELLİKLERİ

Dr. Öğr. Üyesi, Sadık KÜÇÜKGÜNAY[1]/ Doç. Dr., Fatma ERGÜN[2]

[1]Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Tıp Fakültesi, Tıbbi Farmakoloji A.B.D.,

sadik.kucukgunay@ahievran.edu.tr, ORCID: 0009-0005-7520-6788

[2]Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi,

fatma.ergun@ahievran.edu.tr, ORCID: 0000-0001-5587-1581

Özet

Hünnap tarih boyunca dünyanın farklı kültürlerinde geleneksel tıpta yaygın olarak kullanılan çok değerli bir meyvedir. Yapısında başta fenolik ve flavonoidler olmak üzere lif, mineraller, organik asitler yönünden zengin olduğu çeşitli çalışmalarda rapor edilen bir meyvedir.

Bu çalışmada Erzurum Olur bölgesinde doğada kendiliğinden yetişmiş Hünnap (*Ziziphus jujuba Mill.*) meyve ekstraktlarının toplam fenolik, flavonoid madde miktarlarının ve antioksidan kapasitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Çalışmada hünnap meyvelerinin 13.66±0.57 µg GAE/ml fenolik madde, 11.38±0.53 µg KE/mL flavonoid madde içerdiği tespit edilmiştir. Çalışmada IC_{50} değerleri hesaplanmış, değerinin 3775.20±4.51 µg /ml olduğu belirlenmiştir. Ayrıca çalışmada CUPRAC ve FRAP iki farklı yöntem kullanılarak antioksidan potansiyel ölçülmüş, CUPRAC ve FRAP değerlerinin ise sırasıyla 17.30±0.52 mg TE/g, 0.39±0.01 mmolTE/g olduğu bulunmuştur.

Sonuç olarak doğada kendiliğinden yetişen Hünnap meyve (*Ziziphus jujuba Mill.*) ekstraktının antioksidan potansiyele sahip olduğu ve bunun da günlük ihtiyacı karşılayabilecek düzeyde olduğu saptanmıştır. Meyve ekstraktının sahip olduğu antioksidan potansiyelin ve fitokimyasal özelliklerin kaynağının araştırılması için yeni çalışmalara ihtiyaç olduğu kanaatine varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Hünnap, *Ziziphus jujuba*, FRAP, CUPRAC, Antioksidan aktivite

PHYTOCHEMICAL PROFILE AND BIOACTIVE PROPERTIES OF NATURALLY GROWING JUJUBE (*ZİZİPHUS JUJUBA MİLL.*) FRUITS IN THE ERZURUM (OLUR) REGION

Asst. Prof., Sadık KÜÇÜKGÜNAY[1]/ Assoc. Prof., Fatma ERGÜN[2]

[1]Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Medicine, Department of Medical Pharmacology,

sadik.kucukgunay@ahievran.edu.tr, ORCID: 0009-0005-7520-6788

[2]Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics,

fatma.ergun@ahievran.edu.tr, ORCID: 0000-0001-5587-1581

Abstract

Jujube is a highly valuable fruit that has been widely used in traditional medicine in different cultures around the world throughout history. Various studies have reported that it is rich in fiber, minerals, and organic acids, primarily containing phenolic and flavonoid compounds.

This study aimed to determine the total phenolic and flavonoid content and antioxidant capacity of jujube (*Ziziphus jujuba Mill.*) fruit extracts grown naturally in the Olur region of Erzurum.

The study found that jujube fruits contained 13.66±0.57 µg GAE/ml of phenolic compounds and 11.38±0.53 µg QE/mL of flavonoid compounds. The IC_{50} values were calculated and determined to be 3775.20±4.51 µg/ml. In addition, the antioxidant potential was measured using two different methods, CUPRAC and FRAP, and the CUPRAC and FRAP values were found to be 17.30±0.52 mg TE/g and 0.39±0.01 mmol TE/g, respectively.

In conclusion, it was determined that the extract of naturally growing jujube fruit (*Ziziphus jujuba Mill.*) has antioxidant potential, and this potential is sufficient to meet daily needs. It was concluded that further studies are needed to investigate the source of the antioxidant potential and phytochemical properties of the fruit extract.

Keywords: Jujube, *Ziziphus jujuba*, FRAP, CUPRAC, Antioxidant activity

1. GİRİŞ

Hünnap (*Ziziphus jujuba Mill.*), Rhamnaceae ailesine ait önemli Ziziphus türlerinden biridir. Kış aylarında yapraklarını döken bitkinin boyu 9 metreye kadar ulaşabilir. Hünnap meyveleri yuvarlak ve oval şeklinde sert çekirdeklidir. Yeşilimsi, sarı veya bazen de kırmızı olan meyvelerin büyüklüğü bitki çeşidine ve yetişme şartlarına bağlı olarak değişir (Kavas ve Dalkılıç., 2015; Özkan, 2017) (Şekil 1). Çok değerli olan bu meyveler tarih boyunca dünyanın farklı kültürlerinde geleneksel tıpta yaygın olarak kullanılır (Chen ve ark., 2017). Hünnap meyveleri başta fenolik ve flavonoidler olmak üzere lif, mineraller, organik asitler yönünden zengin olduğu çeşitli çalışmalarda rapor edilmiştir (Hernández vd., 2016; Savova vd., 2021). Geleneksel olarak müshil etkisinin yanında kan dolaşımını artırma, kanı temizleme, iltihabı azaltma ve ateş düşürücü etkisinin olduğuna inanılmaktadır (Sobhani vd., 2020). Yetiştiği bazı bölgelerde ise gastrointestinal bozuklukların tedavisi ve uyku düzensizliği ve vücut direncinin güçlendirilmesi amacıyla kullanılmaktadır (Pu vd., 2019; Hoseinifar vd., 2019). Son yıllarda yapılmış çalışmalarda bitki meyvelerinin farmakolojik açıdan antioksidan, anti-inflamatuar, antibakteriyel, anti-hiperglisemik, anti-hiperlipidemik özelliklerin olduğu bildirilmiştir (Kawabata vd., 2017; Mesaik vd., 2018; Lee vd., 2021; Ghasemzadeh Rahbardar vd., 2024).

r

Şekil 1. Olgun Hünnap Meyveleri

Bu çalışmada Erzurum Olur bölgesinde doğada kendiliğinden yetişmiş Hünnap meyvelerinin biyoaktif bileşenleri ve antioksidan kapasitelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. YÖNTEM

Çalışmada Erzurum Olur bölgesinde kendiliğinden yetişen hünnap meyveleri kullanılmıştır. Meyveler 2025 sonbahar ayında toplanmıştır. Bu işlem sırasında örnek meyvelerin taze, olgun ve temiz olmalarına dikkat edilmiştir. Toplanan meyveler oda şartlarında kurutulmuş ve sabit tartıma ulaşınca öğütücü yardımı ile parçalanmıştır. Her örnekten 10 g alınarak 200 mL metanol içerisinde manyetik karıştırıcı yardımıyla ekstraksiyon işlemine tabi tutulmuştur. Süzme işleminden sonra örneklerin içerisindeki metanol 45°C'de evaporatör yardımıyla uzaklaştırılmıştır. İşlem sonucunda elde edilen ekstrakt polietilen kaplarda karanlık ortamda +4°C'de saklanmıştır (Ergün vd., 2026).

Antioksidan Aktivite Analizleri

Toplam fenolik madde tayini: Örneklerin toplam fenolik bileşenleri Folin- Ciocalteu reaktifi ve gallik asit (GA) standardı kullanılarak literatürde verilen yöntem kullanılarak belirlendi (Slinkard ve Singleton, 1977).

Toplam flavonoid madde tayini: Örneklerin metanol ekstraktının toplam flavonoid bileşenleri alüminyum nitrat yöntemine göre yapılmıştır. Standart olarak kuarsetin (K) kullanılmıştır (Ergün, 2021).

DPPH serbest radikal giderme aktivitesi tayini: Blois (1958) yöntemi kullanılmıştır. Taze meyve örneklerinin aktiviteleri BHT'ye karşı belirlenmiştir.

Fe^{3+}-Fe^{2+} indirgeme gücü tayini: Çalışmada Oyaizu (1986) metodu yardımıyla meyve örneklerinin indirgeme güçleri belirlenmiştir. Standart olarak ise BHT kullanılmıştır.

Bakır azaltıcı antioksidan kapasite (CUPRAC): Bakır azaltıcı antioksidan kapasitesi Apak vd.'nin (2004) yöntemine göre belirlenmiş ve standart olarak BHT kullanılmıştır.

İstatistik analizler: Çalışma verilerin analizinde SPSS 22 V istatistik paket programı kullanılmıştır. Tek yönlü varyans analizi olarak (ANOVA) kullanılmıştır (Genç ve Soysal 2018).

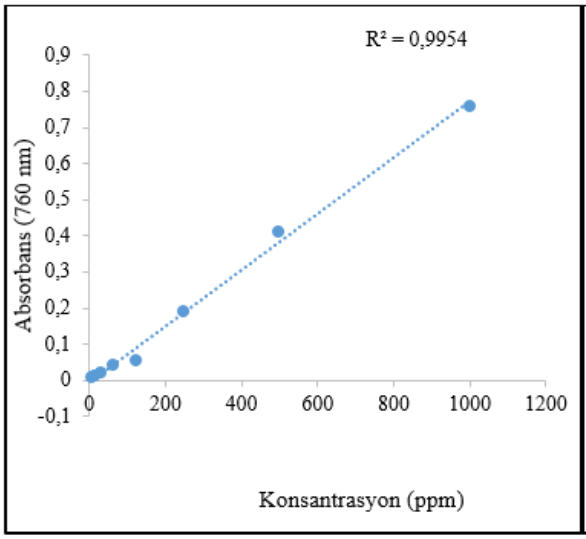
3. BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışmada bitki meyvelerinin standart eğriler kullanılarak toplam fenolik ve flavonoid madde miktarları belirlenmiş ve hünnap meyvelerinin 13.66±0.57 µg GAE/ml fenolik madde, 11.38±0.53 µg KE/mL flavonoid madde içerdiği tespit edilmiştir (Tablo 1). Hünnap meyvesindeki fenolik bileşikler üzerine yapılan güncel araştırmalar çoğunlukla ticari çeşitlere odaklanmıştır. Yerel özel çeşitlerin fonksiyonel özelliklerine ilişkin çalışmalar nispeten azdır ve bu da Ziziphus bitkilerindeki fenolik kaynakların çeşitliliğini tam olarak yansıtmayı zorlaştırmaktadır (Hu vd., 2026). Hünnap meyve ekstraktının fenolik içeriğinin araştırıldığı benzer çalışmalarda toplam fenolik içeriğin 18,11 – 21,45 mg GAE/g arasında (Zhou vd., 2023), 25 – 42 mg GAE g^{-1} KM arasında

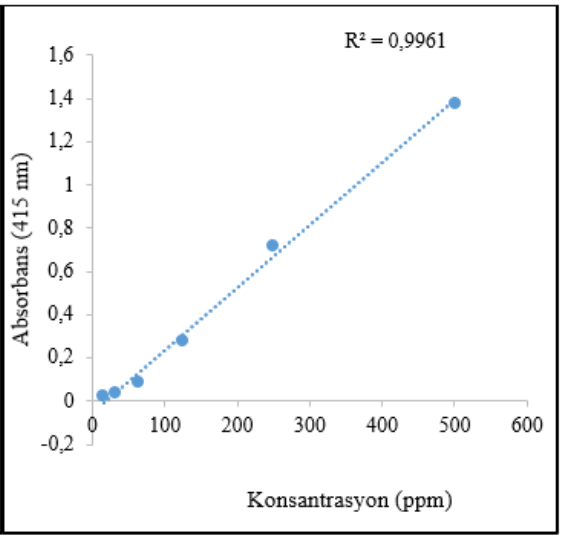
(Kamiloglu vd., 2009) ve 5,18 – 8,53 mg GAE g^{-1} arasında (Li vd., 2005) olduğu rapor edilmiştir. Çalışmada bulduğumuz değer Li vd. (2005)'den büyük, diğerlerinden küçüktür.

Tablo 1. Toplam fenolik, flavonoid madde miktarları ve standart eğrileri

Toplam Fenolik Madde Miktarı (µg GAE/ml)	Toplam Flavonoid Madde Miktarı (µg KE/ml)
13.66±0.57	**11.38±0.53**



Gallik Asit Standart Grafiği



Kuarsetin Standart Grafiği

Hünnap meyvelerinin BHT'ye karşı farklı konsantrasyonlardaki DPPH radikal giderme etkisi ölçülmüş ve doza bağılı olarak yükseldiği belirlenmiştir (Şekil 2). Ayrıca çalışmada hünnap meyvelerinin IC_{50} (µg/ml), Cu^{2+}-Cu^{+} indirgeme antioksidan kapasitesi (CUPRAC) (mg TE/g) ve Fe^{3+}-Fe^{2+} indirgeme gücü (FRAP) değerleri tespit edilmiştir (Tablo 2).

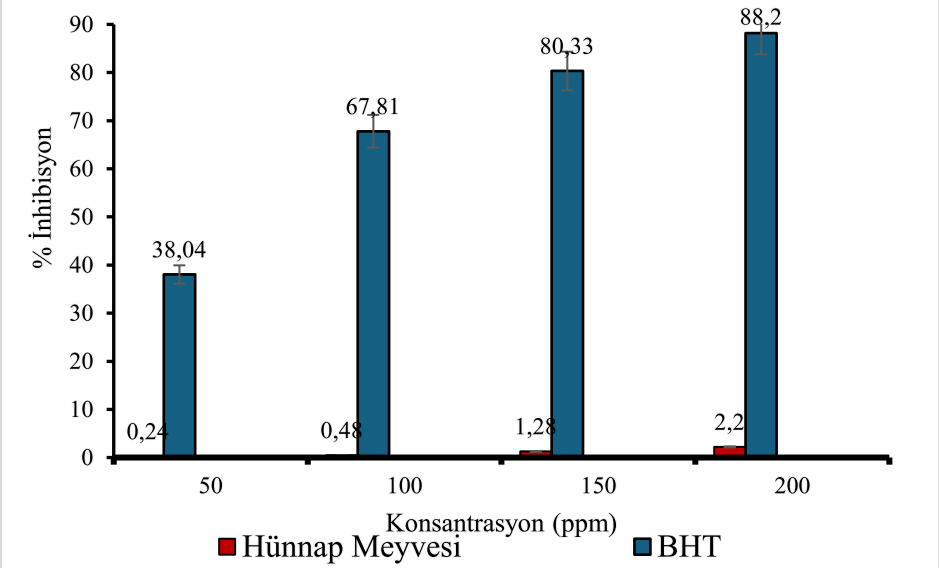
Tablo 2. CUPRAC, FRAP ve IC_{50} aktivite değerleri

CUPRAC (mg TE/g)	**FRAP** (mmol TE/g)	**IC_{50}** (µg/ml)
17.30 ± 0.52	0.39 ± 0.01	3775.20 ± 4.51

Hünnap meyvelerinin Cu^{2+}-Cu^{+} indirgeme antioksidan kapasitesi (CUPRAC) 17.30±0.52µg TE/g olarak belirlendi. Krishna ve Parashar (2013) yaptıkları çalışmada hünnap meyvelerinin CUPRAC değerlerinin 1,6–6,33 µM TE/g olduğunu rapor etmişlerdir. Benzer şekilde Şensu ve ark. (2023) yaptıkları bir çalışmada

meyvelere ait CUPRAC değerinin 9.38±0.51 µM TE/g olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca farklı bir çalışmada ise bu değer 9,15 mg TEAC g^{-1} ve 6,95 mg TEAC g^{-1} olarak bulunmuştur (Uçkaya, 2022). Çalışmada bulduğumuz değer bu değerlerden yüksektir. Bu farklığın oluşmasında hasat mevsimi, yetiştiği yer, iklim ve tür farklılıklarının etkisinin etkili olduğu düşünülmektedir.

Çalışmada hünnap meyvelerinin Fe^{3+}-Fe^{2+} indirgeme gücü (FRAP) değerinin 0.39±0.01µg TE/mL olduğu tespit edilmiştir (Tablo 2). Krishna ve Parashar (2013) yaptıkları bir çalışmada bu değer 1,22–5,49 µM TE/g olarak rapor edilmiştir. Çalışmada bulduğumuz değer bu değerden düşüktür.



Şekil 2. Hünnap meyvelerinin BHT'nin farklı konsantrasyonlarda DPPH· radikal giderme etkisi.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Doğada kendiliğinden yetişen hünnap (*Ziziphus jujuba Mill.*) meyvelerinin antioksidan potansiyele sahip olduğu ve özellikle fenolik, flavonoid madde miktarlarının yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Bu sonuçların meyve olarak tüketilen hünnap meyvelerinin tüketilmesi durumunda günlük antioksidan ihtiyacı karşılayabilecek kapasitede olduğunu gösterdiği ve bu özelliklerin kaynağının araştırılması için yeni çalışmaların yapılması gerektiği kanaatine varılmıştır.

KAYNAKLAR

Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M., & Karademir, S. E. (2004). Novel total antioxidant capacity index for dietary polyphenols and vitamins C and E, using their cupric ion reducing capability in the presence of neocuproine: CUPRAC method. *Journal of agricultural and food chemistry*, 52(26), 7970-7981.

Blois M.S. (1958). Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, 181: 1199- 1200.

Chen, J., Liu, X., Li, Z., Qi, A., Yao, P., Zhou, Z., ... & Tsim, K. W. (2017). A review of dietary Ziziphus jujuba fruit (Jujube): Developing health food supplements for brain protection. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2017(1), 3019568.

Ergün, F. (2021). Lonicera iberica M. Bieb.: Investigation Antioxidant Activity and Bioactive Chemicals. *Turkish Journal of Agriculture- Food Science and Technology*, 9(6), 1124–1128. https://doi.org/10.24925/turjaf.v9i6.1124-1128.4372

Ergun, F., Ergun, D., & Isik, M. (2026). Effects of lighting with LED lights of different colours on phytochemical properties of green leaves from red, yellow and white onion (Allium cepa L.) cultivars. *Maejo International Journal of Science & Technology*, 20(1), 52.

Genç S, Soysal MI (2018) Parametric and nonparametric post hoc tests. *Black Sea Journal of Engineering and Science*, 1(1): 18-27.

Ghasemzadeh Rahbardar, M., Fazeli Kakhki, H., & Hosseinzadeh, H. (2024). Ziziphus jujuba (Jujube) in metabolic syndrome: from traditional medicine to scientific validation. *Current Nutrition Reports*, 13(4), 845-866.

Hernández, F., Noguera-Artiaga, L., Burló, F., Wojdyło, A., Carbonell-Barrachina, Á. A., & Legua, P. (2016). Physico-chemical, nutritional, and volatile composition and sensory profile of Spanish jujube (Ziziphus jujuba Mill.) fruits. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(8), 2682-2691.

Hoseinifar, S. H., Zou, H. K., Van Doan, H., Harikrishnan, R., Yousefi, M., Paknejad, H., & Ahmadifar, E. (2019). Can dietary jujube (Ziziphus jujuba Mill.) fruit extract alter cutaneous mucosal immunity, immune related genes expression in skin and growth performance of common carp (Cyprinus carpio)? *Fish & Shellfish Immunology*, 94, 705-710.

Hu, Y., Du, J., Fan, Y., Liu, F., He, W., Li, B., ... & Wang, C. (2026). Phenolic Compounds in Ziziphus jujuba Mill.: Advances in Distribution, Biosynthesis, and Pharmacological Activities. *Plants*, 15(8), 1160.

Kamiloglu, O., Ercisli, S., Senguel, M., Toplu, C., & Serçe, S. (2009). Total phenolics and antioxidant activity of jujube (Zizyphus jujube Mill.) genotypes selected from Turkey. *African Journal of Biotechnology*, 8(2).

Kavas İ, Dalkılıç Z. 2015. Bazı hünnap genotiplerinin morfolojik, fenolojik ve pomolojik özelliklerinin belirlenmesi ve melezleme olanaklarının araştırılması. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 12(1):57-72.

Kawabata, K., Kitamura, K., Irie, K., Naruse, S., Matsuura, T., Uemae, T., ... & KAWAkAMI, B. (2017). Triterpenoids isolated from Ziziphus jujuba enhance glucose uptake activity in skeletal muscle cells. *Journal of nutritional science and vitaminology*, 63(3), 193-199.

Krishna, H., & Parashar, A. (2013). Phytochemical Constituents and Antioxidant Activities of Some I ndian Jujube (Z iziphus mauritiana Lamk.) Cultivars. *Journal of Food Biochemistry*, 37(5), 571-577.

Lee, D., Kang, K. B., Hwang, G. S., Choi, Y. K., Kim, T. K., & Kang, K. S. (2021). Antioxidant and anti-inflammatory effects of 3-dehydroxyceanothetric acid 2-methyl ester Isolated from Ziziphus jujuba Mill. against Cisplatin-induced kidney epithelial cell death. *Biomolecules*, 11(11), 1614.

Li JW, Ding SD, Ding XL (2005). Comparison of antioxidant capacities of extracts from five cultivars of Chinese jujube. *Proc. Biochem*. 40: 3607-3613.

Mesaik, A. M., Poh, H. W., Bin, O. Y., Elawad, I., & Alsayed, B. (2018). In vivo anti-inflammatory, anti-bacterial and anti-diarrhoeal activity of Ziziphus Jujuba fruit extract. *Open access Macedonian journal of medical sciences*, 6(5), 757.

Oyaizu M. 1986. Study on products of Browning reactions: antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. *Jpn. J. Nutr*, 44: 307-315.

Özkan Hİ, 2017. Hünnap (Zizyphus jujuba Mill.) Meyvesinin Bazı Biyokimyasal Bileşenleri ile Antibakteriyel, Hipoglisemik ve Total Antioksidan Aktivitesinin İncelenmesi. Balıkesir Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.

Pu, Y., Sinclair, A. J., Zhong, J., Liu, D., & Song, L. (2019). Determination of ϒ-aminobutyric acid (GABA) in jujube fruit (Ziziphus jujuba Mill.). *CyTA-Journal of Food*, 17(1), 158-162.

Savova, M. S., Vasileva, L. V., Mladenova, S. G., Amirova, K. M., Ferrante, C., Orlando, G., ... & Georgiev, M. I. (2021). Ziziphus jujuba Mill. leaf extract restrains adipogenesis by targeting PI3K/AKT signaling pathway. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 141, 111934.

Slinkard K, Singleton VL. 1977. Total phenol analyses: Automation and comparison with manual methods. *American Journal of Enology and Viticulture*. 28: 49-5

Sobhani, Z., Nikoofal-Sahlabadi, S., Amiri, M. S., Ramezani, M., Emami, S. A., & Sahebkar, A. (2020). Therapeutic effects of Ziziphus jujuba Mill. fruit in traditional and modern medicine: a review. *Medicinal chemistry*, 16(8), 1069-1088.

Şensu, E., Duran, A., Özçelik, B., & Yücetepe, A. (2023). Investigation of Changes in Some Bioactive Properties of Phenolic Extracts From Pulp and Seed Tissues of Ziziphus Jujuba During In Vitro Digestion. *Gıda*, 48(3), 602-613.

Uçkaya, F. (2022). In silico prediction and in vitro antioxidant activities of two jujube fruits from different regions. *Turkish Journal of Nature and Science*, 11(3), 12-23.

Zhou, X., Zhang, Z., Pu, Y., Wu, C., Yan, M., & Zhang, Q. (2023). Study on the spatial specificity of phenolics in fruit of different jujube varieties. *Scientific Reports*, 13(1), 18894.

AGE ESTIMATION IN ORAL RADIOLOGY

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

Age estimation in oral radiology relies mainly on assessing dental development and tooth-related changes visible on radiographs. Methods differ for children/adolescents and adults. For children the focus is on tooth formation and eruption, best seen on panoramic (OPG) and periapical radiographs. After full tooth formation, age estimation shifts to regressive and degenerative changes. Periapical intraoral, extraoral radiographic techniques along with advanced three-dimensional imaging methods are utilized in dentomaxillofacial radiology and forensic dentistry for age estimation and for various purposes. This full text presentation focuses on the use different age estimation techniques used in oral radiology by utilizing different imaging methods and discusses their applications for various tasks.

Key Words: Oral Radiology; Age Estimation; Dentistry

AĞIZ RADYOLOJİSİNDE YAŞ TAHMİNİ

Özet

Ağız radyolojisinde yaş tahmini, esas olarak radyograflarda görülebilen diş gelişimini ve dişle ilgili değişiklikleri değerlendirmeye dayanır. Yöntemler çocuklar/ergenler ve yetişkinler için farklılık gösterir. Çocuklarda odak noktası, panoramik (OPG) ve periapikal radyograflarda en iyi görülen diş oluşumu ve sürmesidir. Tam diş oluşumundan sonra, yaş tahmini gerileme ve dejeneratif değişikliklere kayar. Periapikal intraoral, ekstraoral radyografik teknikler ve gelişmiş üç boyutlu görüntüleme yöntemleri, dentomaksillofasiyal radyolojide ve adli diş hekimliğinde yaş tahmini ve çeşitli amaçlar için kullanılır. Bu tam metin sunumu, farklı görüntüleme yöntemleri kullanılarak ağız radyolojisinde kullanılan farklı yaş tahmin tekniklerine odaklanmakta ve çeşitli görevler için uygulamalarını tartışmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Ağız Radyolojisi; Yaş Tahmini; Diş Hekimliği

Introduction

Age estimation in oral radiology relies mainly on assessing dental development and tooth-related changes visible on radiographs. Methods differ for children/adolescents (developmental changes) and adults (degenerative changes). For Children and Adolescents, the focus is on tooth formation and eruption, best seen on panoramic (OPG) and periapical radiographs. The use of dental radiology in age determination is acceptable and suggests useful findings. Periapical or panoramic imaging may be the preferred radiological technique. The quality of the radiological

technique does not affect the accuracy of the measurements, as long as the observer clearly observes the boundaries of the root canal and tooth surface.

Methods

Some of the popular and commonly accepted techniques are as follows: Demirjian's Method depends on Panoramic staging (mandibular left permanent teeth, usually 7 teeth from central incisor to second molar). Each tooth is assigned a stage (A–H) based on crown and root development. Observers are asked to compare each tooth's appearance to standard diagrams and convert stages to scores using tables. By using Sum scores, they are converted to dental age via reference charts (separate for boys and girls) which are widely used for 3–16 years. Nolla's Method uses Panoramic or periapical and encompasses 10 stages (0–10) of calcification from no crypt to complete apex closure for each tooth. The process is to assign stage for each tooth and to average stage or use reference charts to estimate age. It is valuable for 3–17 years and helpful when detailed staging is needed. Moorrees, Fanning, and Hunt Method is radiographically based on Panoramic/periapical. More detailed stages (up to 14 per tooth) for crown and root are achievable. Research and precise age work, especially mixed dentition. Eruption-based Charts and Radiograph along with Clinical evaluation is needed. Researchers are advised to compare observed eruption pattern to standard eruption ages. Wide variability and mainly adjunctive nature are limitations of the technique. Third Molar (Wisdom Tooth) Development uses Panoramic and lately Cone Beam Computerized Tomography (CBCT). Demirjian's and Cameriere's stages applied to third molar and third molar staging for late adolescence (14–23 years), especially to assess 18-year threshold. It is a very variable technique less precise than earlier tooth development.

For Adults, after full tooth formation, age estimation shifts to regressive (degenerative) changes. Gustafson's Method (and Modifications) uses radiography and sometimes extracted teeth. Attrition (tooth wear), Periodontitis (loss of attachment), Secondary dentin deposition, Root resorption, Cementum apposition and

Root transparency (best in extracted teeth, not radiographic) are all assessed degenerative changes Radiology is mainly focused on secondary dentin, root resorption, cementum thickness, and periodontal bone loss. It is used for adults often in forensic contexts with modified scoring. Another well-known and accepted method is Cameriere's Pulp/Tooth Ratio Method which assess Periapical or panoramic (often mandibular canines). Basic principle is the fact that with age, secondary dentin reduces pulp cavity size; pulp/tooth area or width ratio decreases. Observers measure pulp and tooth areas/widths digitally. Researchers apply regression equations to estimate age and it is considered non-invasive and commonly used in forensics. Kvaal's Method uses Periapical radiographs of selected teeth. Observers use several linear measurements of pulp and tooth size (lengths and widths) and certain ratios. They are all measured on radiographs and inserted into regression formula to predict age. The technique is feasible for 20+ years and use of multiple teeth improve accuracy. Moreover Other Radiographic Signs in Adults to be considered are Attrition of occlusal surfaces, Alveolar bone loss (periodontal status), Hypercementosis, Pulp stones and canal narrowing, Generally supplementary and less precise alone.

Imaging Techniques

Advanced Imaging CBCT (Cone Beam CT)

With innovative CBCT 3D assessment of teeth, bone, and TMJs is possible. It offers better visualization of pulp chamber, root canal narrowing, and third molar morphology. It has the strong potential to improve the precision of pulp/tooth ratio or third molar staging. Currently is often used more in research and complex forensic cases since it gives higher radiation and so not considered for routine age estimation. Available CBCT images taken for other purposes can be used to estimate tooth development staging systems such as Demirjian (A–H stages, scoring system, OPG), Nolla (0–10 stages), Moorrees et al. (more detailed). Adolescents: Third molar development (Demirjian/Cameriere-based), Gustafson's parameters (regressive changes). Radiographic pulp/tooth ratio methods (Cameriere, Kvaal). Age estimation in radiology is an estimate; accuracy decreases in adults and when relying on third molars alone.

Bitewing and Periapical Radiographs

They are useful for the examination of posterior occlusal contacts and interproximal caries, evaluation of marginal bone levels in relation to cementoenamel junction. It helps to assess occlusal plane, overeruption, and open contacts. Moreover, it shows vertical bone loss patterns related to traumatic occlusion. Periapical Radiographs offer detailed tooth and periapical status. They can be used to assess occlusal trauma–related

changes, widened Periodontal ligament space, thickened lamina dura, Hypercementosis, Vertical root fractures from occlusal overload.

Panoramic

They offer overall view of both jaws, teeth, TMJs (approximate), and occlusal plane. Evaluation of Jaw relationships (size discrepancies, asymmetry), Occlusal plane, Presence/position of third molars affecting occlusion, Missing/impacted teeth, crowding and malocclusion pattern are possible.

Cephalometric Radiographs (Lateral & PA Ceph)

Most important for orthodontic "bite analysis". Lateral Cephalogram evaluates antero-posterior relationship: SNA, SNB, ANB → skeletal Class I/II/III. Evaluate vertical relationship: FMA, SN–GoGn, facial height → deep bite / open bite tendency. Assess incisor inclination and overjet/overbite.

Postero-anterior (PA) Ceph:

Assess transverse relationships: Facial midline, dental midline deviations. Crossbites, facial asymmetry. Determine whether crossbite is due to skeletal discrepancy (maxillary constriction, mandibular shift).

Periapical radiographs – detect changes due to traumatic occlusion like widened PDL, thickened lamina dura, angular bone defects, root resorption, and hypercementosis.

Panoramic radiograph (OPG) – gives an overview of occlusal plane, missing/impacted teeth, crowding, and jaw asymmetry affecting occlusion.

Cephalometric radiographs – essential for orthodontic bite analysis:

Lateral ceph assesses skeletal and dental antero-posterior and vertical relationships, overjet and overbite.

PA ceph assesses transverse discrepancies and crossbites.

CBCT – 3D evaluation of occlusion, root position, and TMJ changes in complex malocclusions and TMD.

Radiology complements clinical bite analysis by revealing underlying skeletal patterns, periodontal support, and occlusal trauma that are not evident clinically.

Conclusion and Future Perspectives

Age Estimation (especially in children, adolescents, trafficking cases). Dental radiology helps when age is legally important (e.g., child vs adult status): Children/adolescents: Panoramic radiographs analyzed by methods like: Demirjian, Nolla, Moorrees stages for tooth development. Third molar development (late adolescence). Adults: Pulp/tooth ratio (Cameriere, Kvaal methods) on periapicals/OPG. In addition, age

estimation is important for Child protection. Trafficking and undocumented individuals. Legal disputes regarding age.

Continuing Education is critical to be updated on the latest guidelines, techniques, and interpretation skills in dental radiology. Clear Communication is important to ensure patients understand the procedures, findings, and treatment options. Thorough Documentation and Detailed records are clinicians' best defense. Regularly review radiographic practices, equipment, and interpretation skills within your practice for quality assurance. Professional Consultation and referral of difficult cases for a second opinion from specialists is crucial in certain cases. By adhering to these principles, dental professionals can significantly reduce the risk of malpractice claims related to dental radiology.

Future studies should focus on developing customized dental-age estimation models tailored to selected study populations and groups. Multicenter research with more individuals can reduce bias and confirm the applicability of innovative techniques. Moreover, integration of artificial intelligence and machine learning approaches to analyze dental radiographs could enhance precision and reduce interobserver variability.

Importance of selecting appropriate age estimation methods based on their performance in specific populations is clear. Customizing the widely used different methods and imaging techniques along with various settings for various populations can enhance practical relevance of age estimation. Further research and validation are crucial to improve these methods for various populations.

References

1. Jabbarian R, Ranjbaran M, Mokhlesi A. Accuracy and Reliability of Dental Age Estimation Methods in Iranian Children: A Systematic Review and Meta-Analysis. Biomed Res Int. 2026;2026(1):e9351167. doi: 10.1155/bmri/9351167. PMID: 42290012; PMCID: PMC13265831.
2. Balla SB, Nagarakanti NM, Chinni SS, Shahnaz W, Bojji M, Pacha VB. Diagnostic performance of Demirjian's third molar maturation stages G, G1, and H for identifying the 18-year age threshold: a sex-specific study. Int J Legal Med. 2026 Jul 6. doi: 10.1007/s00414-026-03904-z. Epub ahead of print. PMID: 42406088.
3. Limdiwala PG, Shah JS. Age estimation by using dental radiographs. J Forensic Dent Sci. 2013 Jul;5(2):118-22. doi: 10.4103/0975-1475.119778. PMID: 24255560; PMCID: PMC3826039.
4. Mittal S, Nagendrareddy SG, Sharma ML, Agnihotri P, Chaudhary S, Dhillon M. Age estimation based on Kvaal's technique using digital panoramic radiographs. J Forensic Dent Sci. 2016 May-Aug;8(2):115. doi: 10.4103/0975-1475.186378. PMID: 27555738; PMCID: PMC4970414.
5. Miranda JC, Azevedo ACS, Rocha M, Michel-Crosato E, Biazevic MGH. Age estimation in Brazilian adults by Kvaal's and Cameriere's methods. Braz Oral Res. 2020 Jun 5;34:e051. doi: 10.1590/1807-3107bor-2020.vol34.0051. PMID: 32578761.
6. Gulsahi A, Kulah CK, Bakirarar B, Gulen O, Kamburoglu K. Age estimation based on pulp/tooth volume ratio measured on cone-beam CT images. Dentomaxillofac Radiol. 2018 Jan;47(1):20170239. doi: 10.1259/dmfr.20170239. Epub 2017 Nov 1. PMID: 28991500; PMCID: PMC5965734.
7. Moga LI, Iurcov R, Moca AE, Csep A, Slăvescu D, Dima R, Vaida LL. Population-adapted Nolla method for dental age estimation in Northwestern Romanian children. BMC Oral Health. 2026 Aug 13;26(1):1654. doi: 10.1186/s12903-026-09588-6. PMID: 42687173; PMCID: PMC13536641.
8. Kamburoğlu K. Role of dentomaxillofacial radiology in forensic dentistry. World J Radiol. 2026 Jan 28;18(1):114957. doi: 10.4329/wjr.v18.i1.114957. PMID: 41640704; PMCID: PMC12865540.
9. Kamburoğlu K. Trends in dentomaxillofacial radiology. World J Radiol. 2025 Jan 28;17(1):97255. doi: 10.4329/wjr.v17.i1.97255. PMID: 39876885; PMCID: PMC11755909.
10. Issrani R, Prabhu N, Sghaireen MG, Ganji KK, Alqahtani AMA, ALJamaan TS, Alanazi AM, Alanazi SH, Alam MK, Munisekhar MS. Cone-Beam Computed Tomography: A New Tool on the Horizon for Forensic Dentistry. Int J Environ Res Public Health. 2022 Apr 28;19(9):5352. doi: 10.3390/ijerph19095352. PMID: 35564747; PMCID: PMC9104190.

LEGAL ASPECTS OF FORENSIC RADIOLOGY

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

Forensic radiology is a specialized area of medical imaging that uses radiological techniques to assist physicians, pathologists, and law enforcement in matters related to the law. Forensic application of diagnostic medical radiology extends across multiple legal domains. Clinical forensic imaging is defined as "the use of imaging first realized for medical care as evidence for a judicial purpose," requiring both forensic experts and clinical radiologists to have a comprehensive understanding of imaging modalities, indications, and proper legal terminology. Therefore, quality assurance of images is extremely important. By adhering to established legal principles, maintaining meticulous documentation, pursuing ongoing education, and working collaboratively within multidisciplinary teams, forensic radiology professionals can effectively fulfill their critical role in the legal system while protecting themselves from liability and upholding the integrity of the justice process.

Key Words: Forensic Radiology; Legal Aspects; Ethics

ADLİ RADYOLOJİNİN HUKUKİ YÖNLERİ

Özet

Adli radyoloji, hekimlere, patologlara ve kolluk kuvvetlerine hukukla ilgili konularda yardımcı olmak için radyolojik teknikler kullanan özel bir tıbbi görüntüleme alanıdır. Tanısal tıbbi radyolojinin adli uygulaması, birden fazla hukuk alanını kapsar. Klinik adli görüntüleme, "tıbbi bakım için ilk olarak gerçekleştirilen görüntülemenin adli bir amaç için delil olarak kullanılması" olarak tanımlanır ve hem adli uzmanların hem de klinik radyologların görüntüleme yöntemleri, endikasyonları ve uygun yasal terminoloji konusunda kapsamlı bir anlayışa sahip olmasını gerektirir. Bu nedenle, görüntülerin kalite güvencesi son derece önemlidir. Yerleşik yasal ilkelere bağlı kalarak, titiz bir dokümantasyon sağlayarak, sürekli eğitim alarak ve çok disiplinli ekipler içinde iş birliği yaparak, adli radyoloji uzmanları, kendilerini sorumluluktan korurken ve adalet sürecinin bütünlüğünü korurken, hukuk sistemindeki kritik rollerini etkili bir şekilde yerine getirebilirler.

Anahtar Kelimeler: Adli Radyoloji; Hukuki Yönler; Etik

Introduction

Forensic radiology is a specialized area of medical imaging that focuses on radiological techniques in order to assist physicians, health science professionals, pathologists, and law enforcement in cases and situations related to the law. The forensic application of diagnostic medical radiology extends across variable legal domains. Basic areas are criminal law: Investigation of homicides, assaults, abuse, and suspicious deaths. Civil law: Personal injury litigation, malpractice claims, insurance disputes. Administrative law: Workers' compensation cases, disability determinations. Public health law: Mass disaster identification, epidemiological studies. Human rights law: Documentation of torture, war crimes, and human rights violations Clinical forensic imaging is defined as "the usage of imaging first realized for medical care as evidence for a judicial purpose," which requires both forensic experts and clinical radiologists to have a comprehensive understanding of imaging modalities, indications, and proper legal terminology. Therefore, quality assurance and maintenance of images are extremely crucial.

Basic Concerns and Patient Content

For living victims of crime or assault, consent requirements vary based on the clinical versus forensic nature of the examination. For Clinical Examination (Medical Treatment) standard informed consent is required for all diagnostic imaging. Patient must understand the procedure, risks, benefits, and alternatives. Consent can be written or verbal, depending on jurisdiction and procedure type. In emergencies, consent may be implied or obtained from legal representatives. Separate, explicit consent is typically required for forensic documentation. In general, the patient must understand that images may be used as legal evidence and he/she has a right to refuse forensic imaging even if medical care is accepted. Most of the victims consent to at least one imaging modality (X-ray, CT, or MRI) when properly informed. However; patience and time is required for this purpose. Besides, Forensic examinations should not delay necessary medical treatment. Documentation must clearly indicate which images are clinical versus forensic. Consent forms should specify potential uses in legal proceedings. Consent requirements for postmortem imaging differ significantly from those for living patients since there is no family consent required when mandated by law.

Imaging and Autopsy

Coroners and medical examiners have the legal authority to order imaging and an autopsy. They are typically required in cases of: Suspicious or unexplained deaths, Homicides and suicides, Deaths in custody, Deaths related to public health concerns, and Unidentified remains. Consent from next of kin (closest living relative,

including spouses and adopted family members) is required. However; family members can refuse without legal consequences. Also, request limitation to specific body regions is possible. Virtual autopsy is now increasingly used when families object to a traditional autopsy for religious or cultural reasons and it may still require family consent unless legally mandated. It offers non-invasive documentation alternative that doesn't alter the body. It is considered as a a non-invasive, innovative, high-tech forensic method using 3D imaging (CT, MRI) and surface scanning to determine the cause of death without bodily dissection.

Documentation

Covered entities must document all disclosures and maintain records of who received information and for what purpose In addition, patients have the right to access disclosure logs (with some exceptions for law enforcement). Verifying authorization is important to confirm the validity of warrants and court orders before releasing records. Minimum necessary standard is to disclose only the specific imaging and information requested. When there is doubt regarding disclosure requirements, seeking legal advice is suggested. Maintenance of detailed records of who accessed and received forensic images, appropriate safeguards for forensic imaging data

Chain of Custody and Policies

The chain of custody is the chronological documentation tracking the collection, transfer, analysis, and disposition of physical or digital evidence. For forensic radiology, this applies to both digital images and any physical media. Broken chain consequences are evidence may be ruled inadmissible in court, questions about the authenticity and integrity of images, potential dismissal of charges or reversal of verdicts, and professional liability for involved practitioners. Establishing clear policies for forensic imaging procedures, defining the roles and responsibilities of staff, creating protocols for law enforcement interactions and developing chain of custody procedure. Training Programs are important and training all radiology staff on forensic case recognition, providing legal and ethical training, and conducting mock testimony sessions. Regular updates on legal developments, implementation secure storage for forensic images, establishment of a separate PACS or storage for forensic cases, enhancement of equipment in order to meet forensic imaging needs and development of relationships with forensic pathology and law enforcement. Besides, Legal Support is detrimental and therefore it is crucial to provide access to legal counsel for staff, develop institutional policies, create systems for tracking and responding to legal requests and review and update compliance procedures

Conclusion and Future Perspective

Depending on the case to be studied and specific considerations, effective forensic radiology requires coordination among radiologists and radiographers, forensic pathologists and medical examiners, law enforcement investigators, prosecutors and defense attorneys, forensic anthropologists and odontologists, along with hospital legal and compliance departments. Multidisciplinary approach helps to improve case coordination, comprehensive and accurate evidence collection, enhanced understanding of legal requirements, better communication and fewer misconceptions. As a result, increased reliability of forensic conclusions is obtained from assessments. The legal aspects of forensic radiology encompass a complex web of regulations, professional standards, ethical obligations, and evidentiary requirements. Practitioners must critically analyze consent and privacy laws, maintain appropriate documentation and chain of custody, meet professional standards of care, refer expert opinion, and present evidence effectively in legal proceedings.

Success in forensic radiology requires not only technical expertise in imaging but also a comprehensive understanding of legal obligations, professional approach and risk management, scientific validity, documentation clarity. Obeying ethical obligations to patients, families, and the justice system is a must. As technology advances with artificial intelligence, three-dimensional reconstruction, and digital innovations, forensic radiologists should follow innovative developments and changing legal standards. This field continues to expand its role in serving justice while maintaining the highest standards of scientific solid knowledge and professional ethics.

It is also important to adhere to legal principles, maintaining meticulous documentation, pursuing ongoing education, and working together with a team from different fields. Thereby, forensic radiology professionals can effectively fulfill their critical role in the legal system while protecting themselves from liability.

References

1. Jiao YS, Liu Y, Deng H, Deng Z, Li Y. Radiology malpractice claims in China: A retrospective analysis of 79 cases from 2011 to 2024. J Forensic Leg Med. 2026 Aug;122:103214. doi: 10.1016/j.jflm.2026.103214. Epub 2026 Jul 9. PMID: 42468107.
2. Allende AB, Ehsani SS, Eber P, Ikram Ullah A, Kosan E, Saif N, Alimohammadi M, Maureen O, Kientega FD, Galrão T, Ghazali AB, Meisha DE, Youssef Abdelsalam MA, Moore S, Khare P. Informed consent and ethical considerations in AI for dentistry and medicine: a scoping review. Int J Med Inform. 2026 Oct;219:106576. doi: 10.1016/j.ijmedinf.2026.106576. Epub 2026 Jun 27. PMID: 42372578.

3. Atherton D, Cueto SMA, Bodduluri S. Emerging Applications and Key Considerations on the Use of Artificial Intelligence in Forensic Medicine and Pathology. Am J Forensic Med Pathol. 2026 Sep 1;47(3):223-230. doi: 10.1097/PAF.0000000000001135. Epub 2026 May 6. PMID: 42087315.
4. Liman Z, Kayhan U, İzci A. Judicial and Ethical Dimensions of Sexual Harassment Allegations Against Physicians: A Content Analysis of Supreme Court Decisions in Turkey. Niger J Clin Pract. 2025 Sep 1;28(9):1032-1038. doi: 10.4103/njcp.njcp_356_25. Epub 2025 Sep 27. PMID: 41014528.
5. Tortosa Lopez JM. Histopathology in medico-legal autopsies: Clinical foundation, legal mandate, and judicial guarantee. J Forensic Leg Med. 2025 Oct;115:102974. doi: 10.1016/j.jflm.2025.102974. Epub 2025 Sep 16. PMID: 40967093.
6. Alafer F. Emerging Imaging Technologies in Forensic Medicine: A Systematic Review of Innovations, Ethical Challenges, and Future Directions. Diagnostics (Basel). 2025 Jun 1;15(11):1410. doi: 10.3390/diagnostics15111410. PMID: 40506982; PMCID: PMC12154265.
7. Martines V, Magnaldi S, Di Fazio N, Volonnino G, Marinelli E, De Paola L. Enhancing patient safety and delineating professional liability in radiological procedures involving contrast medium administration. Clin Ter. 2025 Jan-Feb;176(1):42-46. doi: 10.7417/CT.2025.5163. PMID: 39957449.
8. Kamburoğlu K. Role of dentomaxillofacial radiology in forensic dentistry. World J Radiol. 2026 Jan 28;18(1):114957. doi: 10.4329/wjr.v18.i1.114957. PMID: 41640704; PMCID: PMC12865540.
9. Kamburoğlu K. Trends in dentomaxillofacial radiology. World J Radiol. 2025 Jan 28;17(1):97255. doi: 10.4329/wjr.v17.i1.97255. PMID: 39876885; PMCID: PMC11755909.
10. Sangonuga KS, Kekana M, Eze CU. Forensic radiography services: The experiences of radiographers and forensic pathologists in Nigeria. Radiography (Lond). 2022 May;28(2):513-517. doi: 10.1016/j.radi.2021.12.005. Epub 2022 Jan 13. PMID: 35034799.

POSTBİYOTİKLER VE VETERİNER MİKROBİYOLOJİ: ENFEKSİYONLARIN ÖNLENMESİNDEKİ POTANSİYEL ROLLERİ

Doçent Doktor, Derya KARATAŞ YENİ / Araştırma Görevlisi, Muhammed Can GÖKMEN
[1]Necmettin Erbakan Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, 42310 Konya, TÜRKİYE, Veteriner Mikrobiyoloji, derya.karatasyeni@erbakan.edu.tr, 0000-0001-7261-1394
[2]Necmettin Erbakan Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, 42310 Konya, TÜRKİYE, Veteriner Mikrobiyoloji, muhammedcan.gokmen@erbakan.edu.tr, 0009-0003-6385-5495

Özet

Antimikrobiyal direnç oranındaki artış, veteriner hekimlikte enfeksiyonların önlenmesi ve kontrolü için antibiyotik kullanımını azaltabilecek alternatif biyolojik yaklaşımlara yönelimi arttırmıştır. Postbiyotiklerin veteriner mikrobiyoloji açısından temel özellikleri, etki mekanizmaları ve enfeksiyonların önlenmesindeki potansiyel rolleri giderek önem kazanmaktadır. Postbiyotikler, konağa sağlık yararı sağlayan cansız mikroorganizmaların ve/veya bunların bileşenlerinin hazırlanmış formları olarak tanımlanmakta ve canlı probiyotiklere kıyasla daha yüksek stabilite, depolama kolaylığı ve bazı güvenlik avantajları sunabilmektedir. Mevcut çalışmalar, postbiyotiklerin doğrudan antimikrobiyal etki, intestinal bariyer bütünlüğünün desteklenmesi, mikrobiyota kompozisyonunun düzenlenmesi ve immün yanıtın modülasyonu gibi çoklu mekanizmalar aracılığıyla enfeksiyonlara karşı koruyucu etki gösterebileceğini ortaya koymaktadır. Özellikle kanatlılarda *Salmonella enterica*, *Escherichia coli* ve *Clostridium perfringens* enfeksiyonlarına karşı umut verici sonuçlar bildirilmiş; domuzlarda bağırsak sağlığı, su ürünlerinde hastalık direnci, pet hayvanlarında gastrointestinal sağlık ve mastitis etkenlerinin biyofilm oluşumu açısından da potansiyel kullanım alanları gösterilmiştir. Bununla birlikte, kullanılan mikroorganizma suşu, preparat bileşimi, inaktivasyon yöntemi, doz ve hedef hayvan türündeki farklılıklar sonuçların karşılaştırılmasını ve standardizasyonunu güçleştirmektedir. Sonuç olarak postbiyotikler, antibiyotiklerin doğrudan yerine geçen ürünlerden ziyade enfeksiyon riskini ve antimikrobiyal kullanım ihtiyacını azaltmaya yardımcı olabilecek tamamlayıcı biyolojik araçlar olarak değerlendirilmelidir. Standardize preparatlar ve kontrollü enfeksiyon modellerine dayalı ileri çalışmalar, veteriner hekimlikte etkin ve güvenli kullanımın belirlenmesi açısından gereklidir.

Anahtar kelimeler: Postbiyotikler, antimikrobiyal direnç, enfeksiyon kontrolü, mikrobiyota

POSTBIOTICS AND VETERINARY MICROBIOLOGY: THEIR POTENTIAL ROLES IN THE PREVENTION OF INFECTIONS

Abstract

The rise in antimicrobial resistance rates has increased the shift towards alternative biological approaches that could reduce antibiotic use for the prevention and control of infections in veterinary medicine. The fundamental characteristics, mechanisms of action, and potential roles of postbiotics in preventing infections are gaining increasing importance in the field of veterinary microbiology. Postbiotics are defined as preparations of inanimate microorganisms and/or their components that confer a health benefit on the host and may offer greater stability, easier storage, and certain safety advantages compared with live probiotics. Current evidence indicates that postbiotics may exert protective effects against infections through multiple mechanisms, including direct antimicrobial activity, support of intestinal barrier integrity, modulation of microbiota composition, and regulation of immune responses. Promising results have been reported particularly in poultry against *Salmonella enterica, Escherichia coli*, and *Clostridium perfringens* infections. Potential applications have also been described for intestinal health in pigs, disease resistance in aquaculture, gastrointestinal health in companion animals, and biofilm formation by mastitis-associated pathogens. However, differences in microbial strain, preparation composition, inactivation method, dose, and target animal species complicate comparison among studies and limit standardization. Overall, postbiotics should be regarded not as direct replacements for antibiotics, but as complementary biological tools that may help reduce infection risk and the need for antimicrobial use. Further studies using standardized preparations and controlled infection models are required to clarify their efficacy, safety, and practical applicability in veterinary medicine.

Keywords: Postbiotics, antimicrobial resistance, infection control, microbiota

1. GİRİŞ

Antimikrobiyal direnç (AMR), hayvan sağlığı ve yetiştiriciliğinde enfeksiyonların kontrolünü giderek zorlaştıran önemli sorunlardan biridir. Özellikle çiftlik hayvanlarında bakteriyel hastalıkların önlenmesi ve tedavisinde antimikrobiyal ilaçların yaygın kullanımı, dirençli bakterilerin seçilimi ve yayılımı açısından önemli bir risk oluşturmaktadır. Bu nedenle son yıllarda antibiyotik kullanımını azaltabilecek ve hayvanların hastalıklara karşı doğal direncini destekleyebilecek alternatif stratejiler üzerinde yoğun araştırmalar yürütülmektedir. Probiyotikler, prebiyotikler, sinbiyotikler, organik asitler, bakteriyosinler ve fitobiyotiklerin yanı sıra postbiyotikler de bu alternatifler arasında giderek daha fazla ilgi görmektedir (Zamojska et al., 2021; Yue et al., 2025).

Postbiyotik kavramı, başlangıçta canlı olmayan mikroorganizmalar, mikrobiyal hücre bileşenleri ve mikroorganizmaların metabolik ürünlerini tanımlamak amacıyla farklı şekillerde kullanılmıştır. Bununla birlikte, kavramdaki terminolojik farklılıkların giderilmesi amacıyla International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) tarafından 2021 yılında bir uzlaşı tanımı ortaya konulmuştur. Buna göre postbiyotik, "konağa sağlık yararı sağlayan cansız mikroorganizmaların ve/veya bunların bileşenlerinin hazırlanmış formu" olarak tanımlanmaktadır. Bu tanım kapsamında inaktive edilmiş mikrobiyal hücrelerin veya hücresel bileşenlerin preparatta bulunması gerekmekte, saflaştırılmış tek başına mikrobiyal metabolitler ise postbiyotik olarak değerlendirilmemektedir (Salminen et al., 2021; Vinderola et al., 2022). Bununla birlikte, literatürde özellikle hücresiz kültür süpernatantları için de "postbiyotik" teriminin kullanıldığı çalışmalar bulunmaktadır; ancak bu preparatlar, inaktive mikrobiyal hücre veya hücresel bileşen içermemeleri durumunda ISAPP'nin 2021 postbiyotik tanımını tam olarak karşılamamaktadır.

Postbiyotiklerin önemli özelliklerinden biri, canlı mikroorganizma içermemelerine rağmen konak üzerinde biyolojik etki oluşturabilmeleridir. Hücre duvarı bileşenleri, peptidoglikan türevleri, teikoik asitler, ekzopolisakkaritler, protein ve peptitler ile preparat içerisinde bulunabilen mikrobiyal metabolitler, postbiyotiklerin biyolojik aktivitelerine katkıda bulunabilmektedir (Aguilar-Toalá et al., 2018; Cuevas-González et al., 2020). Bu bileşenler aracılığıyla intestinal bariyerin desteklenmesi, bağışıklık yanıtının düzenlenmesi, inflamasyonun kontrolü ve bazı patojenlerin kolonizasyonunun sınırlandırılması mümkün olabilmektedir.

Veteriner hekimlik açısından postbiyotiklerin ilgi çekici olmasının bir diğer nedeni, canlı probiyotiklere kıyasla bazı teknolojik avantajlara sahip olmalarıdır. Canlı mikroorganizmaların yem veya su içerisinde canlılığını

koruması, depolama koşullarından etkilenmesi ve gastrointestinal sistemdeki çevresel koşullara dayanabilmesi önemli sınırlılıklar oluşturabilmektedir. Buna karşılık inaktive edilmiş mikroorganizmaların daha yüksek stabilite gösterebilmesi, yem üretim süreçlerine daha kolay entegre edilebilmesi ve canlı mikroorganizmaların oluşturabileceği bazı güvenlik endişelerini azaltabilmesi postbiyotiklerin kullanımını cazip hale getirmektedir (Cuevas-González et al., 2020; Zamojska et al., 2021).

Veteriner mikrobiyoloji açısından özellikle kanatlı hayvanlarda *Salmonella enterica*, *Escherichia coli* ve *Clostridium perfringens* gibi bakteriyel patojenlere karşı elde edilen deneysel sonuçlar dikkat çekicidir. Bunun yanında gökkuşağı alabalığı gibi su ürünlerinde enfeksiyonlara karşı direnç ve bağırsak mikrobiyotasının düzenlenmesi üzerine çalışmalar da postbiyotiklerin farklı hayvan türlerinde değerlendirilebileceğini göstermektedir (Johnson et al., 2019; Pérez-Sánchez et al., 2020).

Bu derlemede postbiyotiklerin temel özellikleri ve etki mekanizmaları ele alınarak, veteriner mikrobiyoloji açısından özellikle bakteriyel enfeksiyonların önlenmesindeki potansiyelleri; kanatlı, domuz, ruminant, pet hayvanları ve su ürünleri perspektifinden değerlendirilecektir.

2. POSTBİYOTİKLERİN ÖZELLİKLERİ VE ETKİ MEKANİZMALARI

Postbiyotik preparatların içeriği kullanılan mikroorganizma, üretim yöntemi ve inaktivasyon işlemine bağlı olarak önemli ölçüde değişebilmektedir. Laktik asit bakterileri, özellikle *Lactobacillus* ve güncel taksonomik isimlendirmeleriyle *Lactiplantibacillus*, *Lacticaseibacillus* ve *Limosilactobacillus* türleri, postbiyotik çalışmalarında en fazla değerlendirilen mikroorganizmalar arasında yer almaktadır. Bunun yanında *Bacillus* türleri ve *Saccharomyces cerevisiae* kaynaklı preparatlar da hayvan besleme çalışmalarında kullanılmaktadır (Zamojska et al., 2021; Polimeni et al., 2026).

Postbiyotiklerin enfeksiyonların önlenmesindeki etkileri tek bir mekanizmayla açıklanamamaktadır. İlk önemli mekanizma, patojen bakterilerin çoğalmasının ve konak dokularına yerleşmesinin doğrudan engellenmesidir. Postbiyotik preparatlarda bulunabilen organik asitler, bakteriyosinler ve antimikrobiyal peptitler, patojen bakterilerin hücre membranını veya metabolik süreçlerini etkileyerek büyümelerini sınırlandırabilir. Özellikle laktik asit bakterilerinden elde edilen preparatların çeşitli Gram-negatif ve Gram-pozitif patojenlere karşı antimikrobiyal aktivite gösterebildiği bildirilmiştir (Aguilar-Toalá et al., 2018; Cuevas-González et al., 2020).

Bunun yanında postbiyotiklerin konak bağışıklık sistemini düzenleyebildiği düşünülmektedir. İnaktive edilmiş mikrobiyal hücrelerin hücre duvarı bileşenleri, konak hücrelerindeki pattern recognition receptor'lar aracılığıyla algılanarak immün yanıtı etkileyebilmektedir. Bu süreçte Toll-like receptor (TLR) gibi reseptörler üzerinden

hücre içi sinyal yollarının aktive edilmesi veya düzenlenmesi, sitokin üretiminin değişmesi ve inflamatuvar yanıtın kontrol edilmesi mümkün olabilmektedir (Cuevas-González et al., 2020; Vinderola et al., 2022).

Bağırsak epitel bütünlüğünün korunması da postbiyotiklerin enfeksiyonlara karşı koruyucu etkisinde önemli bir mekanizmadır. Sağlam bir intestinal bariyer, patojenlerin epitel hücrelerine ulaşmasını ve sistemik dolaşıma geçmesini sınırlandırmaktadır. Postbiyotik uygulamasının tight junction proteinleri, mukus üretimi ve intestinal morfoloji üzerinde olumlu etkiler oluşturabildiği bildirilmiştir. Örneğin *Lactiplantibacillus plantarum* kaynaklı bir postbiyotik ile yapılan broyler çalışmasında intestinal villus yapısının ve tight junction proteinlerinden ZO-1 ile Claudin-1'in desteklendiği gösterilmiştir (Guan et al., 2024).

Postbiyotiklerin mikrobiyota üzerinde oluşturduğu değişiklikler de enfeksiyon kontrolünde önem taşımaktadır. Patojenlerin intestinal sistemde kolonize olabilmesi yalnızca doğrudan antimikrobiyal aktiviteye değil, aynı zamanda mevcut mikrobiyal topluluğun yapısına da bağlıdır. Faydalı mikroorganizmaların desteklenmesi ve mikrobiyal çeşitliliğin korunması, patojenlerin bağırsakta yerleşmesi için uygun ekolojik nişlerin azalmasına katkıda bulunabilir. Gökkuşağı alabalıklarında yapılan bir çalışmada postbiyotik desteğinin intestinal mikrobiyota kompozisyonunu değiştirdiği ve *Lactococcus garvieae* enfeksiyonuna karşı daha yüksek direnç sağladığı bildirilmiştir (Pérez-Sánchez et al., 2020).

Postbiyotiklerin bir başka potansiyel etkisi ise inflamasyonun kontrolüdür. Enfeksiyon sırasında aşırı inflamatuvar yanıt doku hasarını artırabilmektedir. Bu nedenle etkili bir enfeksiyon önleme stratejisinin yalnızca patojeni baskılaması değil, aynı zamanda konağın kontrollü bir immün yanıt oluşturmasına yardımcı olması önemlidir. Broylerlerde *L. plantarum* postbiyotiği ile gerçekleştirilen deneysel bir çalışmada, *Salmonella Enteritidis* enfeksiyonuna bağlı inflamatuvar yanıtın azaltıldığı ve NLRP3 inflammazom ile NF-κB sinyal yolunun baskılandığı gösterilmiştir (Guan et al., 2024).

Bu nedenle postbiyotiklerin enfeksiyonlara karşı etkisinin; doğrudan antimikrobiyal aktivite, intestinal bariyerin güçlendirilmesi, mikrobiyota düzenlenmesi ve immün yanıtın modülasyonunun birlikte gerçekleşmesiyle ortaya çıktığı düşünülmektedir. Ancak söz konusu etkilerin preparatın kaynağına, üretim yöntemine, dozuna ve hedef hayvan türüne göre değişebileceği unutulmamalıdır.

3. VETERİNER MİKROBİYOLOJİDE ENFEKSİYONLARIN ÖNLENMESİNDE POSTBİYOTİKLER

Veteriner mikrobiyoloji açısından postbiyotiklerin en fazla araştırıldığı alanlardan biri kanatlı yetiştiriciliğidir. Bunun temel nedenlerinden biri, yoğun yetiştiricilik sistemlerinde bakteriyel enterik hastalıkların önemli ekonomik kayıplara neden olması ve antibiyotik kullanımının azaltılmasına yönelik alternatiflere duyulan

ihtiyaçtır. Özellikle *Salmonella*, *E. coli* ve *C. perfringens* kaynaklı enfeksiyonlar postbiyotik uygulamalarının araştırıldığı başlıca hedeflerdir.

Salmonella enfeksiyonları açısından elde edilen bulgular oldukça dikkat çekicidir. Guan ve arkadaşları (2024), *L. plantarum* kaynaklı bir postbiyotiğin *S. Enteritidis* ile enfekte edilen broylerlerde intestinal hasarı azalttığını, büyüme performansını koruduğunu ve inflamatuvar yanıtı düzenlediğini bildirmiştir. Çalışmada postbiyotik uygulamasının intestinal mikrobiyotayı da etkilediği ve NLRP3 inflammazom aktivasyonunun baskılandığı gösterilmiştir. Bu sonuçlar, postbiyotiklerin yalnızca bakteriyel büyümeyi doğrudan engellemek yerine konak-mikrobiyota etkileşimini de düzenleyerek enfeksiyonların şiddetini azaltabileceğini göstermektedir (Guan et al., 2024).

E. coli enfeksiyonlarında da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Stabilize edilmiş canlı olmayan laktobasillerden hazırlanan bir postbiyotik preparatın *E. coli* O78 ile deneysel olarak enfekte edilen broylerlerde sağlık durumu, büyüme performansı, bağışıklık ve intestinal yapı üzerinde olumlu etkiler oluşturduğu bildirilmiştir (Abd El-Ghany, Fouad, Quesnell, & Sakai, 2022). Bu bulgular postbiyotiklerin özellikle genç hayvanlarda enterik enfeksiyonlara karşı koruyucu amaçla kullanılabileceğini düşündürmektedir.

Clostridium perfringens kaynaklı nekrotik enteritis de postbiyotiklerin değerlendirildiği önemli bir hastalıktır. Bir deneysel çalışmada postbiyotik uygulamasının broylerlerde nekrotik enteritisin klinik ve patolojik sonuçlarını azaltabildiği ve bazı uygulamalarda antibiyotik ile karşılaştırılabilir düzeyde koruyucu etki sağlayabildiği bildirilmiştir (Abd El-Ghany, Abdel-Latif, et al., 2022). Daha önce gerçekleştirilen bir çalışmada da postbiyotik uygulamasının *C. perfringens* yükünü, intestinal lezyon skorlarını ve mortaliteyi azaltırken canlı ağırlık artışını desteklediği gösterilmiştir (Johnson et al., 2019).

Son yıllardaki araştırmalar postbiyotiklerin farklı uygulama yollarıyla da değerlendirilebileceğini göstermektedir. Örneğin 2025 yılında yayımlanan bir çalışmada postbiyotiğin in ovo ve yumurtadan çıktıktan sonraki uygulamalarının *C. perfringens* kaynaklı subklinik nekrotik enteritis modelinde intestinal bütünlük ve immün yanıt üzerine etkileri araştırılmıştır (Dong et al., 2025). Bu tür çalışmalar, postbiyotiklerin yalnızca yem katkısı olarak değil, gelecekte farklı biyolojik uygulamalar içerisinde de değerlendirilebileceğine işaret etmektedir.

Domuz yetiştiriciliğinde de postbiyotikler özellikle sütten kesim döneminde bağırsak sağlığının korunması açısından araştırılmaktadır. *Lactobacillus reuteri* postbiyotiğinin sütten kesilmiş domuz yavrularına verilmesinin büyüme performansı, intestinal flora ve plazma metabolomu üzerindeki etkilerinin

değerlendirildiği bir çalışmada postbiyotik uygulamasının hayvan sağlığı ve bağırsak mikrobiyotasında olumlu değişikliklerle ilişkili olduğu bildirilmiştir (Sun et al., 2025). Domuzlarda postbiyotiklerle ilgili mevcut çalışmaların sistematik olarak değerlendirildiği güncel bir derlemede ise *Saccharomyces* ve *Lactobacillus* kaynaklı preparatların en sık araştırılan gruplar arasında olduğu ve etkilerin büyük ölçüde intestinal sağlık ile ilişkili bulunduğu bildirilmiştir (Polimeni et al., 2026).

Su ürünlerinde ise postbiyotiklerin enfeksiyon kontrolündeki potansiyeli özellikle dikkat çekmektedir. Gökkuşağı alabalıklarında gerçekleştirilen çalışmada, iki laktik asit bakterisi ile fermente edilmiş bir ürünün postbiyotik olarak diyete eklenmesi sonucunda intestinal mikrobiyota yapısında değişiklikler meydana geldiği ve *L. garvieae* enfeksiyonuna karşı hastalık direncinin arttığı gösterilmiştir (Pérez-Sánchez et al., 2020). Ayrıca postbiyotiklerin akuakültürde hastalık kontrol ajanı olarak kullanımını değerlendiren çalışmalarda bakteriyosinler, peptitler ve ekzopolisakkaritler gibi bileşenlerin çeşitli bakteriyel patojenlere karşı antimikrobiyal özellik gösterebildiği belirtilmektedir (Ang et al., 2020).

Postbiyotiklerin ruminantlarda kullanımı konusunda ise kanatlı ve domuzlara kıyasla daha sınırlı sayıda doğrudan enfeksiyon modeli bulunmaktadır. Bununla birlikte postbiyotiklerin rumen ve intestinal mikrobiyota, bağışıklık, antioksidan kapasite ve üretim performansı üzerindeki etkileri araştırılmaktadır. Çiftlik hayvanlarında probiyotik ve postbiyotik kullanımını değerlendiren derlemelerde, postbiyotiklerin bağırsak sağlığının yanı sıra süt verimi, besinlerin sindirilebilirliği ve immün yanıt üzerinde potansiyel yararlı etkileri olabileceği bildirilmiştir (Zamojska et al., 2021).

Veteriner mikrobiyoloji açısından bir diğer ilgi çekici alan mastitis etkenleridir. Özellikle *Staphylococcus aureus* ve diğer stafilokokların biyofilm oluşturma yeteneği, mastitisin tedavisini zorlaştıran önemli faktörlerden biridir. 2026 yılında yapılan bir çalışmada laktik asit bakterilerinden elde edilen postbiyotik preparatların mastitis ile ilişkili patojenlerin biyofilm yapısını bozabildiği gösterilmiştir. Bu bulgular, postbiyotiklerin yalnızca gastrointestinal enfeksiyonlarda değil, biyofilm oluşumunun önemli olduğu meme enfeksiyonları gibi veteriner mikrobiyoloji alanlarında da potansiyel kullanım alanına sahip olabileceğini düşündürmektedir (Özdemir, 2026).

Pet hayvanlarında postbiyotik araştırmaları daha yeni olmakla birlikte gelişmektedir. Köpeklerde postbiyotik kullanımına ilişkin 2025 tarihli sistematik derleme ve meta-analizde çok sayıda çalışma incelenmiş, ancak mevcut kanıtların küçük örneklem büyüklükleri, kullanılan preparatların heterojenliği ve çalışma tasarımlarındaki farklılıklar nedeniyle henüz kesin sonuçlara ulaşmak için yeterli olmadığı belirtilmiştir (Bonel-

Ayuso et al., 2025). Buna karşın 2026 yılında köpek ve kedilerde gerçekleştirilen bir çalışmada, inaktive *L. helveticus* ve maya fraksiyonları içeren bir pre/postbiyotik takviyesinin gastrointestinal bulgular ve fekal mikrobiyota üzerinde olumlu etkiler oluşturabileceği bildirilmiştir (Nicolas et al., 2026).

Son olarak, postbiyotiklerin yalnızca bakteriyel enfeksiyonlarla sınırlı kalmayabileceğine ilişkin yeni bulgular da ortaya çıkmaktadır. 2026 yılında yapılan bir hücre kültürü çalışmasında *Faecalibacterium prausnitzii* kaynaklı bir postbiyotiğin Porcine Epidemic Diarrhea Virus (PEDV) girişini sınırlandırdığı ve PEDV ile ilişkili mitokondriyal apoptozu azalttığı bildirilmiştir (Deng et al., 2026). Bu sonuç, postbiyotiklerin konak hücre yanıtını ve patojen-konak etkileşimlerini düzenleyen daha geniş bir biyolojik araç grubu olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir.

4. AVANTAJLARI, SINIRLILIKLARI VE GELECEK PERSPEKTİFİ

Postbiyotiklerin veteriner hekimlikte kullanımının önemli avantajlarından biri, canlı mikroorganizma içeren ürünlere kıyasla daha yüksek teknolojik stabilite gösterebilmeleridir. Canlı probiyotiklerde depolama sırasında canlılığın korunması önemli bir kalite kriteriyken, postbiyotiklerde bu gereklilik bulunmamaktadır. Bu durum yem, su veya farklı hayvan besleme ürünlerine eklenmelerini kolaylaştırabilir. Ayrıca canlı bakterilerin konakta kolonize olması veya çevreye canlı olarak yayılmasıyla ilişkili bazı risklerin azaltılması da teorik bir avantajdır (Salminen et al., 2021; Zamojska et al., 2021).

Postbiyotiklerin bir diğer avantajı, antibiyotiklere kıyasla farklı ve çoklu etki mekanizmalarına sahip olmalarıdır. Antibiyotiklerin çoğu belirli bakteriyel hedeflere yönelirken postbiyotikler aynı anda patojenlerin çoğalmasını baskılayabilir, intestinal bariyeri destekleyebilir, mikrobiyota kompozisyonunu değiştirebilir ve immün yanıtı düzenleyebilir. Bu nedenle postbiyotikler doğrudan "antibiyotik yerine geçecek ilaçlar" olarak değil, enfeksiyon riskini azaltmaya ve antibiyotik ihtiyacını düşürmeye yardımcı olabilecek biyolojik araçlar olarak değerlendirilmelidir.

Bununla birlikte mevcut literatürde önemli sınırlılıklar bulunmaktadır. İlk olarak, farklı araştırmalarda "postbiyotik" adı altında birbirinden oldukça farklı preparatlar kullanılmaktadır. Preparatın mikroorganizma türü, suşu, kültür koşulları, inaktivasyon yöntemi, metabolit içeriği ve dozunun değişmesi sonuçların doğrudan karşılaştırılmasını zorlaştırmaktadır. ISAPP tarafından yapılan tanımlama bu terminolojik sorunun çözülmesine önemli katkı sağlamış olsa da, veteriner alanda standardizasyon halen yeterli düzeyde değildir (Salminen et al., 2021; Vinderola et al., 2022).

İkinci önemli sınırlılık, deneysel çalışmaların önemli bir bölümünün in vitro veya küçük ölçekli hayvan çalışmalarından oluşmasıdır. Özellikle kanatlılarda umut verici sonuçlar bulunmasına rağmen farklı ırk, yaş, yetiştirme sistemi, yem içeriği ve enfeksiyon modellerinde sonuçların değişebileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Akuakültürde gerçekleştirilen güncel değerlendirmelerde de postbiyotiklerin etkilerinin tür ve suş spesifik olabileceği, standardize üretim protokollerinin ve uzun dönem ekolojik güvenlik çalışmalarının yetersiz olduğu vurgulanmaktadır (Thakur et al., 2025).

Ayrıca doz-cevap ilişkisi ve etki mekanizmalarının moleküler düzeyde daha ayrıntılı açıklanması gerekmektedir. Postbiyotik preparatın hangi bileşeninin hangi biyolojik etkiyi oluşturduğu çoğu zaman tam olarak belirlenememektedir. Bu nedenle gelecekte metabolomik, proteomik, metagenomik ve diğer omik yaklaşımların kullanılması, aktif bileşenlerin belirlenmesine ve hedef hayvan türüne özgü preparatların geliştirilmesine katkı sağlayabilir.

Gelecekteki çalışmaların yalnızca büyüme performansına odaklanmak yerine gerçek enfeksiyon modellerini, patojen yükünü, biyofilm oluşumunu, antimikrobiyal direnç profillerini, intestinal mikrobiyotayı ve konağın immün yanıtını birlikte değerlendirmesi önemlidir. Özellikle *Salmonella*, *E. coli*, *C. perfringens*, *S. aureus* ve diğer önemli veteriner patojenlerine karşı postbiyotiklerin koruyucu etkinliğinin standartlaştırılmış modellerde araştırılması, bu ürünlerin klinik ve saha kullanımına geçişini kolaylaştırabilir.

5. SONUÇ

Postbiyotikler, canlı mikroorganizma kullanımının bazı sınırlılıklarını aşma potansiyeline sahip, veteriner mikrobiyoloji açısından yeni ve dikkat çekici biyolojik araçlardan biridir. Güncel çalışmalar; özellikle kanatlılarda *Salmonella*, *E. coli* ve *C. perfringens* enfeksiyonlarına karşı bağırsak bütünlüğünün korunması, mikrobiyota düzenlenmesi ve immün yanıtın modülasyonu açısından umut verici sonuçlar ortaya koymaktadır. Bunun yanında su ürünlerinde enfeksiyon direncinin artırılması, domuzlarda bağırsak sağlığının desteklenmesi, pet hayvanlarında gastrointestinal sağlığın düzenlenmesi ve mastitis patojenlerinin biyofilmlerinin hedeflenmesi gibi farklı kullanım alanları da ortaya çıkmaktadır.

Bununla birlikte mevcut kanıtlar, postbiyotiklerin doğrudan antibiyotiklerin yerini alabileceğini söylemek için henüz yeterli değildir. Etkinliğin mikroorganizma suşuna, preparatın bileşimine, üretim ve inaktivasyon yöntemine, doza ve hedef hayvan türüne bağlı olarak değişmesi önemli bir sınırlılıktır. Bu nedenle postbiyotiklerin gelecekteki rolü, antibiyotiklerin tamamen ikamesinden ziyade enfeksiyonların önlenmesine

yardımcı olan ve antimikrobiyal kullanım ihtiyacını azaltabilecek tamamlayıcı stratejiler içerisinde değerlendirilmelidir.

Sonuç olarak, postbiyotikler veteriner mikrobiyoloji açısından yalnızca yeni bir yem katkı maddesi değil; mikrobiyota, intestinal bariyer, bağışıklık sistemi ve patojenler arasındaki etkileşimleri aynı anda hedefleyebilen çok yönlü biyolojik preparatlar olarak değerlendirilebilir. Özellikle antimikrobiyal direnç sorununun giderek büyüdüğü günümüzde, güvenilir üretim süreçleri, standardize preparatlar ve hedef hayvanlarda gerçekleştirilmiş kontrollü enfeksiyon çalışmalarının artırılması, postbiyotiklerin veteriner hekimlikte daha geniş ölçekte kullanılabilmesi açısından kritik önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

Abd El-Ghany, W. A., Abdel-Latif, M. A., Hosny, F., Alatfeehy, N. M., Noreldin, A. E., Quesnell, R. R., ... Elbestawy, A. R. (2022). Comparative efficacy of postbiotic, probiotic, and antibiotic against necrotic enteritis in broiler chickens. *Poultry Science, 101*(8), 101988. doi:10.1016/j.psj.2022.101988

Abd El-Ghany, W. A., Fouad, H., Quesnell, R., & Sakai, L. (2022). The effect of a postbiotic produced by stabilized non-viable *Lactobacilli* on the health, growth performance, immunity, and gut status of colisepticaemic broiler chickens. *Tropical Animal Health and Production, 54*(5), 286. doi:10.1007/s11250-022-03300-w

Aguilar-Toalá, J. E., García-Varela, R., García, H. S., Mata-Haro, V., González-Córdova, A. F., Vallejo-Cordoba, B., & Hernández-Mendoza, A. (2018). Postbiotics: An evolving term within the functional foods field. *Trends in Food Science & Technology, 75*, 105–114. doi:10.1016/j.tifs.2018.03.009

Ang, C. Y., Sano, M., Dan, S., Leelakriangsak, M., & Lal, T. M. (2020). Postbiotics applications as infectious disease control agent in aquaculture. *Biocontrol Science, 25*(1), 1–7. doi:10.4265/bio.25.1

Bonel-Ayuso, D. P., Pineda-Pampliega, J., Martinez-Alesón García, P., Fernandez-Muela, M., de la Fuente, J., Garcia Fernandez, P. M., & Redondo, B. I. (2025). Effects of postbiotic administration on canine health: A systematic review and meta-analysis. *Microorganisms, 13*(7), 1572. doi:10.3390/microorganisms13071572

Cuevas-González, P. F., Liceaga, A. M., & Aguilar-Toalá, J. E. (2020). Postbiotics and paraprobiotics: From concepts to applications. *Food Research International, 136*, 109502. doi:10.1016/j.foodres.2020.109502

Deng, L., Luo, R., Yang, S., Li, L., Li, N., Dong, Y., ... Li, C. (2026). *Faecalibacterium prausnitzii* derived postbiotic attenuates PEDV-induced mitochondrial apoptosis through blocking viral entry. *Veterinary Microbiology, 314*, 110880. doi:10.1016/j.vetmic.2026.110880

Dong, B., Calik, A., & Dalloul, R. A. (2025). Impact of in ovo and water supplementation of a postbiotic on intestinal integrity and immune responses in broiler chickens challenged with necrotic enteritis. *Frontiers in Veterinary Science, 12*, 1654028. doi:10.3389/fvets.2025.1654028

Guan, L., Hu, A., Ma, S., Liu, J., Yao, X., Ye, T., ... Wu, Y. (2024). *Lactiplantibacillus plantarum* postbiotic protects against *Salmonella* infection in broilers via modulating NLRP3 inflammasome and gut microbiota. *Poultry Science, 103*(4), 103483. doi:10.1016/j.psj.2024.103483

Johnson, C. N., Kogut, M. H., Genovese, K., He, H., Kazemi, S., & Arsenault, R. J. (2019). Administration of a postbiotic causes immunomodulatory responses in broiler gut and reduces disease pathogenesis following challenge. *Microorganisms, 7*(8), 268. doi:10.3390/microorganisms7080268

Nicolas, C. S., Lloret, F., Carton, T., Beuvin, L., & Rème, C. A. (2026). Beneficial effects of a prebiotic-postbiotic supplement on digestive health and fecal microbiota in dogs and cats. *Frontiers in Veterinary Science, 13*, 1797178. doi:10.3389/fvets.2026.1797178

Özdemir, F. N. (2026). Lactic acid bacteria derived postbiotic preparations disrupt biofilm architecture of mastitis-related pathogens in vitro. *Microbial Pathogenesis, 214*, 108433. doi:10.1016/j.micpath.2026.108433

Pérez-Sánchez, T., Mora-Sánchez, B., Vargas, A., & Balcázar, J. L. (2020). Changes in intestinal microbiota and disease resistance following dietary postbiotic supplementation in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Microbial Pathogenesis, 142*, 104060. doi:10.1016/j.micpath.2020.104060

Polimeni, B., Correa, F., Trevisi, P., & Luise, D. (2026). Review: A systematic review on the use and effects of postbiotics on the general health, gut health, and performance of sows and piglets. *Animal, 20*(2), 101749. doi:10.1016/j.animal.2025.101749

Salminen, S., Collado, M. C., Endo, A., Hill, C., Lebeer, S., Quigley, E. M. M., ... Vinderola, G. (2021). The International Scientific Association of Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of postbiotics. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology, 18*(9), 649–667. doi:10.1038/s41575-021-00440-6

Sun, D., Tong, W., Han, S., Wu, M., Li, P., Li, Y., & Liang, Y. (2025). Effects of dietary supplementation with *Lactobacillus reuteri* postbiotics on growth performance, intestinal flora structure and plasma metabolome of weaned piglets. *Animals, 15*(2), 204. doi:10.3390/ani15020204

Thakur, K., Singh, B., Kumar, S., Sharma, D., Sharma, A. K., Jindal, R., & Kumar, R. (2025). Potential of probiotics and postbiotics in aquaculture: Connecting current research gaps and future perspectives. *The Microbe, 8*, 100431. doi:10.1016/j.microb.2025.100431

Vinderola, G., Sanders, M. E., & Salminen, S. (2022). The concept of postbiotics. *Foods, 11*(8), 1077. doi:10.3390/foods11081077

Yue, T., Lu, Y., Ding, W., Xu, B., Zhang, C., Li, L., ... Huang, S. (2025). The role of probiotics, prebiotics, synbiotics, and postbiotics in livestock and poultry gut health: A review. *Metabolites, 15*(7), 478. doi:10.3390/metabo15070478

Zamojska, D., Nowak, A., Nowak, I., & Macierzyńska-Piotrowska, E. (2021). Probiotics and postbiotics as substitutes of antibiotics in farm animals: A review. *Animals, 11*(12), 3431. doi:10.3390/ani11123431

ÇİFTLİK HAYVANLARINDA ANTİMİKROBİYAL DİRENÇ VE RESİSTOM: TEK SAĞLIK PERSPEKTİFİNDEN MİKROBİYOMLAR ARASI GEN TRANSFERİ

Doçent Doktor, Derya KARATAŞ YENİ / Araştırma Görevlisi, Muhammed Can GÖKMEN

[1]Necmettin Erbakan Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, 42310 Konya, TÜRKİYE, Veteriner Mikrobiyoloji, derya.karatasyeni@erbakan.edu.tr, 0000-0001-7261-1394

[2]Necmettin Erbakan Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, 42310 Konya, TÜRKİYE, Veteriner Mikrobiyoloji, muhammedcan.gokmen@erbakan.edu.tr, 0009-0003-6385-5495

Özet

Antimikrobiyal direnç (AMR), insan, hayvan ve çevre sağlığını birlikte etkileyen önemli bir küresel sağlık sorunudur. Çiftlik hayvanlarında AMR, yalnızca fenotipik olarak dirençli bakterilerin varlığı ile sınırlı olmayıp, hayvan mikrobiyotasında bulunan antimikrobiyal direnç genlerinin oluşturduğu geniş bir genetik rezervuarı da kapsamaktadır. Bu derlemede, çiftlik hayvanlarının resistomu, direnç genlerinin mikrobiyomlar arasındaki transfer mekanizmaları ve bu sürecin Tek Sağlık yaklaşımı içerisindeki önemi değerlendirilmiştir. Özellikle gastrointestinal mikrobiyota, yüksek bakteri yoğunluğu ve mobil genetik elementlerin varlığı nedeniyle direnç genlerinin korunması ve yayılımı açısından önemli bir rezervuar oluşturmaktadır. Plazmidler, transpozonlar, integronlar ve bakteriyofajlarla ilişkili direnç genleri; konjugasyon, transformasyon ve transdüksiyon gibi yatay gen transfer mekanizmaları aracılığıyla farklı bakteriyel konaklara aktarılabilmektedir. Hayvan dışkısı ve gübre yoluyla çevreye ulaşan direnç genleri, toprak ve su mikrobiyomlarına taşınabilmekte ve gıda zinciri, çevresel temas veya diğer yollar üzerinden insanlarla ilişkili mikrobiyal topluluklara ulaşma potansiyeli göstermektedir. Bu nedenle AMR sürveyansında yalnızca direnç fenotiplerinin değil, direnç genlerinin bakteriyel konaklarının, mobil genetik elementlerle ilişkilerinin ve ekosistemler arasındaki hareketliliğinin de değerlendirilmesi gerekmektedir. Metagenomik, uzun okuma dizileme ve biyoinformatik yaklaşımların Tek Sağlık temelli sürveyans sistemlerine entegrasyonu; akılcı antimikrobiyal kullanım, biyogüvenlik ve etkili atık yönetimi ile birlikte direnç genlerinin yayılımının sınırlandırılmasında önemli katkılar sağlayacaktır.

Anahtar kelimeler: Antimikrobiyal direnç, çiftlik hayvanları, yatay gen transferi, Tek Sağlık

ANTIMICROBIAL RESISTANCE AND THE RESISTOME IN FARM ANIMALS: GENE TRANSFER BETWEEN MICROBIOMES FROM A ONE HEALTH PERSPECTIVE

Abstract

Antimicrobial resistance (AMR) is a major global health problem affecting human, animal, and environmental health. In farm animals, AMR is not limited to the presence of phenotypically resistant bacteria but also encompasses the broad genetic reservoir formed by antimicrobial resistance genes within the animal microbiota. This review evaluates the resistome of farm animals, the mechanisms underlying the transfer of resistance genes between microbiomes, and the importance of these processes within the One Health framework. In particular, the gastrointestinal microbiota represents an important reservoir for the persistence and dissemination of resistance genes due to its high bacterial density and the presence of mobile genetic elements. Resistance genes associated with plasmids, transposons, integrons, and bacteriophages can be transferred to different bacterial hosts through horizontal gene transfer mechanisms, including conjugation, transformation, and transduction. Resistance genes released into the environment through animal feces and manure may reach soil and aquatic microbiomes and potentially enter human-associated microbial communities through the food chain, environmental exposure, or other routes. Therefore, AMR surveillance should assess not only resistance phenotypes but also the bacterial hosts of resistance genes, their associations with mobile genetic elements, and their movement across ecosystems. Integrating metagenomics, long-read sequencing, and bioinformatics into One Health-based surveillance systems, together with prudent antimicrobial use, biosecurity, and effective waste management, may substantially contribute to limiting the dissemination of resistance genes.

Keywords: Antimicrobial resistance, farm animals, horizontal gene transfer, One Health

1. GİRİŞ

Antimikrobiyal direnç (AMR), enfeksiyon etkenlerinin antimikrobiyal ilaçlara karşı duyarlılığının azalması veya tamamen ortadan kalkması sonucunda tedavi seçeneklerinin kısıtlanmasına neden olan ve günümüzde insan, hayvan ve çevre sağlığını birlikte tehdit eden önemli bir küresel sağlık sorunudur. Antimikrobiyallerin tıp, veteriner hekimlik, hayvancılık ve tarımsal üretimde yaygın olarak kullanılması, dirençli mikroorganizmaların seçilimi ve yayılımı için önemli bir seçilim baskısı oluşturmaktadır (Laxminarayan et al., 2013; World Health Organization [WHO], 2026). Bakteriyel AMR'nin küresel yükünü değerlendiren kapsamlı bir çalışmada, 2019 yılında bakteriyel AMR ile ilişkili yaklaşık 4,95 milyon ölüm meydana geldiği ve bunların yaklaşık 1,27 milyonunun doğrudan AMR'ye atfedilebildiği bildirilmiştir (Antimicrobial Resistance Collaborators, 2022). Daha güncel küresel değerlendirmeler de direnç oranlarının birçok önemli patojen-antibiyotik kombinasyonunda artmaya devam ettiğini ve AMR'nin etkili enfeksiyon tedavisini giderek daha fazla tehdit ettiğini göstermektedir (GBD 2021 Antimicrobial Resistance Collaborators, 2024; WHO, 2025).

AMR'nin yalnızca klinik ortamlarda ortaya çıkan bir problem olarak değerlendirilmesi, direnç gelişiminin ve yayılımının altında bulunan karmaşık ekolojik süreçlerin anlaşılmasını güçleştirmektedir. Dirençli mikroorganizmalar ve direnç genleri insanlarda olduğu kadar hayvanlarda, gıdalarda, toprakta, sularda ve diğer çevresel ortamlarda da bulunabilmekte; bu rezervuarlar arasında mikroorganizmaların ve genetik materyalin hareketi gerçekleşebilmektedir (Robinson et al., 2016; World Health Organization Regional Office for Europe [WHO/Europe], 2024). Bu nedenle AMR; insan, hayvan ve çevre sağlığının birbirinden bağımsız olarak ele alınamayacağı, çok sektörlü ve ekosistemler arası bir problem olarak kabul edilmektedir. Nitekim One Health yaklaşımı, insan, hayvan, bitki ve çevre sağlığının birbirine bağlı olduğunu ve AMR'nin kontrolü için bu bileşenlerin birlikte değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], 2021; WHO/Europe, 2024).

Çiftlik hayvanları, bu bütüncül AMR döngüsünde önemli bir bileşen oluşturmaktadır. Sığır, koyun, keçi, domuz ve kanatlı gibi gıda amaçlı yetiştirilen hayvanlarda antimikrobiyal ajanların enfeksiyonların tedavisi ve kontrolü amacıyla kullanılması, dirençli bakterilerin seçilimine katkıda bulunabilmektedir. Bunun yanında hayvanların gastrointestinal sisteminde bulunan yoğun ve metabolik olarak aktif mikrobiyal topluluklar, direnç genlerinin farklı bakteriyel türler arasında değiş tokuş edilmesi açısından uygun ekolojik ortamlar oluşturabilmektedir (Robinson et al., 2016; Panicker et al., 2025). Hayvansal üretim sistemlerinde oluşan dışkı ve gübre ise dirençli bakteriler, antimikrobiyal kalıntılar ve antimikrobiyal direnç genleri açısından önemli bir çevresel giriş noktası

oluşturmakta; bu materyallerin toprağa, yüzey sularına veya diğer çevresel kompartımanlara ulaşması direnç determinantlarının çiftlik dışına taşınmasına olanak sağlayabilmektedir (Berendonk et al., 2015; Panicker et al., 2025).

Bu noktada AMR'nin değerlendirilmesinde yalnızca fenotipik olarak direnç gösteren bakterilere odaklanan klasik yaklaşımın ötesine geçilmesi gerekmektedir. Bir mikrobiyal topluluk içerisinde klinik olarak dirençli olmayan bakterilerde dahi ilerleyen süreçlerde direnç fenotipinin ortaya çıkmasına katkı sağlayabilecek direnç genleri bulunabilmektedir. Bu genetik bütünlük "resistom" kavramı ile ifade edilmekte ve belirli bir mikrobiyal topluluk, konak veya ekosistem içerisinde bulunan antimikrobiyal direnç genlerinin tamamını kapsamaktadır (Wright, 2007; Kim & Cha, 2021). Resistom yaklaşımı, dirençli bakterilerin yalnızca hastalık etkenleri üzerinden incelenmesinden farklı olarak, direnç genlerinin çevresel rezervuarlarını, potansiyel konaklarını ve farklı mikrobiyal topluluklar arasındaki hareketini değerlendirme olanağı sağlamaktadır.

Direnç genlerinin yayılımında bakteriler arasındaki yatay gen transferi mekanizmaları ve plazmid, transpozon, integron ve bakteriyofaj gibi mobil genetik elementler önemli rol oynamaktadır. Bu nedenle bir direnç geninin herhangi bir mikrobiyomda bulunması tek başına klinik riskin doğrudan göstergesi olarak değerlendirilmemeli; söz konusu genin hangi bakteriyel konakta bulunduğu, mobil bir genetik element ile ilişkisi, çevresel koşullardaki kalıcılığı ve diğer bakterilere aktarılabilme potansiyeli de dikkate alınmalıdır (Berendonk et al., 2015; Kim & Cha, 2021). Özellikle hayvan gastrointestinal sistemi, gübre, toprak ve su gibi birbirleriyle bağlantılı mikrobiyal kompartımanlar, direnç genlerinin farklı bakteriyel topluluklar arasında hareket edebileceği süreklilik gösteren bir ekolojik ağ meydana getirmektedir.

Bu çerçevede çiftlik hayvanlarının resistomu, yalnızca hayvan sağlığı açısından değil, çevresel ve halk sağlığı açısından da önem taşımaktadır. Hayvan mikrobiyotasında bulunan direnç genleri dışkı ve hayvansal atıklar aracılığıyla çevreye taşınabilir; çevresel mikrobiyomlarda bulunan bakterilerle etkileşime girerek farklı konaklara aktarılabilir ve gıda zinciri, doğrudan temas, su veya diğer çevresel yollar aracılığıyla insanlarla ilişkili mikrobiyal topluluklara ulaşabilir. Bu süreç, AMR'nin insan, hayvan ve çevre arasındaki karşılıklı etkileşimler içerisinde değerlendirilmesini zorunlu kılmaktadır (Robinson et al., 2016; WHO/Europe, 2024; Panicker et al., 2025).

Dolayısıyla günümüzde temel soru yalnızca "hangi bakteriler hangi antibiyotiklere dirençlidir?" şeklinde değil; aynı zamanda "hangi direnç genleri hangi mikrobiyomlarda bulunmaktadır, bu genler hangi bakteriyel konaklar ve mobil genetik elementlerle ilişkilidir ve One Health sistemi içerisinde hangi yollarla farklı ekosistemlere

taşınabilir?" şeklinde ele alınmalıdır. Bu yaklaşım, AMR'nin yalnızca klinik bir direnç fenotipi değil, aynı zamanda mikrobiyomlar arasında hareket edebilen dinamik bir genetik özellik olduğunu ortaya koymaktadır. Bu derlemede, çiftlik hayvanlarında bulunan antimikrobiyal direnç genlerinin mikrobiyomlar arası transfer mekanizmaları; hayvan, çevre ve insan arasındaki bağlantılar ve One Health resistomu perspektifi çerçevesinde ele alınacaktır.

2. ÇİFTLİK HAYVANLARINDA ANTİMİKROBİYAL DİRENÇ VE RESİSTOM

Çiftlik hayvanlarında antimikrobiyal direnç (AMR), yalnızca antibiyotiklere dirençli bakterilerin varlığı ile sınırlı olmayıp, hayvan mikrobiyotasında bulunan antimikrobiyal direnç genlerinin (ARG) oluşturduğu genetik rezervuarı da kapsamaktadır. Özellikle gastrointestinal sistem, çok sayıda bakteriyel türün yüksek yoğunlukta bir arada bulunması nedeniyle direnç genlerinin seçilimi ve bakteriler arasında aktarılması açısından önemli bir ekolojik ortamdır. Antimikrobiyal kullanımının yanı sıra hayvan yaşı, beslenme, yetiştirme sistemi, biyogüvenlik ve çevresel koşullar gibi faktörler de hayvan mikrobiyomunun direnç profili üzerinde etkili olabilmektedir (Robinson et al., 2016; Holmes et al., 2016).

"Resistom" kavramı, belirli bir organizma, mikrobiyal topluluk veya ekosistemde bulunan antimikrobiyal dirençle ilişkili genlerin tamamını ifade etmektedir (Wright, 2007). Bu yaklaşım, yalnızca klinik olarak dirençli bakterilerin incelenmesinin ötesine geçerek, henüz fenotipik direnç oluşturmayan ancak uygun koşullarda direnç gelişimine katkıda bulunabilecek genetik determinantların da değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır. Hayvan gastrointestinal mikrobiyotası bu açıdan önemli bir direnç gen rezervuarı olarak kabul edilmektedir (Munk et al., 2018; Kim & Cha, 2021).

Hayvan mikrobiyomlarında bla, tet, erm, sul ve qnr gibi farklı antibiyotik sınıflarına dirençle ilişkili genlerin yanı sıra, son yıllarda özellikle plazmid aracılı kolistin direncinden sorumlu mcr genleri de dikkat çekmektedir (Liu et al., 2016). Bu genlerin plazmid, transpozon ve integron gibi mobil genetik elementlerle ilişkili olması, farklı bakteriyel türler arasında aktarılabilmelerine olanak sağlamaktadır. Ayrıca aynı mobil element üzerinde birden fazla direnç geninin bulunması, tek bir antibiyotiğe maruziyet sonucunda birden fazla direnç determinantının birlikte seçilmesine neden olabilmektedir (Baker-Austin et al., 2006; Berendonk et al., 2015).

Bu nedenle çiftlik hayvanlarında AMR'nin değerlendirilmesinde fenotipik antibiyotik duyarlılık testlerinin yanında resistomun da dikkate alınması önemlidir. Bir direnç geninin varlığı tek başına klinik direnç anlamına gelmese de genin bakteriyel konağı, mobil genetik elementlerle ilişkisi ve aktarılabilirliği potansiyel halk sağlığı riskinin değerlendirilmesinde önem taşımaktadır. Bu yaklaşım, hayvan mikrobiyomundaki direnç genlerinin

çevresel mikrobiyomlara ve potansiyel olarak insan mikrobiyomuna ulaşabileceği One Health bağlantısının anlaşılması için temel oluşturmaktadır (Bengtsson-Palme & Larsson, 2015; Kim & Cha, 2021).

3. MİKROBİYOMLAR ARASI ANTİMİKROBİYAL DİRENÇ GEN TRANSFERİ

Antimikrobiyal direnç genlerinin yayılımında bakteriler arasında genetik materyalin aktarılmasını sağlayan yatay gen transferi (Horizontal Gene Transfer, HGT) temel mekanizmalardan biridir. HGT; konjugasyon, transformasyon ve transdüksiyon olmak üzere üç temel mekanizma üzerinden gerçekleşmektedir. Özellikle konjugasyon, plazmidler ve diğer mobil genetik elementler aracılığıyla direnç genlerinin farklı bakteri türleri arasında aktarılabilmesi nedeniyle hayvan mikrobiyomlarında AMR'nin yayılımı açısından önem taşımaktadır (Partridge et al., 2018; Larsson & Flach, 2022\).

Konjugasyonda direnç genlerini taşıyan plazmidler doğrudan hücre-hücre teması yoluyla aktarılırken, transformasyonda bakteriler çevrede bulunan serbest DNA parçalarını alarak genomlarına veya plazmidlerine dahil edebilmektedir. Transdüksiyonda ise bakteriyofajlar bakteriyel DNA'yı bir hücreden diğerine taşıyabilmektedir. Bu mekanizmalar, özellikle yüksek bakteri yoğunluğunun bulunduğu gastrointestinal sistem gibi ortamlarda direnç genlerinin farklı bakteriyel konaklar arasında hareket etmesine olanak sağlamaktadır (von Wintersdorff et al., 2016; Partridge et al., 2018).

Direnç genlerinin transferinde plazmidlerin yanı sıra transpozonlar ve integronlar da önemli rol oynamaktadır. İntegronlar farklı direnç gen kasetlerini yakalayarak bir arada taşıyabilirken, transpozonlar bu genetik yapıların farklı DNA molekülleri arasında hareketini kolaylaştırabilmektedir. Böylece birden fazla direnç geninin aynı genetik yapı üzerinde toplanması, çoklu ilaç direncinin ortaya çıkmasını ve yayılımını kolaylaştırmaktadır (Partridge et al., 2018; Botelho & Schulenburg, 2021).

Çiftlik hayvanlarında bu süreç yalnızca bağırsak mikrobiyomu içerisindeki bakterilerle sınırlı değildir. Dışkı ve gübre aracılığıyla çevreye ulaşan direnç genleri, toprak ve su mikrobiyomlarında bulunan bakterilerle etkileşime girebilmekte ve farklı mikrobiyal topluluklara aktarılabilmektedir. Böylece hayvan gastrointestinal mikrobiyomu ile çevresel mikrobiyomlar arasında direnç genlerinin hareket edebildiği ekolojik bir bağlantı oluşmaktadır. Bu durum, AMR'nin hayvan, çevre ve insan sağlığını birbirine bağlayan One Health çerçevesinde değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır (Berendonk et al., 2015; Larsson & Flach, 2022).

4. ÇİFTLİK–ÇEVRE–İNSAN EKSENİNDE ONE HEALTH RESİSTOMU

Çiftlik hayvanlarında bulunan antimikrobiyal direnç genleri (ARG), hayvan mikrobiyomu ile sınırlı kalmayıp dışkı, gübre ve hayvansal atıklar aracılığıyla çevresel mikrobiyomlara taşınabilmektedir. Gübrelerin tarım

alanlarında kullanılması, yüzeysel akış ve atıkların yetersiz yönetimi sonucunda dirençli bakteriler ve ARG'ler toprak ve su sistemlerine ulaşabilmektedir. Böylece çiftlikler, çevresel direnç genlerinin oluşumu ve yayılımında önemli giriş noktalarından biri haline gelmektedir (Berendonk et al., 2015; Larsson & Flach, 2022). Toprak ve su ortamlarına ulaşan ARG'ler burada bulunan bakteriler tarafından alınabilir ve mobil genetik elementler aracılığıyla farklı bakteriyel topluluklara aktarılabilir. Özellikle atık su, yüzey suları ve tarımsal alanlar; hayvan, insan ve çevre kaynaklı mikroorganizmaların karşılaşabildiği "hotspot" alanlar olarak değerlendirilmektedir. Bu nedenle çevresel mikrobiyomlar, hayvanlardan insanlara doğrudan bir aktarım gerçekleşmese bile direnç genlerinin farklı bakteriyel konaklar arasında yeniden dağıtılabileceği ara ekosistemler olarak önem taşımaktadır (Hendriksen et al., 2019; Larsson & Flach, 2022).

One Health resistomu perspektifinde temel sorun, belirli bir direnç geninin tek bir kaynağa ait olup olmadığından ziyade, genin farklı ekosistemler arasındaki hareketliliğinin ortaya konulmasıdır. Hayvan mikrobiyomu → gübre → toprak/su → gıda zinciri → insan mikrobiyomu şeklindeki bağlantılar, ARG'lerin ekolojik sınırlar arasında taşınmasına olanak sağlayabilmektedir. Bununla birlikte bir ARG'nin hayvandan insana ulaşması her zaman doğrudan ve tek yönlü bir süreç değildir; farklı çevresel ve mikrobiyal ara basamaklar bu aktarımın gerçekleşmesinde rol oynayabilir (Robinson et al., 2016; Woolhouse et al., 2015).

Bu nedenle AMR'nin kontrolünde yalnızca hayvanlarda dirençli bakterilerin izlenmesi yeterli değildir. Hayvan, gıda, çevre ve insan örneklerinin birlikte değerlendirilmesi; ARG'lerin kaynağının, yayılım yollarının ve potansiyel transfer noktalarının belirlenmesine katkı sağlayacaktır. Özellikle metagenomik ve filogenetik yaklaşımların One Health sürveyans sistemlerine dahil edilmesi, resistomun farklı ekosistemler arasındaki hareketinin daha kapsamlı biçimde izlenmesini mümkün kılmaktadır (Hendriksen et al., 2019; Kim & Cha, 2021).

5. ANTİBİYOTİK KULLANIMI VE RESİSTOMUN SEÇİLİMİ

Hayvancılıkta antimikrobiyal kullanım, dirençli bakterilerin ve antimikrobiyal direnç genlerinin (ARG) seçilimi açısından önemli bir baskı oluşturmaktadır. Özellikle gereksiz veya uygun olmayan antibiyotik kullanımı, duyarlı bakterilerin baskılanmasına ve dirençli mikroorganizmaların mikrobiyal topluluk içerisinde avantaj kazanmasına yol açabilmektedir. Bu nedenle hayvansal üretimde antimikrobiyal kullanım miktarı ve uygulama şekli, resistomun yapısını etkileyen temel faktörler arasında yer almaktadır (Van Boeckel et al., 2015; Holmes et al., 2016).

Antibiyotik kullanımının resistom üzerindeki etkisi yalnızca doğrudan direnç seçilimiyle sınırlı değildir. Aynı genetik element üzerinde birden fazla direnç geninin bulunması durumunda ko-seleksiyon (co-selection) meydana gelebilmekte ve bir antibiyotiğe maruz kalma, farklı antibiyotiklere direnç sağlayan genlerin de korunmasına neden olabilmektedir. Ayrıca ağır metaller ve biyositler gibi diğer çevresel seçilim baskıları da bazı direnç determinantlarının birlikte seçilmesine katkıda bulunabilmektedir (Baker-Austin et al., 2006; Pal et al., 2015).

Önemli bir diğer konu, direnç genlerinin antibiyotik kullanımı sona erdikten sonra da mikrobiyal topluluklarda kalabilmesidir. Direnç genlerinin plazmidler ve diğer mobil genetik elementler üzerinde taşınması, bu genlerin bakteriler arasında aktarılmasını ve popülasyon içerisinde korunmasını kolaylaştırabilmektedir. Bu nedenle antibiyotik kullanımının azaltılması direnç baskısını düşürmek açısından gerekli olmakla birlikte, mevcut resistomun kısa sürede tamamen ortadan kalkmasını garanti etmemektedir (Andersson & Hughes, 2011; Berendonk et al., 2015).

Bu çerçevede hayvancılıkta antimikrobiyal kullanımın akılcılaştırılması, yalnızca dirençli bakterilerin azaltılması açısından değil, çevresel ve hayvansal resistomun kontrolü açısından da önem taşımaktadır. Antibiyotiklerin doğru endikasyon, uygun doz ve uygun süreyle kullanılması; enfeksiyonların önlenmesine yönelik biyogüvenlik ve aşılama uygulamalarıyla desteklenmelidir. Böylece direnç genlerinin seçilimi ve farklı mikrobiyomlara yayılma olasılığının azaltılması hedeflenebilir (FAO, 2021; WHO, 2026).

6. RESİSTOMUN İZLENMESİ, KONTROLÜ VE GELECEK PERSPEKTİFİ

Çiftlik hayvanlarında antimikrobiyal direnç genlerinin (ARG) belirlenmesi, direnç sorununun yalnızca kültüre edilebilen bakteriler üzerinden değerlendirilmesinin ötesine geçilmesini sağlamaktadır. Geleneksel antibiyotik duyarlılık testleri direnç fenotipinin belirlenmesinde önemli olmakla birlikte, mikrobiyom içerisindeki toplam direnç gen repertuvarını ortaya koyamamaktadır. Bu nedenle PCR ve özellikle shotgun metagenomik dizileme gibi moleküler yaklaşımlar, hayvan ve çevre mikrobiyomlarında bulunan ARG'lerin çeşitliliği ve bolluğunun belirlenmesinde giderek daha fazla kullanılmaktadır (Munk et al., 2018; Hendriksen et al., 2019).

Metagenomik yaklaşımlar, kültüre edilemeyen bakterilerde bulunan direnç genlerinin de tespit edilmesine olanak sağlarken, direnç genlerinin bakteriyel konakları ve mobil genetik elementlerle ilişkilerinin araştırılmasına da katkı sağlamaktadır. Uzun okuma dizileme teknolojileri ve gelişmiş biyoinformatik analizlerin kullanılması, ARG'lerin plazmid, transpozon veya integron gibi mobil elementlerle birlikte

değerlendirilmesini mümkün hale getirmektedir. Böylece yalnızca bir direnç geninin varlığı değil, genin aktarılabilirlik potansiyeli de ortaya konulabilmektedir (Boolchandani et al., 2019; Larsson & Flach, 2022).

One Health temelli resistom sürveyansında hayvan, insan ve çevre örneklerinin birlikte değerlendirilmesi önem taşımaktadır. Hayvan dışkısı, gübre, toprak, su, gıda ve insan örneklerinden elde edilen resistom verilerinin karşılaştırılması, direnç genlerinin olası kaynaklarının ve yayılım yollarının belirlenmesine yardımcı olabilir. Bununla birlikte bir ARG'nin farklı ortamlarda tespit edilmesi tek başına doğrudan bulaş veya gen transferini kanıtlamadığından, genomik benzerliklerin yanı sıra mobil genetik elementler, bakteriyel konaklar ve epidemiyolojik verilerin birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir (Berendonk et al., 2015; Kim & Cha, 2021).

AMR'nin kontrolünde en önemli yaklaşım ise direnç gelişimini ortaya çıktıktan sonra tedavi etmek yerine, direnç seçilimini ve yayılımını önlemektir. Hayvancılıkta antibiyotiklerin doğru endikasyon, uygun doz ve süreyle kullanılması; biyogüvenlik, aşılama, hijyen ve enfeksiyonların önlenmesine yönelik uygulamalarla desteklenmelidir. Bunun yanında gübre ve hayvansal atıkların uygun şekilde yönetilmesi, ARG'lerin çevresel ortamlara taşınmasını azaltmak açısından önemlidir (United Nations Environment Programme [UNEP], 2023).

Gelecekte resistom çalışmalarının yalnızca ARG çeşitliliğini belirlemekten ziyade "hangi gen, hangi bakteride, hangi mobil element üzerinde ve hangi ekosistemler arasında hareket ediyor?" sorularına odaklanması beklenmektedir. Bu yaklaşım, direnç genlerinin varlığından ziyade gerçek yayılım riskinin değerlendirilmesine olanak sağlayacaktır. Dolayısıyla metagenomik, uzun okuma dizileme ve biyoinformatik yöntemlerin One Health sürveyans sistemleriyle bütünleştirilmesi, çiftlik hayvanları kaynaklı AMR'nin erken tespiti ve kontrolünde önemli bir araç olabilir (Larsson & Flach, 2022; Kim & Cha, 2021).

7. SONUÇ

Çiftlik hayvanlarında antimikrobiyal direnç, yalnızca dirençli bakterilerin neden olduğu klinik bir sorun değil, aynı zamanda hayvan mikrobiyomlarında bulunan ve farklı ekosistemlere taşınabilen geniş bir direnç gen havuzu olarak değerlendirilmelidir. Özellikle gastrointestinal mikrobiyota, yüksek bakteri yoğunluğu ve mobil genetik elementlerin varlığı nedeniyle direnç genlerinin korunması ve bakteriler arasında aktarılması açısından önemli bir rezervuar oluşturmaktadır (Wright, 2007; Kim & Cha, 2021).

Hayvanlardan çevreye dışkı ve gübre yoluyla taşınan direnç genleri, toprak ve su mikrobiyomlarıyla etkileşime girerek farklı bakteriyel topluluklara aktarılabilmektedir. Bu nedenle AMR'nin kontrolü yalnızca hayvanlardaki dirençli bakterilerin izlenmesine dayanmamalı; hayvan, çevre, gıda ve insan bileşenlerini kapsayan One Health temelli sürveyans yaklaşımı benimsenmelidir (Berendonk et al., 2015; Larsson & Flach, 2022).

Sonuç olarak, resistom analizlerinin metagenomik ve biyoinformatik yöntemlerle desteklenmesi, direnç genlerinin çeşitliliğinin yanı sıra mobilitesi ve potansiyel yayılım yollarının belirlenmesine olanak sağlayacaktır. Hayvansal üretimde akılcı antimikrobiyal kullanımının, güçlü biyogüvenlik uygulamalarının ve çevresel atık yönetiminin moleküler sürveyansla birlikte yürütülmesi, direnç genlerinin mikrobiyomlar arası yayılımının sınırlandırılmasında temel yaklaşım olmalıdır.

KAYNAKLAR

Andersson, D. I., & Hughes, D. (2011). Persistence of antibiotic resistance in bacterial populations. *FEMS Microbiology Reviews, 35*(5), 901–911. doi:10.1111/j.1574-6976.2011.00289.x

Antimicrobial Resistance Collaborators. (2022). Global burden of bacterial antimicrobial resistance in 2019: A systematic analysis. *The Lancet, 399*(10325), 629–655. doi:10.1016/S0140-6736(21)02724-0

Baker-Austin, C., Wright, M. S., Stepanauskas, R., & McArthur, J. V. (2006). Co-selection of antibiotic and metal resistance. *Trends in Microbiology, 14*(4), 176–182. doi:10.1016/j.tim.2006.02.006

Bengtsson-Palme, J., & Larsson, D. G. J. (2015). Antibiotic resistance genes in the environment: Prioritizing risks. *Nature Reviews Microbiology, 13*(6), 396. doi:10.1038/nrmicro3399-c1

Berendonk, T. U., Manaia, C. M., Merlin, C., Fatta-Kassinos, D., Cytryn, E., Walsh, F., ... Martínez, J. L. (2015). Tackling antibiotic resistance: The environmental framework. *Nature Reviews Microbiology, 13*(5), 310–317. doi:10.1038/nrmicro3439

Boolchandani, M., D'Souza, A. W., & Dantas, G. (2019). Sequencing-based methods and resources to study antimicrobial resistance. *Nature Reviews Genetics, 20*(6), 356–370. doi:10.1038/s41576-019-0108-4

Botelho, J., & Schulenburg, H. (2021). The role of integrative and conjugative elements in antibiotic resistance evolution. *Trends in Microbiology, 29*(1), 8–18. doi:10.1016/j.tim.2020.05.011

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2021). *The FAO action plan on antimicrobial resistance 2021–2025*. Rome, Italy: Author. doi:10.4060/cb5545en

GBD 2021 Antimicrobial Resistance Collaborators. (2024). Global burden of bacterial antimicrobial resistance 1990–2021: A systematic analysis with forecasts to 2050. *The Lancet, 404*(10459), 1199–1226. doi:10.1016/S0140-6736(24)01867-1

Hendriksen, R. S., Munk, P., Njage, P., van Bunnik, B., McNally, L., Lukjancenko, O., ... Aarestrup, F. M. (2019). Global monitoring of antimicrobial resistance based on metagenomics analyses of urban sewage. *Nature Communications, 10*, 1124. doi:10.1038/s41467-019-08853-3

Holmes, A. H., Moore, L. S. P., Sundsfjord, A., Steinbakk, M., Regmi, S., Karkey, A., ... Piddock, L. J. V. (2016). Understanding the mechanisms and drivers of antimicrobial resistance. *The Lancet, 387*(10014), 176–187. doi:10.1016/S0140-6736(15)00473-0

Kim, D.-W., & Cha, C.-J. (2021). Antibiotic resistome from the One-Health perspective: Understanding and controlling antimicrobial resistance transmission. *Experimental & Molecular Medicine, 53*(3), 301–309. doi:10.1038/s12276-021-00569-z

Larsson, D. G. J., & Flach, C.-F. (2022). Antibiotic resistance in the environment. *Nature Reviews Microbiology, 20*(5), 257–269. doi:10.1038/s41579-021-00649-x

Laxminarayan, R., Duse, A., Wattal, C., Zaidi, A. K. M., Wertheim, H. F. L., Sumpradit, N., ... Cars, O. (2013). Antibiotic resistance—the need for global solutions. *The Lancet Infectious Diseases, 13*(12), 1057–1098. doi:10.1016/S1473-3099(13)70318-9

Liu, Y.-Y., Wang, Y., Walsh, T. R., Yi, L.-X., Zhang, R., Spencer, J., ... Shen, J. (2016). Emergence of plasmid-mediated colistin resistance mechanism MCR-1 in animals and human beings in China: A microbiological and

molecular biological study. *The Lancet Infectious Diseases, 16*(2), 161–168. doi:10.1016/S1473-3099(15)00424-7

Munk, P., Knudsen, B. E., Lukjancenko, O., Duarte, A. S. R., Van Gompel, L., Luiken, R. E. C., ... Aarestrup, F. M. (2018). Abundance and diversity of the faecal resistome in slaughter pigs and broilers in nine European countries. *Nature Microbiology, 3*(8), 898–908. doi:10.1038/s41564-018-0192-9

Pal, C., Bengtsson-Palme, J., Kristiansson, E., & Larsson, D. G. J. (2015). Co-occurrence of resistance genes to antibiotics, biocides and metals reveals novel insights into their co-selection potential. *BMC Genomics, 16*, 964. doi:10.1186/s12864-015-2153-5

Panicker, A., Changaroth, A., Gangadharan, S. V., Yamamoto, T., Noothalapati, H., Nambudiri, M. K., & Poornachandran, P. (2025). From farms to homes: Navigating antimicrobial resistance landscapes from livestock to humans. *One Health Advances, 3*, 20. doi:10.1186/s44280-025-00084-0

Partridge, S. R., Kwong, S. M., Firth, N., & Jensen, S. O. (2018). Mobile genetic elements associated with antimicrobial resistance. *Clinical Microbiology Reviews, 31*(4), e00088-17. doi:10.1128/CMR.00088-17

Robinson, T. P., Bu, D. P., Carrique-Mas, J., Fèvre, E. M., Gilbert, M., Grace, D., ... Woolhouse, M. E. J. (2016). Antibiotic resistance is the quintessential One Health issue. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene, 110*(7), 377–380. doi:10.1093/trstmh/trw048

United Nations Environment Programme. (2023). *Bracing for superbugs: Strengthening environmental action in the One Health response to antimicrobial resistance*. Nairobi, Kenya: Author. Retrieved from https://www.unep.org/resources/superbugs/environmental-action

Van Boeckel, T. P., Brower, C., Gilbert, M., Grenfell, B. T., Levin, S. A., Robinson, T. P., ... Laxminarayan, R. (2015). Global trends in antimicrobial use in food animals. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 112*(18), 5649–5654. doi:10.1073/pnas.1503141112

von Wintersdorff, C. J. H., Penders, J., van Niekerk, J. M., Mills, N. D., Majumder, S., van Alphen, L. B., ... Wolffs, P. F. G. (2016). Dissemination of antimicrobial resistance in microbial ecosystems through horizontal gene transfer. *Frontiers in Microbiology, 7*, 173. doi:10.3389/fmicb.2016.00173

World Health Organization. (2025). *Global antibiotic resistance surveillance report 2025*. Geneva, Switzerland: Author. Retrieved from https://www.who.int/publications/i/item/9789240116337

World Health Organization. (2026, July 16). *Antimicrobial resistance* [Fact sheet]. Retrieved from https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance

World Health Organization Regional Office for Europe. (2024). *Action against antimicrobial resistance requires a One Health approach*. Copenhagen, Denmark: Author. Retrieved from https://www.who.int/europe/publications/i/item/WHO-EURO-2024-9510-49282-73655

Woolhouse, M., Ward, M., van Bunnik, B., & Farrar, J. (2015). Antimicrobial resistance in humans, livestock and the wider environment. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 370*(1670), 20140083. doi:10.1098/rstb.2014.0083

Wright, G. D. (2007). The antibiotic resistome: The nexus of chemical and genetic diversity. *Nature Reviews Microbiology, 5*(3), 175–186. doi:10.1038/nrmicro1614

SİYANOBAKTERİLERDEN ELDE EDİLEN DOĞAL BİLEŞİKLERİN ANTİKANSER POTANSİYELLERİNİN TARANMASI

Prof. Dr., Tünay KARAN

Genetik ABD, Veteriner Fakültesi, Yozgat Bozok Üniversitesi, Yozgat 66100, Türkiye,

tunay.karan@bozok.edu.tr, ORCID: 0000-0002-9114-8400

Özet

Siyanobakteriler biyoaktif sekonder metabolitler bakımından oldukça zengin fotosentetik mikroorganizmalardır. Bu çalışmada, siyanobakteri türlerinden izole edilen sekonder metabolitlerin farklı kanser hücre hatları üzerindeki antiproliferatif ve antikanser potansiyelleri değerlendirilmiştir. *Nostoc* sp. kaynaklı Cryptophycin türevleri ile *Symploca* sp. kaynaklı Dolastatin 10 bileşiğinin kanser hücre hatlarında antiproliferativitesi tespit edilmiştir. *Nostoc linckia* ve *Nostoc spongiaeforme* var. *tenue*'den izole edilen ve bor içeren bir metabolit olan borofisin, insan epidermoid karsinomu ve insan kolorektal adenokarsinomu hücre hatlarına karşı güçlü sitotoksisiteye sahiptir. *Lyngbya* sp.'den izole edilen apratoxin A siklik depsipeptittir ve HT29 (kolorektal adenokarsinom), HeLa (serviks adenokarsinomu) ve U2OS (osteosarkom) kanser hücre hatlarına karşı IC_{50} değeri 0,36 ile 0,52 nM arasında sitotoksisite göstermiştir. Nocuolin A *Nostoc* sp., *Nodularia* sp.ve *Anabaena* sp.'ye ait bazı türlerden izole edilen doğal bir oksadiazin olup özellikle p53 mutasyonlu hücre hatlarına karşı IC_{50} değerleri 0,7 ile 4,5 µM arasında değişen antiproliferatif aktivite sergilemiştir. *Lyngbya majuscula*'dan izole edilen kuracin A, lösemi ve Burkitt lenfoma hücre hatlarına karşı sırasıyla IC_{50}: 9 nM ve 200 nM olarak inhibitör aktivite göstermiştir. *Calothrix* sp.'den izole edilen kalotriksin B HCT-116 kolon kanseri hücre hattına karşı 0,32 µM IC_{50} değeri ile antiproliferatif aktivite sergilemiştir. *Phormidium* sp.'den izole edilen Caylobolide B'nin HT29 ve HeLa'ya karşı sırasıyla 4,5 µM ve 12,2 µM sitotoksisitesinin olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak; farklı siyanobakteri türlerinden izole edilen ve antikanser potansiyeli yüksek olan sekonder metabolitler yeni nesil kemoteröpatik ilaç geliştirme çalışmalarında son derece önemli olacaktır.

Anahtar kelimeler: Siyanobakteri, sekonder metabolit, biyoaktivite, antikanser

SCREENING OF THE ANTICANCER POTENTIAL OF NATURAL COMPOUNDS OBTAINED FROM CYANOBACTERIA

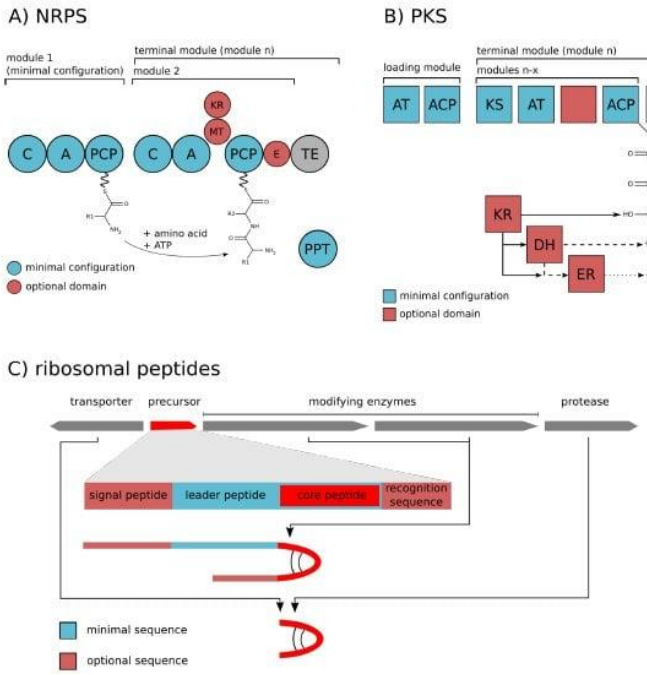
Abstract

Cyanobacteria are photosynthetic microorganisms that are very rich in bioactive secondary metabolites. In this study, the antiproliferative and anticancer potentials of secondary metabolites isolated from cyanobacteria species on different cancer cell lines were evaluated. Antiproliferative activity of Cryptophycin derivatives derived from *Nostoc* sp. and Dolastatin 10 compound derived from *Symploca* sp. was detected in cancer cell lines. Borophycin, a boron-containing metabolite isolated from *Nostoc linckia* and *Nostoc spongiaeforme* var. *tenue*, exhibits potent cytotoxicity against human epidermoid carcinoma and human colorectal adenocarcinoma cell lines. Apratoxin A, isolated from *Lyngbya* sp., is a cyclic depsipeptide and has shown cytotoxicity with IC_{50} values between 0.36 and 0.52 nM against HT29 (colorectal adenocarcinoma), HeLa (cervical adenocarcinoma), and U2OS (osteosarcoma) cancer cell lines. Nocuolin A is a naturally occurring oxadiazine isolated from certain species of *Nostoc* sp., *Nodularia* sp., and *Anabaena* sp., and has shown antiproliferative activity, particularly against p53-mutated cell lines, with IC_{50} values ranging from 0.7 to 4.5 µM. Kuracin A, isolated from *Lyngbya majuscula*, demonstrated inhibitory activity against leukemia and Burkitt lymphoma cell lines with IC_{50} values of 9 nM and 200 nM, respectively. Calothrixin B, isolated from *Calothrix* sp., demonstrated antiproliferative activity against the HCT-116 colon cancer cell line with an IC_{50} value of 0.32 µM. Caylobolide B, isolated from *Phormidium* sp., was determined to have cytotoxicity levels of 4.5 µM and 12.2 µM against HT29 and HeLa, respectively. In conclusion, secondary metabolites isolated from different cyanobacteria species and possessing high anticancer potential will be extremely important in the development of next-generation chemotherapeutic drugs.

Keywords: Cyanobacteria, secondary metabolite, bioactivity, anticancer

1. GİRİŞ

Doğal ürünler, tarih boyunca farmasötik araştırmaların ve kemoterapi ilaçlarının temelini oluşturmuştur. Karasal bitki ve mikroorganizmaların yanı sıra denizel ve tatlı su ekosistemlerinde yayılım gösteren siyanobakteriler (mavi-yeşil algler), metabolik çeşitlilikleri sayesinde yeni biyoaktif moleküllerin elde edilmesinde öne çıkmaktadır (Sing, 2005). Siyanobakteriler yaklaşık 3,5 milyar yıllık geçmişe sahip, dünyanın en eski fotosentetik prokaryotik mikroorganizmalarındandır. Siyanobakteriler, yapılarında barındırdıkları non-ribozomal peptit sentetaz (NRPS), poliketid sentetaz (PKS) ve ribozomal post-translasyonel modifikasyon (RiPPs) biyosentez yolakları aracılığıyla peptit, depsipeptit, lipopeptit, makrolit ve alkaloit yapıda ietkincil metabolitler sentezlerler (Şekil 1). Bu sekonder metabolitlerin önemli bir kısmı, kemoterapötik ajanlara karşı direnç geliştirmiş kanser hücre hatları üzerinde dahi güçlü antiproliferatif ve sitotoksik etki sergilemektedir. Özellikle mikrotübül dinamiklerini hedef alan, hücre döngüsünü durduran ve apoptozu indükleyen siyanobakteriyel biyoaktif bileşikler, yeni nesil hedefe yönelik antikanser ilaç adayları arasındadır (Micallef vd., 2015).



Şekil 1. Siyanobakterilerde sekonder metabolitlerin sentezinde rol oynayan biyosentez mekanizması (Kehr vd., 2011).

Bu çalışmanın amacı, farklı siyanobakteri cinslerinden (*Nostoc* sp., *Symploca* sp., *Lyngbya* sp., *Nodularia* sp., *Anabaena* sp., *Calothrix* sp.) izole edilen sekonder metabolitlerin (Cryptophycin türevleri, Dolastatin 10, Borofisin, Apratoxin A, Nocuolin A, Kuracin A, Kalotriksin B, Caylobolide B) çeşitli kanser hücre hatları üzerindeki antikanser ve antiproliferatif etkilerini derlemektir.

2. YÖNTEM

Bu derleme çalışmasında, literatürde siyanobakteriyel sekonder metabolitlerin antikanser aktivitelerine ilişkin yapılmış kaydedeğer in vitro çalışmalar taranmış ve değerlendirilmiştir. Değerlendirilen biyoaktif bileşikler, izole edildikleri siyanobakteri türleri, etki gösterdikleri kanser hücre hatları ve kantitatif sitotoksisite parametreleri hücre çoğalmasını ve canlılığını %50 oranında engelleyen konsantrasyon (IC_{50}) ile analiz edilmiştir.

3. BULGULAR

Kanser hücrelerinin kontrolsüz çoğalma, apoptoza (programlanmış hücre ölümüne) direnç gösterme ve mevcut kemoterapötik ajanlara karşı çoklu ilaç direnci geliştirme yetenekleri, moleküler hedefli ve yüksek potensli yeni biyoaktif bileşiklerin keşfini zorunlu kılmaktadır. Denizel ve tatlı su ekosistemlerinde geniş yayılım gösteren siyanobakteriler, extrem ortam şartlarına uyum süreçlerinde geliştirdikleri eşsiz sekonder metabolit çeşitliliği ile modern onkolojik araştırmalarda kritik bir kaynak haline gelmiştir (Lee vd., 2025). Siyanobakteriyel sekonder metabolitler; mikrotübül dinamiklerini hedef alarak mitoz kilitlenmesi sağlama, histone deasetilaz (HDAC) inhibisyonu, p53 yolağı aktivasyonu ve Reaktif Oksijen Türleri (ROS) indüklemeli DNA hasarı oluşturma gibi çoklu etki mekanizmaları sayesinde kanser biyolojisinde öne çıkmaktadır (Sabat vd., 2025). Bu çalışmada değerlendirilen siyanobakteriyel metabolitlerin kimyasal yapıları, kanser hücre hatları üzerindeki antiproliferatif ve sitotoksik aktivitelerine ilişkin veriler Tablo 1'de özetlenmiştir.

Laxaphycinlerin 1,7-2 µM IC_{50} değeriyle insan kolon kanseri HCT116'ya karşı antikanser aktivite sergiledikleri belirtilmiştir. *Lyngbya majuscula*'dan izole edilen apratoxin A HT29, HeLa ve U2OS kanser hücre hatlarına karşı IC_{50} değeri 0,36 ile 0,52 nM arasında oldukça düşük sitotoksisite göstermiştir. Caldoramide, denizel siyanobakteri olan *Caldora penicillata* kaynaklı doğal bir pentapeptid yapıda ikincil metabolittir. Laboratuvar ortamında (*in vitro*) yapılan sitotoksisite ve MTT canlılık testlerinde Caldoramide'in üç farklı insan kanser hücre hattında (MCF-7, HCT116, HT-29) karşı antikanser potansiyeli incelenmiştir. Caldoramide, test edilen hatlar arasında en belirgin sitotoksik etkiyi meme kanseri hattı olan MCF-7 üzerinde (IC_{50}:33,9 µM)

göstermiştir. Makrolakton yapıdaki *L. majuscula*'dan izole edilen Caylobolide A HCT 116 kanser hattına karşı 117 µM IC_{50} değeriyle sınırlı bir etki gösterirken, *Phormidium* sp.'den izole edilen Caylobolide B ise HT29 ve

HeLa hücre hatlarına karşı sırasıyla 4,5 µM ve 12,2 µM değerleriyle çok daha güçlü bir sitotoksisite sergilemiştir. *L. majuscula*'dan izole edilen kuracin A, lösemi ve Burkitt lenfoma hücre hatlarına karşı sırasıyla IC_{50}: 9 nM ve 200 nM değerleriyle güçlü bir inhibitör etki göstermiştir. *Nostoc* sp.'de mevcut olan siklik depsipeptid Cryptophycin türevlerinin SKOV3 yumurtalık karsinomu ve İnsan MDA-MB-435 meme adenokarsinomuna karşı etkili olduğu belirtilmiştir. *Symploca* sp. kaynaklı Dolastatin 10 bileşiğinin insan akciğer kanseri hücre hattına karşı antiproliferativitesi tespit edilmiştir. *Nostoc linckia* ve *Nostoc spongiaeforme* var. *tenue*'den izole edilen ve bor içeren bir metabolit olan borofisin, insan epidermoid karsinomu (IC_{50}: 4,3)ve insan kolorektal adenokarsinomu hücre hatlarına karşı (IC_{50}: 24 nM) güçlü sitotoksisiteye sahiptir. *Nostoc* sp., *Nodularia* sp.ve *Anabaena* sp.'ye ait bazı türlerden izole edilen doğal bir oksadiazin Nocuolin A p53 mutasyonlu hücre hatlarına karşı IC_{50} değerleri 0,7 ile 4,5 M arasında değişen antiproliferatif aktivite sergilemiştir. *Calothrix* sp.'den izole edilen kalotriksin kalotriksin A HeLa hücre hattına karşı IC_{50}:1,6 µM; kalotriksin B ise HCT-116 kolon kanseri hücre hattına karşı 0,32 µM IC_{50} değeri ile antiproliferatif aktivite sergilemiştirler.

Metabolit Adı	Kaynak (Siyanobakteri)	Yapısal Sınıf	Hedef Kanser Hücre Hatları	Referanslar
Cryptophycin türevleri	*Nostoc* sp.	Siklik depsipeptid	SKOV3 yumurtalık karsinomu ve İnsan MDA-MB-435 meme adenokarsinomu	Mooberry vd., 1997
Dolastatin 10	*Symploca* sp.	Lineer peptid	İnsan akciğer kanseri	Catassi vd., 2006.
Borofisin	*N. linckia*, *N. spongiaeforme*	Borat kompleksi poliketit	İnsan epidermoid karsinomu ve insan kolorektal adenokarsinomu	Qamar vd., 2021
Apratoxin A	*Lyngbya majuscula*	Siklik depsipeptid	HT29 kolon adenokarsinomu, HeLa servikal karsinom, U2OS osteosarkom	Ma vd., 2006
Nocuolin A	*Nostoc* sp., *Nodularia* sp., *Anabaena* sp.	Oksadiazin	Akciğer, meme, pankreas, glioma, yumurtalık kanser hücre hattı	Voráčová vd., 2017
Kuracin A	*Lyngbya majuscula*	Lipopeptid	Lösemi ve Burkitt lenfoma	Gerwick vd., 1994.
Kalotriksin A	*Calothrix* sp	Pentasiklik indolo fenantridin	HeLa	Chen vd., 2003
Kalotriksin B	*Calothrix* sp	Pentasiklik indolo fenantridin	HCT-116	Hatae vd., 2014
Caylobolide A	*L. majuscula*	Makrolakton	HCT-116	MacMillan, ve Molinski, 2002
Caylobolide B	*Phormidium* sp.	Macrolakton	HeLa ve HT29	Salvador vd., 2017
Laxaphycins	*Hormothamnion enteromorphoids*	Siklik lipopeptid	human colon cancer (HCT116)	Cai vd., 2018
Caldoramide	*Caldora penicillata*	Pentapeptid	HT-29, HCT116 and MCF-7	Wunder vd., 2018

Tablo 1. Antikanser etkili siyanobakteriyel metabolitler

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, farklı denizel ve tatlı su siyanobakteri izole edilen sekonder metabolitlerin antikanser potansiyelleri ve çeşitli kanser hücre hatları üzerindeki sitotoksik/antiproliferatif etkileri değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, siyanobakteriyel sekonder metabolitlerin (peptit, depsipeptid, lipopeptit, makrolat/makrolakton, borat kompleksleri ve indolofenantridin yapısındaki alkaloitler) son derece geniş bir kimyasal çeşitliliğe sahip olduğu ve yüksek antikanser etki gücü sergilediklerini göstermektedir. Bu doğal bileşikler ve bunların sentetik türevleri kemoterapiye dirençli kanser vakalarında yeni nesil hedefe yönelik ilaç geliştirme süreçlerinde son derece önemli moleküler şablonlar sunmaktadır. İlerleyen süreçte bu doğal moleküllerin etki mekanizmalarının in vivo çalışmalarla desteklenmesi, toksisitelerinin yapı-aktivite ilişkileri üzerinden optimize edilmesi ile onkoloji alanındaki klinik uygulamalara aktarılmalarını hızlandıracaktır.

KAYNAKLAR

Cai W, Matthew S, Chen QY, Paul VJ, Luesch H 2018. Discovery of new A- and B-type laxaphycins with synergistic anticancer activity. Bioorganic & Medicinal Chemistry, 26: 2310–2319.

Catassi A, Cesario A, Arzani D, Menichini P, Alama A, Bruzzo C, Russo P 2006. Characterization of apoptosis induced by marine natural products in non small cell lung cancer A549 cells. Cellular and Molecular Life Sciences, 63(19): 2377-2386.

Chen X, Smith GD, Waring P 2003. Human cancer cell (Jurkat) killing by the cyanobacterial metabolite calothrixin A. Journal of Applied Phycology, 15(4): 269-277.

Gerwick WH, Proteau PJ, Nagle DG, Hamel E, Blokhin A, Slate DL 1994. Structure of curacin A, a novel antimitotic, antiproliferative and brine shrimp toxic natural product from the marine cyanobacterium *Lyngbya majuscula*. The Journal of organic chemistry, 59(6): 1243-1245.

Hatae N, Satoh R, Chiba H, Osaki T, Nishiyama T, Ishikura M, Toyota E 2014. N-Substituted calothrixin B derivatives inhibited the proliferation of HL-60 promyelocytic leukemia cells. Medicinal Chemistry Research, 23(11): 4956-4961.

Kehr JC, Picchi DG, Dittmann E 2011. Natural product biosyntheses in cyanobacteria: A treasure trove of unique enzymes. Beilstein journal of organic chemistry,7(1): 1622-1635.

Lee H, Nihan K, Kwon YR 2025. Cyanobacterial peptides in anticancer therapy: a comprehensive review of mechanisms, clinical advances, and biotechnological innovation. Marine Drugs, 23(6): 233-261.

Ma D, Zou B, Cai G, Hu X, Liu JO 2006. Total synthesis of the cyclodepsipeptide apratoxin A and its analogues and assessment of their biological activities. Chemistry, 12(29): 7615-7626.

Salvador LA, Paul VJ, Luesch H 2010. Caylobolide B, a macrolactone from symplostatin 1-producing marine cyanobacteria *Phormidium* spp. from Florida. Journal of natural products, 73(9): 1606-1611.

MacMillan JB, Molinski TF 2002. Caylobolide A, a unique 36-membered macrolactone from a Bahamian *Lyngbya majuscula*. Organic Letters, 4(9), 1535-1538.

Micallef ML, D'Agostino PM, Sharma D, Viswanathan R, Moffitt MC 2015. Genome mining for natural product biosynthetic gene clusters in the Subsection V cyanobacteria. BMC genomics,16(1): 669-689.
Mooberry SL, Busquets L, Tien G 1997. Induction of apoptosis by cryptophycin 1, a new antimicrotubule agent. International journal of cancer, 73(3), 440-448.
Qamar H, Hussain K, Soni A, Khan A, Hussain T, Chénais B 2021. Cyanobacteria as natural therapeutics and pharmaceutical potential: Role in antitumor activity and as nanovectors. Molecules, 26(1), 247.
Singh S, Kate BN, Banerjee UC 2005. Bioactive compounds from cyanobacteria and microalgae: an overview. Critical reviews in biotechnology, 25(3): 73-95.
Sabat S, Patra S, Swain S, Bej S, Bishoyi AK, Sahoo CR, Padhy RN 2025. Phycocompounds from cyanobacteria: Exploring synergistic effects with conventional anticancer and antimicrobial properties. ACS omega, 10(23): 23957.
Voráčová K, Hájek J, Mareš J, Urajová P, Kuzma M, Cheel J, Hrouzek P 2017. The cyanobacterial metabolite nocuolin A is a natural oxadiazine that triggers apoptosis in human cancer cells. PLoS One, 12(3): e0172850.
Wunder A, Rothemund M, Schobert R 2018. Synthesis and anticancer activity of the proposed structure of caldoramide, an N-peptidyltetramate from the cyanobacterium *Caldora penicillata*. Tetrahedron, 74: 5138–5142.

THYMUS SPP. ÖZÜTLERİ İLE ELDE EDİLEN GÜMÜŞ NANOPARTİKÜLLERİN BİYOMEDİKAL POTANSİYELİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Prof. Dr., Tünay KARAN

Genetik ABD, Veteriner Fakültesi, Yozgat Bozok Üniversitesi, Yozgat 66100, Türkiye,

tunay.karan@bozok.edu.tr, ORCID: 0000-0002-9114-8400

Özet

Gümüş nanopartiküller (AgNP'ler), yüksek yüzey/hacim oranları ve güçlü biyosidal etkinlikleri sayesinde biyomedikal alanda yaygın olarak incelenmektedir. Kimyasal sentez yöntemlerinin çevresel riskleri, toksik kalıntıları ve yüksek maliyetleri nedeniyle yeşil sentez yaklaşımları öne çıkmaktadır. Bu süreçte, zengin fenolik bileşik (özellikle timol, karvakrol, rosmarinik asit ve flavonoidler) içeriği sayesinde *Thymus* sp. türleri, gümüş iyonlarını (Ag^{+}) nanoboyutlu gümüşe (Ag^{0}) indirgemede son derece etkili birer biyolojik ajandır. Bu derlemenin amacı, *Thymus* spp. kullanılarak sentezlenen AgNP'lerin sentez parametrelerini, karakteristik özelliklerini ve biyomedikal alanlardaki güncel literatür verilerini sentezlemektir. Çalışmalarda *Thymus vulgaris* L. özütü ile sentezlenen küresel AgNP'lerin 6–70 nm; *Thymus zygioides* kaynaklı AgNP'lerin 6,75–28,72 nm; *Thymus daenensis* AgNP'lerin 10–50 nm ve *Thymus algeriensis* AgNP'lerin 10–20 nm boyutlarında kararlı ve küresel yapılarda oluştuğu bildirilmiştir. Bu bileşiklerin aynı zamanda nanopartiküllerin yüzeyini kaplayarak topaklanmayı önleyen doğal koruyucu ajanlar olarak işlev gördüğü belirlenmiştir. Biyolojik testlerde, *Thymus*-AgNP yapılarının metisiline dirençli *Staphylococcus aureus* (MRSA) ve *Escherichia coli* gibi patojenlere karşı tek başına bitki ekstraktına kıyasla sinerjik antibakteriyel etki sergilediği, DPPH testlerinde yüksek serbest radikal süpürme (antioksidan) aktivitesi gösterdiği ve in-vitro modellerde ise kanserli hücre hatlarında doza bağımlı sitotoksik etki indüklediği saptanmıştır. Sonuç olarak, *Thymus* spp. ile yeşil sentez AgNP üretimi sürdürülebilir, düşük maliyetli ve yüksek terapötik potansiyele sahip bir yaklaşım sunmaktadır.

Anahtar kelimeler: *Thymus* spp., yeşil sentez, AgNP, biyomedikal

EVALUATION OF THE BIOMEDICAL POTENTIAL OF SILVER NANOPARTICLES OBTAINED FROM *THYMUS* SPP. EXTRACTS

Prof. Dr., Tünay KARAN

Department of Genetics, Faculty of Veterinary Medicine, Yozgat Bozok University, Yozgat 66100, Türkiye, tunay.karan@bozok.edu.tr, ORCİD: 0000-0002-9114-8400

Abstract

Silver nanoparticles (AgNPs) are widely studied in the biomedical field due to their high surface-to-volume ratios and strong biocidal activity. Green synthesis approaches are gaining prominence because of the environmental risks, toxic residues, and high costs of chemical synthesis methods. In this process, *Thymus* spp., with its rich phenolic compound content (especially thymol, carvacrol, rosmarinic acid, and flavonoids), is a highly effective biological agent in reducing silver ions (Ag^{+}) to nanosized silver (Ag^{0}). The aim of this review is to synthesize the synthesis parameters, characteristics, and current literature data in the biomedical field of AgNPs synthesized using *Thymus* spp. Studies have reported that spherical AgNPs synthesized from *Thymus vulgaris* L. extract are 6–70 nm; those from *Thymus zygioides* are 6.75–28.72 nm; those from *Thymus daenensis* are 10–50 nm; and those from *Thymus algeriensis* are 10–20 nm, all formed in stable, spherical structures. These compounds have also been found to function as natural protective agents, coating the surface of nanoparticles and preventing clumping. In biological tests, *Thymus*-AgNP constructs were found to exhibit synergistic antibacterial activity against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) and *Escherichia coli* compared to the plant extract alone; they demonstrated high free radical scavenging (antioxidant) activity in DPPH tests; and in in-vitro models, they induced dose-dependent cytotoxic effects in cancer cell lines. In conclusion, green synthesis of AgNP from *Thymus* spp. offers a sustainable, low-cost, and high-therapeutic-potential approach.

Keywords: *Thymus* spp., green synthesis, AgNP, biomedical

1.GİRİŞ

Nanoteknoloji, günümüzde tıp, eczacılık, gıda ve mühendislik başta olmak üzere pek çok disiplinde devrim niteliğinde yenilikler sunmaktadır. Bu alanda en çok incelenen yapılar arasında yer alan gümüş nanopartiküller (AgNP'ler); yüksek yüzey/hacim oranları, özgün fizikokimyasal özellikleri ve sergiledikleri güçlü biyosidal etkinlikleri sayesinde biyomedikal uygulamalarda geniş bir kullanım alanına sahiptir. Ancak geleneksel kimyasal ve fiziksel AgNP sentez yöntemleri; toksik reaktiflerin kullanımı, sentez yan ürünlerinin çevresel riskleri, yüksek enerji gereksinimi ve maliyet gibi belirgin dezavantajlara sahiptir. Bu durum, daha sürdürülebilir, doğa dostu, ekonomik ve biyolojik olarak güvenilir olan yeşil sentez yaklaşımlarına olan ilgiyi hızla artırmıştır.Yeşil sentez süreçlerinde bitki özütlerinin kullanımı; kolay temin edilebilir olmaları, tek adımda reaksiyon imkânı sunmaları ve endüstriyel ölçeklenebilirliğe uygunlukları nedeniyle mikroorganizmalara kıyasla daha çok tercih edilmektedir (Düzgün ve Kara, 2024). Bu kapsamda, Lamiaceae familyasına ait olan ve zengin sekonder metabolit profiliyle bilinen *Thymus* spp. (kekik türleri), nanopartikül biyosentezinde son derece güçlü bir biyolojik materyal olarak öne çıkmaktadır. *Thymus* spp. özütleri; başta timol, karvakrol, rosmarinik asit ve çeşitli flavonoidler olmak üzere yüksek miktarda fenolik ve terpenoid bileşik içermektedir (Tohidi vd., 2017). Bu fitokimyasallar, gümüş iyonlarının (Ag^{+}) nanoboyutlu metalik gümüşe (Ag^{0}) indirgenmesinde güçlü birer indirgen ajan (reducing agent) olarak görev yaparken; aynı zamanda oluşan nanopartiküllerin yüzeyini kaplayarak aglomerasyonu (topaklanmayı) önleyen doğal koruyucu/kararlı kılıcı (capping/stabilizing agent) işlevi görmektedir (Alarcon vd., 2015). Literatürde farklı *Thymus* spp. (*T. vulgaris*, *T. serpyllum*, *T. kotschyanus* vb.) kullanılarak elde edilen AgNP'lerin antibakteriyel, antioksidan, anti-kanser ve yara iyileştirici potansiyellerine dair çeşitli deneysel çalışmalar bulunmakla birlikte sentez parametrelerinin (pH, sıcaklık, ekstrakt konsantrasyonu) nanopartikül morfolojisi üzerindeki etkilerini ve biyomedikal etki mekanizmalarını bütüncül bir yaklaşımla sentezleyen güncel derleme ihtiyacı devam etmektedir (Anwar vd., 2024). Bu derleme çalışmasının amacı; *Thymus* spp. özütleri kullanılarak yeşil sentez yöntemiyle elde edilen gümüş nanopartiküllerin sentez koşullarını, karakteristik fizikokimyasal özelliklerini (boyut, morfoloji, yüzey yükü) ve biyomedikal alanlardaki (antibakteriyel, antioksidan, sitotoksik/anti-kanser) güncel literatür verilerini ele alarak değerlendirmektir.

2. YÖNTEM

Bu çalışma, *Thymus* spp. özütleri aracılığıyla gerçekleştirilen gümüş nanopartikül (AgNP) yeşil sentez süreçlerini ve elde edilen nanopartiküllerin biyomedikal potansiyellerini bütüncül ve sistematik bir yaklaşımla

incelemeyi hedefleyen bir literatür derlemesidir. Literatür taraması; PubMed, Web of Science, Scopus ve Google Akademik elektronik veri tabanları üzerinden 2015–2026 yılları arasında yayımlanmış uluslararası hakemli makaleler taranarak gerçekleştirilmiştir. Belirlenen kriterlere uygun olarak seçilen araştırmalarda kullanılan *Thymus* spp. ekstraksiyon yöntemi, sentez reaksiyon koşulları (pH, sıcaklık, reaktör süresi), elde edilen nanopartiküllerin boyut/morfolojik özellikleri ve ölçülen biyolojik etkinlik değerleri temelinde sınıflandırılmış ve nicel veriler karşılaştırmalı olarak analiz edilerek sentezlenmiştir.

3. BULGULAR

Thymus spp. özütleri kullanılarak gerçekleştirilen yeşil sentez AgNP çalışmalarına ait literatür verileri; fizikokimyasal karakterizasyon, antibakteriyel potansiyel, antioksidan kapasite ve sitotoksik/anti-kanser etkinlikleri değerlendirilmiştir. *Thymus*-AgNP komplekslerinin, geniş spektrumlu antibakteriyel etki sergilediği ve özellikle dirençli bakteri suşlarına karşı tek başına bitki özütüne kıyasla sinerjik bir üstünlük sağladığı tespit edilmiştir. Bir çalışmada *Thymus vulgaris* L. özütü kullanarak biyosentezlenmiş gümüş nanopartiküllerin 6-70 nm boyut aralığında küresel bir şekle sahip olduğu ve *E. coli* ve *S.aureus* bakterilerine karşı sırasıyla 20.5 mm ve 23.2 mm ortalama inhibisyon çapları ile antimikrobiyal aktivite gösterdikleri belirtilmiştir (Güneş ve Avcı, 2023). *Thymus serpyllum*'dan sentezlenmiş AgNp'lerin *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* ve *Salmonella typhimurium* gibi hem Gram-pozitif hem de Gram-negatif bakteriler üzerinde etkisi agar kuyu difüzyon yöntemi kullanılarak araştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda 100 µg/mL konsantrasyondaki AgNP'ler *S. aureus* için %73'lük bir inhibisyon değeri göstermiştir (Erci veTorlak, 2019). *Thymus pectinatus* AgNp'leri hidroksil ve amin gibi fonksiyonel grupların katılımını gösteren FTIR, XRD ve SEM-EDX analizleriyle doğrulanmıştır. AgNp'lerin $DPPH^{\bullet}$ (IC_{50}:13,45 µg/mL) ve $ABTS^{\bullet+}$ (IC_{50}: 5,67 µg/mL) değerlerinin ekstreden daha güçlü anti oksidan aktivite sergiledikleri tespit edilmiştir (Şimşek, 2025). Nanoparçacık boyutu 6,75 ile 28,72 nm arasında değişen *Thymus zygioides* Griseb. var. *zygioides* AgNp'leri *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), *Escherichia coli* (ATCC 25922),ve *Candida albicans* (ATCC 90028) mikroorganizmalarına karşı disk difüzyon yöntemiyle etkileri değerlendirilmiştir. Aynı çalışmada AgNp'lerin 10–25 µg/mL konsantrasyonlarında L929 sağlıklı hücrelerde sitotoksisitesinin düşük olması ve A549 hücrelerinde toksik etkiler göstermesi ile antikanser aktivite sergilediği belirtilmiştir (Hazman vd., 2026). Maksimum UV absorbsiyonu 415 nm olan ve 10-50 nm boyutundaki *Thymus daenensis* AgNp'leri *Acinetobacter baumannii'*ye karşı 12 mm ile iyi bir inhibitör aktivite göstermişlerdir (Moradi vd., 2025). *Thymus algeriensis*'ten sentezlenen

10-20 nm büyüklüğündeki AgNp'lerin *P. aeruginosa* için yaklaşık 12 mm ve *B. cereus* için 15 mm olarak belirlenmiştir (Beldjilali vd., 2020).

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu derleme çalışması *Thymus* spp. türleri kullanılarak yeşil sentez yöntemiyle elde edilen AgNP'nin fizikokimyasal özelliklerini ve biyomedikal alanlardaki çok yönlü etkinliklerini ortaya koymaktadır. Yeşil sentez yaklaşımlarında fenolik bileşikler ve terpenoidler açısından zengin olan *Thymus* özütleri, Ag^{+} iyonlarının nanoboyuttaki metalik gümüşe (Ag^{0}) indirgenmesinde hem güçlü birer indirgen hem de nanopartiküllerin aglomerasyonunu önleyen doğal kararlı kılıcı kılıflar olarak işlev görmektedir.

Elde edilen bulgular değerlendirildiğinde, farklı *Thymus* türlerinin (*T. vulgaris*, *T. zygioides*, *T. daenensis*, *T. algeriensis*) kullanımı sonucu genel olarak 6 ile 70 nm arasında değişen küçük boyut dağılımına ve çoğunlukla küresel morfolojiye sahip nanopartiküllerin başarılı bir şekilde sentezlenebildiği görülmüştür. Partikül boyutunun nanometre ölçeğinde küçülmesi, yüzey/hacim oranını artırarak biyolojik sistemlerle olan etkileşimi güçlendirmekte ve antimikrobiyal potansiyeli belirgin şekilde yükseltmektedir. Nitekim *T. vulgaris* ve *T. serpyllum* AgNP'lerinin hem Gram-pozitif (*S. aureus*, *B. cereus*) hem de Gram-negatif (*E. coli*, *P. aeruginosa*, *A. baumannii*) patojenlere karşı yüksek inhibisyon çapları (12 mm-23,2 mm) ve inhibisyon oranları (%73) sergilemesi, bu nanopartiküllerin geniş spektrumlu antibakteriyel ajanlar olarak kullanılabileceğini kanıtlamaktadır. Bunun yanı sıra, *T. pectinatus* AgNP'lerinin radikal süpürme testlerinde (DPPH IC_{50}: 13,45 µg/mL ve ABTS IC_{50}: 5,67 µg/mL) ham bitki özütüne kıyasla daha üstün antioksidan kapasite göstermesi, fitokimyasalların nanopartikül yüzeyine tutunarak işlevselleştiğini doğrulamaktadır. Sitotoksisite analizleri ise AgNP'lerin doz-bağımlı seçici etkinlik sergilediğini göstermektedir; *T. zygioides* AgNP'lerinin 10–25 µg/mL konsantrasyonlarda L929 sağlıklı hücre hatlarında düşük toksisite gösterirken A549 kanser hücrelerinde sitotoksik etki oluşturması, biyosentezlenen bu yapıların güvenli antikanser ve terapötik uygulamalarda potansiyel taşıdığına işaret etmektedir.

KAYNAKLAR

Alarcon, E. I., Griffith, M., Udekwu, K. I. (2015). Silver nanoparticle applications. *Springer International Publishing. doi*, *10*, 978-3.

Anwar, F., Mahrye, Khan, R., Qadir, R., Saadi, S., Gruczynska-Sekowska, E., Hossain Brishti, F. (2024). Exploring the biochemical and nutra-pharmaceutical prospects of some *Thymus* species–A review. *Chemistry & Biodiversity*, *21*(7), e202400500.

Beldjilali, M., Mekhissi, K., Khane, Y., Chaibi, W., Belarbi, L., Bousalem, S. (2020). Antibacterial and antifungal efficacy of silver nanoparticles biosynthesized using leaf extract of *Thymus algeriensis*. Journal of *Inorganic and Organometallic Polymers and Materials*, 30(6), 2126-2133.

Düzgün, M., Kara, A. (2024). Plant-Mediated Green Synthesis of Silver Nanoparticles and Evaluation of Their Biological Activities. *Hacettepe University Journal of the Faculty of Pharmacy*, *44*(4), 351-372.

Erci, F., Torlak, E. (2019). Antimicrobial and antibiofilm activity of green synthesized silver nanoparticles by using aqueous leaf extract of *Thymus serpyllum*. *Sakarya University Journal of Science*, *23*(3), 333-339.

Güneş, C., Avcı, A. (2023). Kekik (*Thymus vulgaris* L.) Özütü Kullanarak Biyosentezlenmiş Gümüş Nanopartiküllerin Antibakteriyel Etkisinin Araştırılması. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, *23*(6), 1551-1560.

Hazman, Ö., Büyükben, A., İsmail, İ., Efiloğlu, F., Osama, J., Çetinkaya, S., Erol, İ. (2026). Green Synthesis of Silver Nanoparticles Using *Thymus zygioides* Griseb. var. *zygioides:* Linking Phytochemical Composition with Functional Properties. *BioNanoScience*, *16*(8), 521.

Moradi, H., Ghavam, M., Ghanbari, A. (2025). Biosynthesis of silver nanoparticles using *Thymus daenensis* against wound causing microbes. *Waste and Biomass Valorization*, *16*(1), 369-381.

Şimşek, S. (2025). Green Synthesis, Characterization, and Multifunctional Bioactivity of *Thymus pectinatus*-Derived Silver Nanoparticles. *ChemistrySelect*, *10*(38), e03764.

Tohidi, B., Rahimmalek, M., Arzani, A. (2017). Essential oil composition, total phenolic, flavonoid contents, and antioxidant activity of *Thymus* species collected from different regions of Iran. *Food chemistry*, *220*, 153-161.

RATLARDA AĞIR METALLERLE YAPILAN DENEYSEL BÖBREK HASAR MODELLERİ

Prof. Dr., Fatih Mehmet KANDEMİR[1], Dr., Ender ERDOĞAN[2]

[1]Aksaray Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı, Aksaray, TÜRKİYE,

fmkandemir@aksaray.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-8490-2479

[2]Atatürk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Biyokimya Anabilim Dalı, Erzurum, TÜRKİYE

ender.han.erdogan@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-4360-6013

Özet

Ağır metaller, çevresel kirleticiler arasında önemli bir yere sahip olup endüstriyel faaliyetler, madencilik, tarım uygulamaları ve çevresel kirlilik sonucunda canlı organizmalarda ciddi toksik etkilere neden olmaktadır. Kadmiyum (Cd), kurşun (Pb), cıva (Hg), arsenik (As) ve krom (Cr) başta olmak üzere birçok ağır metal, özellikle böbrek dokusunda birikerek akut veya kronik nefrotoksisiteye yol açmaktadır. Böbrekler, yüksek kan akımı ve filtrasyon fonksiyonları nedeniyle ağır metal toksisitesine karşı en duyarlı organlardan biridir. Deneysel hayvan modelleri içerisinde ratlar, fizyolojik özelliklerinin insanlara benzerliği, kolay uygulanabilirliği ve deneysel standartizasyonun sağlanabilmesi nedeniyle ağır metal kaynaklı böbrek hasarının araştırılmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Ratlarda oluşturulan deneysel nefrotoksisite modelleri, ağır metallerin oluşturduğu oksidatif stres, inflamasyon, apoptozis, mitokondriyal disfonksiyon ve DNA hasarı gibi patofizyolojik mekanizmaların ayrıntılı olarak incelenmesine olanak sağlamaktadır. Ayrıca bu modeller sayesinde antioksidanlar, bitkisel ekstraktlar, şelasyon ajanları ve yeni farmakolojik moleküllerin nefroprotektif etkileri değerlendirilmektedir. Bu derlemede ratlarda ağır metaller kullanılarak oluşturulan deneysel böbrek hasarı modelleri, uygulama yöntemleri, biyokimyasal ve histopatolojik değişiklikler ile güncel tedavi yaklaşımları literatür ışığında değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ağır metal, nefrotoksisite, rat

EXPERIMENTAL KIDNEY DAMAGE MODELS IN RATS WITH HEAVY METALS

Prof. Dr., Fatih Mehmet KANDEMİR[1], Dr., Ender ERDOĞAN[2]

[1]Department of Medical Biochemistry, Faculty of Medicine, Aksaray University, Aksaray, TÜRKİYE, fmkandemir@aksaray.edu.tr, ORCİD ID: 0000-0002-8490-2479

[2]Department of Biochemistry, Faculty of Veterinary, Atatürk University, Erzurum, TÜRKİYE ender.han.erdogan@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-4360-6013

Abstract

Heavy metals are a significant environmental pollutant, causing serious toxic effects in living organisms as a result of industrial activities, mining, agricultural practices, and environmental pollution. Many heavy metals, primarily cadmium (Cd), lead (Pb), mercury (Hg), arsenic (As), and chromium (Cr), accumulate in kidney tissue, leading to acute or chronic nephrotoxicity. Kidneys are one of the most sensitive organs to heavy metal toxicity due to their high blood flow and filtration functions. Among experimental animal models, rats are widely used in the investigation of heavy metal-induced kidney damage due to their physiological characteristics being similar to humans, their ease of application, and the ability to achieve experimental standardization. Experimental nephrotoxicity models created in rats allow for detailed investigation of the pathophysiological mechanisms caused by heavy metals, such as oxidative stress, inflammation, apoptosis, mitochondrial dysfunction, and DNA damage. Furthermore, these models enable the evaluation of the nephroprotective effects of antioxidants, herbal extracts, chelating agents, and novel pharmacological molecules. This review evaluates experimental kidney damage models created in rats using heavy metals, their application methods, biochemical and histopathological changes, and current treatment approaches in light of the literature.

Keywords: Heavy metal, nephrotoxicity, rat

GİRİŞ

Ağır metaller, atom ağırlıkları yüksek olan ve düşük konsantrasyonlarda dahi biyolojik sistemlerde toksik etki oluşturabilen elementlerdir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO), çevresel toksisite açısından özellikle kadmiyum, kurşun, cıva ve arseniği insan sağlığı açısından en önemli toksik metaller arasında değerlendirmektedir (WHO, 2021). Günümüzde sanayileşmenin artması, madencilik faaliyetleri, pestisit kullanımı, metal işleme endüstrisi, fosil yakıt tüketimi ve çevre kirliliği nedeniyle ağır metallere maruziyet giderek artmaktadır (Jaishankar ve ark., 2014).

Ağır metaller organizmaya solunum, sindirim sistemi veya deri yoluyla alınabilmektedir. Emilimin ardından dolaşıma katılan bu metaller karaciğer, kemik, beyin ve özellikle böbreklerde birikmektedir. Böbrekler, vücut ağırlığının yaklaşık %0,5'ini oluşturmasına rağmen kalp debisinin yaklaşık %20–25'ini almaktadır. Bu yüksek perfüzyon oranı nedeniyle toksik maddelerin en fazla biriktiği organlardan biridir (Satarug ve Moore, 2004).

Nefrotoksisite; glomerüler filtrasyon hızında azalma, tübüler dejenerasyon, interstisyel inflamasyon ve renal fibrozis ile karakterize ilerleyici bir süreçtir. Ağır metallerin oluşturduğu böbrek hasarında temel mekanizmalar arasında reaktif oksijen türlerinin (ROS) aşırı üretimi, antioksidan savunma sistemlerinin baskılanması, lipid peroksidasyonu, protein oksidasyonu, DNA hasarı, inflamatuvar sitokinlerin salınımı ve apoptotik yolakların aktivasyonu yer almaktadır (Liu ve ark., 2018).

Son yıllarda ağır metallerin neden olduğu böbrek hasarının moleküler mekanizmalarının anlaşılmasında deneysel hayvan modelleri önemli katkılar sağlamıştır. Rat modelleri; kontrollü doz uygulanabilmesi, farklı maruziyet sürelerinin oluşturulabilmesi ve histopatolojik incelemelerin ayrıntılı yapılabilmesi nedeniyle nefrotoksisite çalışmalarında en sık tercih edilen deney hayvanlarıdır (Rana ve Tangpong, 2018).

Ratlarda oluşturulan deneysel böbrek hasarı modelleri yalnızca toksisite mekanizmalarının ortaya konulmasını değil, aynı zamanda koruyucu ajanların etkinliğinin değerlendirilmesini de mümkün kılmaktadır. N-asetilsistein, melatonin, resveratrol, kurkumin, quercetin, selenyum ve çeşitli bitkisel ekstraktların ağır metal kaynaklı nefrotoksisite üzerindeki etkileri son yıllarda yoğun olarak araştırılmaktadır (Genchi ve ark., 2020).

Ağır Metallerin Böbrek Üzerindeki Toksik Etkileri

Böbrekler ağır metallerin eliminasyonunda temel organlardan biri olduğundan, bu elementlerin oluşturduğu toksik etkilerin ilk görüldüğü dokular arasında yer almaktadır. Ağır metaller özellikle proksimal tübül epitel hücrelerinde birikerek yapısal ve fonksiyonel bozukluklara neden olmaktadır (Nordberg ve Nogawa, 2015).

Kadmiyum (Cd)

Karmaşık organik kirleticilerin aksine, kadmiyum (Cd), mikroorganizmalar tarafından parçalanamayan ve uzun süre bozulmadan kalan inorganik bir ağır metaldir. Cd, ekosistemlerde birikir ve bitkiler, balıklar ve hayvanlar tarafından alındıktan sonra, besin zincirine dahil edilerek insan sağlığını tehdit eder (Chen ve ark. 2018; Kandemir ve ark. 2021). Cd, Cd-Ni pillerde, plastik ve cam boyamada, güneş panellerinde, polivinil klorür (PVC) üretiminde, ticari fosfat gübresinde, tütünde ve diğer kimyasal üretimde sıklıkla kullanılmasına rağmen, Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı (IARC) tarafından insan sağlığı için en toksik maddelerden ve en zararlı kanserojenlerden biri olarak sınıflandırılmıştır (Hogervost ve ark. 2007; Järup ve Åkesson, 2009).

Kadmiyum, çevresel nefrotoksisite açısından en iyi araştırılmış ağır metallerden biridir. Organizmaya alındıktan sonra metallotiyonein proteinlerine bağlanarak böbrek korteksinde uzun yıllar depolanabilmektedir. Kadmiyumun biyolojik yarı ömrü 15–30 yıl arasında değişmektedir (Satarug ve Moore, 2004, Şimşek ve ark. 2023).

25 mg/kg dozunda 7 gün oral kadmiyum verilmesinin ratlarda deneysel olarak nefrotoksisite oluşturduğu bildirilmiştir (Kandemir ve ark. 2021; Şimşek ve ark. 2023). Görülen en belirgin histolojik ve biyokimyasal değişiklikler;

- Proksimal tübül nekrozu,
- Tübüler dilatasyon,
- Glomerüler dejenerasyon,
- İnterstisyel inflamasyon,
- Kreatinin ve üre düzeylerinde artış,
- Malondialdehit (MDA) düzeylerinde yükselme,
- Süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT) ve glutatyon peroksidaz (GPx) aktivitelerinde azalma gözlenmektedir.
- İnflamatuar sitokin, apoptoz ve otofaji belirteçlerinde artış tespit edilmiştir (Genchi ve ark., 2020; Kandemir ve ark. 2021; Şimşek ve ark. 2023). Kadmiyum ayrıca Nrf2/Keap1 antioksidan yolunu baskılayarak oksidatif hasarın şiddetlenmesine neden olmaktadır (Liu ve ark., 2018).

Kurşun (Pb)

İnsanlar ve hayvanlar, içme suyu, ortam havası, gıda, elektronik atıklar, endüstriyel malzemeler ve endüstriyel tesisler ve tüketici ürünleri gibi insan kaynaklı faaliyetler yoluyla kurşuna maruz kalmaktadır (Oyagbemi ve ark. 2015). Kurşunun, hayvanlarda ve insanlarda böbrek, akciğer, karaciğer, beyin ve hematopoetik, sinir ve üreme sistemleri gibi farklı vücut dokularında sağlık sorunlarına neden olabileceği kabul edilmektedir (Abd El-Hack ve ark. 2019; Boskabady ve ark. 2016). Kurşun, özellikle kronik maruziyetlerde tübülointerstisyel nefropati oluşturan önemli çevresel toksinlerden biridir. Rat modellerinde kurşun asetat uygulamaları sonrasında kreatinin, BUN ve ürik asit düzeylerinde anlamlı artış görülmektedir (Flora ve ark., 2012).

30 mg/kg 7 gün süreyle kurşun asetat verilmesinin ratlarda nefrotoksisite oluşturmada yeterli olduğu ortaya konmuştur (Küçükler ve ark. 2021; Şimşek ve ark. 2023).

Kurşunun oluşturduğu temel mekanizmalar şunlardır:

- Mitokondriyal fonksiyon bozukluğu,
- ATP sentezinde azalma,
- Kalsiyum homeostazının bozulması,
- Serbest radikal oluşumunda artış,
- İnflamasyon belirteçlerinde artış,
- Apoptoz ve otofaji belirteçlerinde yükselme
- Endoplazmik retikulum stresinde artış
- Üre ve kreatinin gibi böbrek fonksiyon testlerinde artış

Histolojik olarak tübüler dejenerasyon, glomerüler atrofi ve interstisyel fibrozis dikkat çekmektedir (Rana ve Tangpong, 2018; Şimşek ve ark. 2023; Küçükler ve ark. 2021).

Civa (Hg)

Periyodik tablodaki en zehirli elementlerden biri olan cıva (Hg), çevreye salınan redoks aktif bir ağır metaldir (Rocha ve ark. 2012). Amerika Birleşik Devletleri'ndeki (ABD) Zehirli Maddeler ve Hastalık Kayıt Ajansı'na (ATSDR) göre, yaklaşık 300 zehirli madde listesinde arsenik ve kurşundan sonra en tehlikeli üçüncü ağır metal olarak listelenmiştir. Ayrıca, ABD'de yaklaşık 700.000 çocuğun kan civa seviyelerinin >5,8 µg/L olduğu tahmin edilmektedir. Avrupa Birliği'nde her yıl doğan yaklaşık 200.000 çocuğun civa seviyeleri, Dünya Sağlık Örgütü tarafından belirlenen 2,5 µg/g sınırını aşmaktadır (Akaras ve ark. 2025).

Hava, su ve toprak ekosisteminde cıva, inorganik cıva (esas olarak cıva klorür), organik cıva (esas olarak metilcıva) ve elementel cıva (Hg0) gibi farklı formlarda bulunduğu için karmaşık bir biyokimyasal döngü sergiler (Kandemir ve ark. 2020). Civa klorür (HgCl2), hücre zarından hızla geçebildiği ve proteinlerle organo-kompleks bileşikler oluşturabildiği için en toksik cıva türüdür (Çağlayan ve ark. 2019a). Endüstriyel gelişmelerin bir sonucu olarak, HgCl2 toprakta, havada ve suda yüksek seviyelerde birikir. Ayrıca, madencilik, tarım (pestisitler vb.), tıbbi kullanım, endüstriyel üretim (piller, floresan lambalar, termometreler, termostatlar) ve fosil yakıtların yakılması nedeniyle arttığı bildirilmiştir (Akaras ve ark. 2025). Deneysel çalışmalarda en sık kullanılan model **merkürik klorür ($HgCl_2$)** ile oluşturulan akut nefrotoksisite modelidir. Cıva, glomerüler filtrasyon sonrasında proksimal tübül hücrelerine alınmakta ve sülfhidril (-SH) gruplarına yüksek afinite göstererek hücresel proteinlerin fonksiyonlarını bozmaktadır (Bridges ve Zalups, 2017).

Ratlarda deneysel **$HgCl_2$ ile nefrotoksisite oluşturabilmek için** 7 gün boyunca fizyolojik tuz çözeltisi içinde $HgCl_2$ (1,23 mg/kg vücut ağırlığı)' ün intraperitoneal uygulanmasının yeterli olduğu bildirilmiştir (Çağlayan ve ark. 2019b).

$HgCl_2$ uygulanan ratlarda;

- Proksimal tübül epitel hücrelerinde nekroz,
- Tübüler dilatasyon,
- Vakuoler dejenerasyon,
- Glomerüler konjesyon,
- İnterstisyel ödem,
- Akut tübüler nekroz gibi histopatolojik değişiklikler ile birlikte
- Serum üre ve kreatinin düzeyinde artış,
- Lipit peroksidasyon düzeylerinde yükselme,
- İndirgenmiş glutatyon düzeyi (GSH) ve SOD, CAT ve GPx aktivitelerinde düşüş,
- İnflamasyon, apoptoz ve otofaji markırlarında yükselme gibi biyokimyasal değişiklikler tespit edilmiştir (Çağlayan ve ark. 2019b, Kahramanoğulları ve ark. 2024; Yuliana ve ark. 2025; Oda ve ark. 2012; Boroushaki ve ark. 2014).

Arsenik (As)

Arsenik, doğal olarak oluşan toksik bir metaloiddir ve doğal kaynaklarda bulunması ve endüstri ve tarımda yaygın kullanımı nedeniyle çevresel bir kirleticidir. Sodyum arsenit (SA) gibi inorganik formları, organik formlardan daha toksiktir ve su, hava ve gıda yoluyla insanlara kolayca bulaşır (Kandemir ve ark. 2025). Dünya Sağlık Örgütü (WHO), 94-220 milyon insanın içme suyunda 50 µg/L sınırını aşan arsenik seviyelerine maruz kaldığını ve acil müdahale gerektirdiğini bildirmektedir. Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı (IARC) tarafından Grup 1 kanserojen olarak sınıflandırmıştır (Li ve ark. 2023, Kandemir ve ark. 2025). Arseniğin etki mekanizmaları arasında, ROS ve peroksinitrit üretimi yoluyla oksidatif stres, apoptotik süreçler ve antioksidan savunmaların baskılanması yer alır (Saha ve Ghosh, 2010).

Arsenik, yer altı suları aracılığıyla maruziyetin en yaygın olduğu ağır metallerden biridir. İnorganik arsenik bileşikleri özellikle böbrek, karaciğer ve deri dokusunda toksik etki oluşturmaktadır (Ratnaike, 2003).

Ratlarda en sık kullanılan deneysel model **sodyum arsenit ($NaAsO_2$)** ile böbrek toksisitesi oluşturmak için 10 mg/kg sodyum arsenitin 15 gün boyunca oral verilmesinin yeterli olduğu bildirilmiştir (Türk ve ark. 2019; Akaras ve ark. 2023).

Arsenik maruziyetinde görülen başlıca biyokimyasal değişiklikler şunlardır:

- ROS üretiminde artış,
- Lipid peroksidasyonu,
- Nitrik oksit metabolizmasında bozulma,
- İnflamatuvar sitokinlerde artış,
- DNA kırıkları,
- Mitokondriyal fonksiyon kaybı.

Histolojik incelemelerde;

- Glomerüler hipertrofi,
- Bowman boşluğunda genişleme,
- Tübüler epitel dejenerasyonu,
- İnterstisyel inflamasyon,
- Hücresel nekroz sıklıkla rapor edilmektedir (Türk ve ark. 2019; Akaras ve ark. 2023; Jomova ve ark., 2011; Arse Al-Brakati ve ark. 2019; Mehrzadi ve ark. 2021; Sharma ve ark. 2022).

Krom (Cr)

Krom (Cr), yeryüzü kabuğunda ortalama 185 mg/kg konsantrasyonunda bulunan zararlı bir ağır metaldir. Cr, elektrokaplama tekstil, metalurji ve tabakhane gibi çeşitli endüstrilerden yaygın olarak salınır ve canlı dokulara nüfuz ederek yaşamı tehdit eden bir kanserojen haline gelir. Cr, üç değerlikli, altı değerlikli ve elementel dahil olmak üzere farklı formlarda bulunur (Hu ve ark. 2025). Cr (VI), yüksek çözünürlüğü, hızlı emilimi ve sonuçta lipitler, proteinler ve DNA dahil olmak üzere hücrenin en önemli bileşenlerine zarar veren aşırı reaktif oksijen türleri (ROS) üretme yeteneği nedeniyle en toksik form olarak kabul edilir (Saha ve ark. 2011). Cr (VI)'nın aksine, üç değerlikli ve elementel Cr formu, düşük çözünürlük nedeniyle daha az toksisite göstermiştir (Hossini ve ark. 2022). Bununla birlikte, elementel form, emilimini artıran ve Cr (III) ve Cr (VI) dahil olmak üzere en çözünür formlara oksidasyonuna izin veren ince parçacıklarda bulunduğunda önemli toksisite göstermiştir (Georgaki ve Charalambous, 2023). Çelik üretim ve elektrokaplama endüstrilerinde çalışan çalışanların vücut organlarında yüksek konsantrasyonlarda Cr (altı değerlikli) tespit edilmiştir (Zhitkovich, 2005). Kromun özellikle **hekzavalan krom [Cr(VI)]** formu güçlü oksidan özellik göstermektedir. Hücre içine sülfat taşıyıcıları aracılığıyla giren Cr(VI), hücre içerisinde Cr(III)'e indirgenirken büyük miktarda serbest radikal oluşmaktadır (Nickens ve ark., 2010).

Ratlarda potasyum dikromatın 15 mg/kg deri altı 21 uygulanması yada 15 mg/kg 4 hafta oral uygulama ile nefrotoksisite oluşturulduğu bildirilmiştir (Sahu ve ark. 2014; Hu ve ark. 2025). Krom toksikasyonu sonucu böbreklerde;

- Akut tübüler nekroz,
- Glomerüler hasar,
- Tübüler epitel dökülmesi,
- İnterstisyel hemoraji,
- İnflamatuvar hücre infiltrasyonu gibi histolojik değişiklikler ile Üre, kreatin, lipit peroksidasyon, inflamasyon, apoptoz ve otofaji markırları ile DNA hasarında artış ve antioksidan sistem enzim aktivitelerinde azalma tespit edilmiştir (Nickens ve ark., 2010, Elshazly ve ark. 2015; Parveen ve ark. 2009; Goodarzi ve ark. 2019; Saber ve ark. 2015)

SONUÇ

Ağır metaller çevresel ve mesleki maruziyet açısından günümüzde önemli bir halk sağlığı sorunu olmaya devam etmektedir. Özellikle kadmiyum, kurşun, cıva, arsenik ve krom gibi metaller böbreklerde birikerek akut ve

kronik nefrotoksisiteye yol açmaktadır. Ratlarda oluşturulan deneysel böbrek hasarı modelleri, ağır metallerin neden olduğu patofizyolojik mekanizmaların anlaşılmasında vazgeçilmez araştırma araçlarıdır.

Deneysel çalışmalar, ağır metal kaynaklı nefrotoksisitenin temelinde **oksidatif stres, inflamasyon, mitokondriyal disfonksiyon, apoptozis ve fibrozis** süreçlerinin yer aldığını göstermektedir. Histopatolojik bulgular ile biyokimyasal ve moleküler belirteçlerin birlikte değerlendirilmesi, toksisite derecesinin daha güvenilir biçimde belirlenmesini sağlamaktadır.

Son yıllarda antioksidanlar, bitkisel kökenli biyoaktif bileşikler ve şelasyon ajanları ile gerçekleştirilen deneysel çalışmalar, böbrek hasarının azaltılabileceğini ortaya koymuştur. Ancak bu bulguların klinik uygulamaya aktarılabilmesi için standardize edilmiş deneysel modeller ve geniş ölçekli translasyonel araştırmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

Gelecekte yapılacak çalışmaların, erken dönem biyobelirteçlerin belirlenmesine, moleküler hedeflerin aydınlatılmasına ve yeni nefroprotektif ajanların geliştirilmesine odaklanması, ağır metal kaynaklı böbrek hastalıklarının önlenmesi ve tedavisine önemli katkılar sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

Abd El-Hack, M. E., Abdelnour, S. A., Abd El-Moneim, A. E. M. E., Arif, M., Khafaga, A., Shaheen, H., ... & Swelum, A. A. (2019). Putative impacts of phytogenic additives to ameliorate lead toxicity in animal feed. *Environmental Science and Pollution Research*, *26*(23), 23209-23218.

Akaras, N., Gur, C., Kucukler, S., & Kandemir, F. M. (2023). Zingerone reduces sodium arsenite-induced nephrotoxicity by regulating oxidative stress, inflammation, apoptosis and histopathological changes. *Chemico-biological interactions*, *374*, 110410.

Akaras, N., Şimşek, H., İleritürk, M., Küçükler, S., Gür, C., & Kandemir, F. M. (2025). Carvacrol mitigates mercury chloride induced neurotoxicity by regulation of NRF-2/HO-1/NF-κB expression. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 127715.

Al-Brakati, A. Y., Kassab, R. B., Lokman, M. S., Elmahallawy, E. K., Amin, H. K., & Abdel Moneim, A. E. (2019). Role of thymoquinone and ebselen in the prevention of sodium arsenite–induced nephrotoxicity in female rats. *Human & experimental toxicology*, *38*(4), 482-493.

Boroushaki, M. T., Mollazadeh, H., Rajabian, A., Dolati, K., Hoseini, A., Paseban, M., & Farzadnia, M. (2014). Protective effect of pomegranate seed oil against mercuric chloride-induced nephrotoxicity in rat. *Renal failure*, *36*(10), 1581-1586.

Boskabady, M. H., Tabatabai, S. A., & Farkhondeh, T. (2016). Inhaled lead affects lung pathology and inflammation in sensitized and control guinea pigs. *Environmental toxicology*, *31*(4), 452-460.

Bridges, C. C., & Zalups, R. K. (2017). The aging kidney and the nephrotoxic effects of mercury. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B, 20*(2), 55–80.

Caglayan, C., Kandemir, F. M., Darendelioğlu, E., Yıldırım, S., Kucukler, S., & Dortbudak, M. B. (2019a). Rutin ameliorates mercuric chloride-induced hepatotoxicity in rats via interfering with oxidative stress, inflammation and apoptosis. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, *56*, 60-68.

Caglayan, C., Kandemir, F. M., Yildirim, S., Kucukler, S., & Eser, G. (2019b). Rutin protects mercuric chloride-induced nephrotoxicity via targeting of aquaporin 1 level, oxidative stress, apoptosis and inflammation in rats. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, *54*, 69-78.

Chen, S., Liu, G., Long, M., Zou, H., & Cui, H. (2018). Alpha lipoic acid attenuates cadmium-induced nephrotoxicity via the mitochondrial apoptotic pathways in rat. *Journal of inorganic biochemistry*, *184*, 19-26.

Elshazly, M. O., Abd El-Rahman, S. S., Morgan, A. M., & Ali, M. E. (2015). The remedial efficacy of Spirulina platensis versus chromium-induced nephrotoxicity in male Sprague-Dawley rats. *PLoS One*, *10*(6), e0126780.

Flora, G., Gupta, D., & Tiwari, A. (2012). Toxicity of lead: A review with recent updates. *Interdisciplinary Toxicology, 5*(2), 47–58.

Georgaki, M. N., & Charalambous, M. (2023). Toxic chromium in water and the effects on the human body: a systematic review. *Journal of Water and Health*, *21*(2), 205-223.

Goodarzi, Z., Karami, E., & Ahmadizadeh, M. (2016). Simvastatin attenuates chromium-induced nephrotoxicity in rats. *Journal of Nephropathology*, *6*(1), 5.

Hogervost, J., Plusquin, M., Vangronsvel, J., Nawrot, T., Cuypers, A., Van Hecke, E., ... & Staessen, J. A. (2007). House dust as possible route of environmental exposure to cadmium and lead in the adult general population. *Environ. Res*, *103*, 30-37.

Hossini, H., Shafie, B., Niri, A. D., Nazari, M., Esfahlan, A. J., Ahmadpour, M., ... & Hoseinzadeh, E. (2022). A comprehensive review on human health effects of chromium: insights on induced toxicity. *Environmental Science and Pollution Research*, *29*(47), 70686-70705.

Hu, H., Hayat, M. F., Zahara, S. S., Akbar, A., Alzahrani, K. J., Alsharif, K. F., ... & Al-Emam, A. (2025). Pharmacotherapeutic role of astringin against chromium induced nephrotoxicity via modulating TLR4/MyD88, HMGB1/RAGE and NF-κB pathway: A biochemical and pharmacokinetic approach. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, *89*, 127666.

Jaishankar, M., Tseten, T., Anbalagan, N., Mathew, B. B., & Beeregowda, K. N. (2014). Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals. *Interdisciplinary Toxicology, 7*(2), 60–72.

Järup, L., & Åkesson, A. (2009). Current status of cadmium as an environmental health problem. *Toxicology and applied pharmacology*, *238*(3), 201-208.

Jomova, K., Jenisova, Z., Feszterova, M., et al. (2011). Arsenic: Toxicity, oxidative stress and human disease. *Journal of Applied Toxicology, 31*(2), 95–107.

Kahramanoğullari, M., Erişir, M., Yaman, M., & Parlak Ak, T. (2024). Effects of naringenin on oxidative damage and apoptosis in liver and kidney in rats subjected to chronic mercury chloride. *Environmental Toxicology*, *39*(5), 2937-2947.

Kandemir, F. M., Caglayan, C., Aksu, E. H., Yildirim, S., Kucukler, S., Gur, C., & Eser, G. (2020). Protective effect of rutin on mercuric chloride-induced reproductive damage in male rats. *Andrologia*, *52*(3), e13524.

Kandemir, F. M., Caglayan, C., Darendelioğlu, E., Küçükler, S., İzol, E., & Kandemir, Ö. (2021). Modulatory effects of carvacrol against cadmium-induced hepatotoxicity and nephrotoxicity by molecular targeting regulation. *Life Sciences*, *277*, 119610.

Kandemir, Ö., Kandemir, F. M., Akaras, N., Küçükler, S., Gür, C., İleritürk, M., ... & Gül, M. (2025). Zingerone ameliorates sodium arsenite-induced cardiotoxicity in rats by suppressing oxidative stress and inflammation via Nrf2/GCLM\GCLC signaling pathways. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 127716.

Kucukler, S., Benzer, F., Yildirim, S., Gur, C., Kandemir, F. M., Bengu, A. S., ... & Dortbudak, M. B. (2021). Protective effects of chrysin against oxidative stress and inflammation induced by lead acetate in rat kidneys: a biochemical and histopathological approach. *Biological Trace Element Research*, *199*(4), 1501-1514.

Li, J., Nan, B., Xu, Z., Chang, H., Xu, S., Ren, M., ... & Shen, H. (2023). Arsenic exposure caused male infertility indicated by testis and sperm metabolic dysfunction in SD rats. *Science of the Total Environment*, *904*, 166838.

Liu, J., Qu, W., & Kadiiska, M. B. (2018). Role of oxidative stress in cadmium toxicity and carcinogenesis. *Toxicology and Applied Pharmacology, 238*, 209–214.

Mehrzadi, S., Goudarzi, M., Fatemi, I., Basir, Z., Malayeri, A., & Khalili, H. (2021). Chrysin attenuates sodium arsenite-induced nephrotoxicity in rats by suppressing oxidative stress and inflammation. *Tissue and Cell*, *73*, 101657.

Nickens, K. P., Patierno, S. R., & Ceryak, S. (2010). Chromium genotoxicity: A double-edged sword. *Chemical-Biological Interactions, 188*(2), 276–288.

Nordberg, G. F., & Nogawa, K. (2015). Cadmium. In G. F. Nordberg et al. (Eds.), *Handbook on the Toxicology of Metals*(4th ed., pp. 667–716). Academic Press.

Oda, S. S., & El-Ashmawy, I. M. (2012). Protective effect of silymarin on mercury-induced acute nephro-hepatotoxicity in rats. *Glob Vet*, *9*(4), 376-83.

Oyagbemi, A. A., Omobowale, T. O., Akinrinde, A. S., Saba, A. B., Ogunpolu, B. S., & Daramola, O. (2015). Lack of reversal of oxidative damage in renal tissues of lead acetate-treated rats. *Environmental toxicology*, *30*(11), 1235-1243.

Parveen, K., Khan, M. R., & Siddiqui, W. A. (2009). Pycnogenol® prevents potassium dichromate (K2Cr2O7)-induced oxidative damage and nephrotoxicity in rats. *Chemico-biological interactions*, *181*(3), 343-350.

Rana, M. N., & Tangpong, J. (2018). Heavy metal-induced kidney toxicity and the role of oxidative stress. *Journal of Research in Medical Sciences, 23*, 93.

Ratnaike, R. N. (2003). Acute and chronic arsenic toxicity. *Postgraduate Medical Journal, 79*(933), 391–396.

Rocha, J. B., Aschner, M., Dorea, J. G., Ceccatelli, S., Farina, M., & Silveira, L. C. L. (2012). Mercury toxicity. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, *2012*, 831890.

Saber, T. M., Farag, M. R., & Cooper, R. G. (2015). Ameliorative effect of extra virgin olive oil on hexavalent chromium-induced nephrotoxicity and genotoxicity in rats. *Revue Méd Vét*, *166*(1-2), 11-9.

Saha, R., Nandi, R., & Saha, B. (2011). Sources and toxicity of hexavalent chromium. *Journal of Coordination Chemistry*, *64*(10), 1782-1806.

Saha, S. S., & Ghosh, M. (2010). Ameliorative role of conjugated linolenic acid isomers against oxidative DNA damage induced by sodium arsenite in rat model. *Food and chemical toxicology*, *48*(12), 3398-3405.

Satarug, S., & Moore, M. R. (2004). Adverse health effects of chronic exposure to low-level cadmium. *Environmental Health Perspectives, 112*(10), 1099–1103.

Sharma, S., Kaur, T., Sharma, A. K., Singh, B., Pathak, D., Yadav, H. N., & Singh, A. P. (2022). Betaine attenuates sodium arsenite-induced renal dysfunction in rats. *Drug and Chemical Toxicology*, *45*(6), 2488-2495.

Şimşek, H., Akaras, N., Gür, C., Küçükler, S., & Kandemir, F. M. (2023). Beneficial effects of Chrysin on Cadmium-induced nephrotoxicity in rats: Modulating the levels of Nrf2/HO-1, RAGE/NLRP3, and Caspase-3/Bax/Bcl-2 signaling pathways. *Gene*, *875*, 147502.

Şimşek, H., Küçükler, S., Gür, C., Akaras, N., & Kandemir, F. M. (2023). Protective effects of sinapic acid against lead acetate-induced nephrotoxicity: a multi-biomarker approach. *Environmental science and pollution research*, *30*(45), 101208-101222.

Turk, E., Kandemir, F. M., Yildirim, S., Caglayan, C., Kucukler, S., & Kuzu, M. (2019). Protective effect of hesperidin on sodium arsenite-induced nephrotoxicity and hepatotoxicity in rats. *Biological trace element research*, *189*(1), 95-108.

Yuliana, I., Triawanti, M. D., Prenggono, I. K. O., Maulana, I., & Ulfah, F. (2025). Effect of mercury administration as an oxidative stress trigger in hepato-renal injuries. *Journal of Environmental Health*, *17*(2).

Zhitkovich, A. (2005). Importance of chromium− DNA adducts in mutagenicity and toxicity of chromium (VI). *Chemical research in toxicology*, *18*(1), 3-11.

PULPİTİSİN İNCELENMESİNDE KULLANILAN BİYOKİMYASAL PARAMETRELER

Dr. Öğr. Üyesi Caner FURAN[1], Prof. Dr., Fatih Mehmet KANDEMİR[2]

[1]Aksaray Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti Anabilim Dalı, Aksaray, TÜRKİYE, caner.furan@aksaray.edu.tr, 0000-0003-1834-8921

[2]Aksaray Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı, Aksaray, TÜRKİYE, fmkandemir@aksaray.edu.tr, 0000-0002-8490-2479

Özet

Pulpitis, dişin en iç kısmında bulunan ve sinirler ile kan damarlarını içeren pulpa dokusunun iltihaplanmasıdır. En sık nedenleri ilerlemiş diş çürüğü, travma, çatlak/kırık veya tekrarlanan dental işlemlerdir. Pulpitisin biyokimyasal değerlendirilmesinde inflamatuar sitokinler (IL-1β, IL-6, TNF-α), kemokinler (CCL2, CXCL8), matriks metalloproteinazlar (özellikle MMP-9) ve diğer inflamasyonla ilişkili mediyatörler önemli yer tutan parametrelerdir. Bu moleküllerin ekspresyonu pulpal inflamasyon sırasında artabilmektedir. Nörojenik inflamasyonun değerlendirilmesinde ise Substance P (SP), CGRP ve nörokinin A öne çıkmakta; özellikle CGRP ve SP düzeylerinin inflame pulpalarda sağlıklı pulpalara göre daha yüksek olduğu bildirilmektedir.

Oksidatif stres de pulpitis patogenezinin önemli bileşenlerinden biridir. Reaktif oksijen türleri (ROS), glutatyon (GSH) ve glutatyon-S-transferaz (GST) gibi parametreler pulpal dokudaki oksidan–antioksidan dengenin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Reversible (geri dönüşümlü) ve irreversible (geri dönüşümsüz) pulpitis örneklerinde ROS düzeylerinin sağlıklı pulpaya göre arttığı ve inflamasyonun ilerlemesiyle antioksidan sistemde değişiklikler meydana geldiği gösterilmiştir. Bu nedenle sitokinler, kemokinler, proteolitik enzimler, nöropeptidler ve oksidatif stres belirteçlerinin birlikte değerlendirilmesi, pulpitisin moleküler özelliklerinin ve inflamasyon şiddetinin ortaya konmasında yararlı olabilir. Sunulan derlemede pulpitisin biyokimyasal incelemesinde değerlendirilen bu parametrelerin kısa bir özeti verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: İnflamasyon, Pulpitis, Sitokin, IL-8, MMP-9, TNF-α.

BIOCHEMICAL PARAMETERS USED IN THE EVALUATION OF PULPITIS

Assist. Prof. Dr. Caner FURAN[1] Prof. Dr., Fatih Mehmet KANDEMİR[2]

[1]Aksaray University, Faculty of Dentistry, Department of Endodontics, Aksaray, TÜRKİYE, caner.furan@aksaray.edu.tr, 0000-0003-1834-8921

[2]Department of Medical Biochemistry, Faculty of Medicine, Aksaray University, Aksaray, TURKEY, fmkandemir@aksaray.edu.tr, 0000-0002-8490-2479

Abstract

Pulpitis is the inflammation of the dental pulp, the innermost tissue of the tooth containing nerves and blood vessels. Its most common causes include advanced dental caries, trauma, cracks/fractures, and repeated dental procedures. In the biochemical evaluation of pulpitis, inflammatory cytokines (IL-1β, IL-6, TNF-α), chemokines (CCL2, CXCL8), matrix metalloproteinases (particularly MMP-9), and other inflammation-related mediators are important parameters. The expression of these molecules may increase during pulpal inflammation. In the evaluation of neurogenic inflammation, Substance P (SP), CGRP, and neurokinin A are prominent, with particularly higher levels of CGRP and SP reported in inflamed pulps compared with healthy pulps.

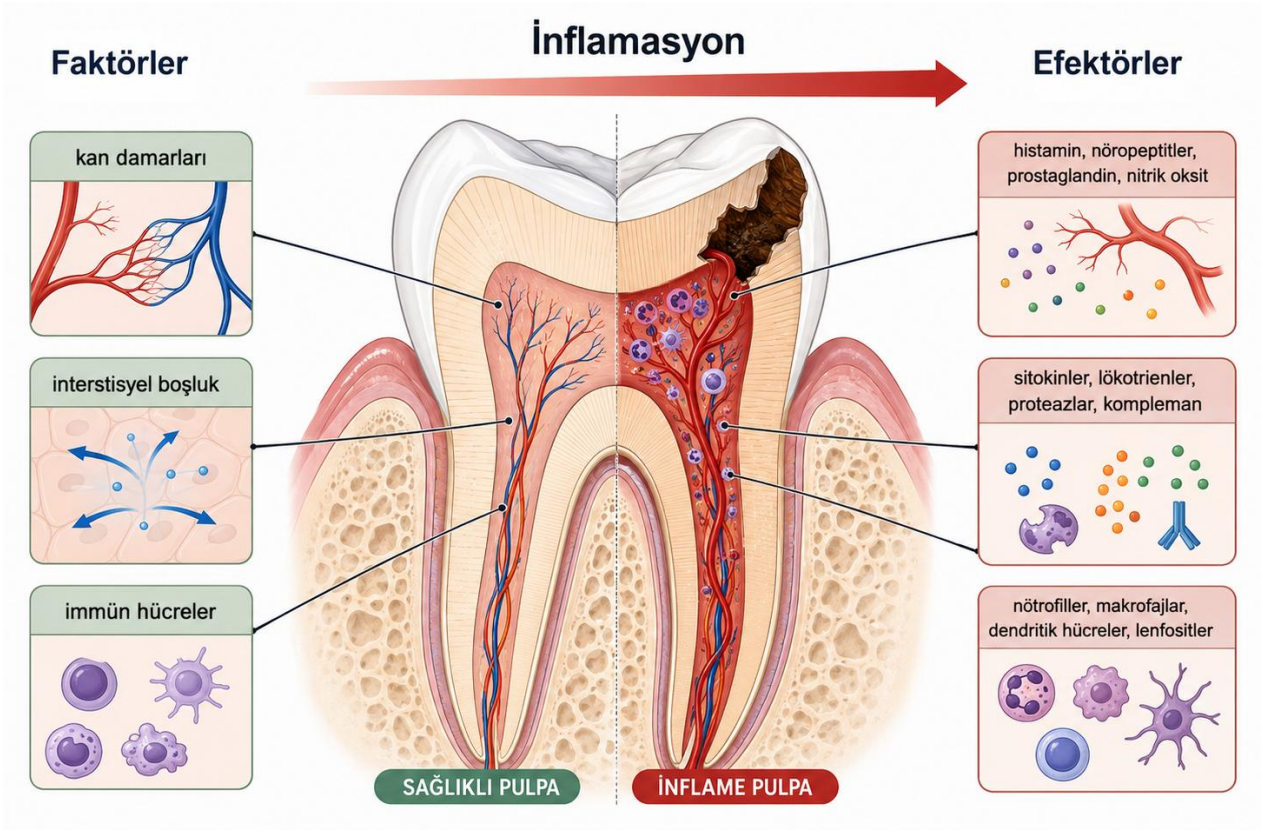
Oxidative stress is also an important component of the pathogenesis of pulpitis. Parameters such as reactive oxygen species (ROS), glutathione (GSH), and glutathione S-transferase (GST) are used to evaluate the oxidant–antioxidant balance in pulpal tissue. ROS levels have been shown to be increased in reversible and irreversible pulpitis samples compared with healthy pulp, and alterations in the antioxidant system have been demonstrated with the progression of inflammation. Therefore, the combined evaluation of cytokines, chemokines, proteolytic enzymes, neuropeptides, and oxidative stress markers may be useful in elucidating the molecular characteristics of pulpitis and the severity of inflammation. This review provides a brief overview of these parameters evaluated in the biochemical investigation of pulpitis.

Key Words: Cytokine, Inflammation, Pulpitis, IL-8, MMP-9, TNF-α.

GİRİŞ

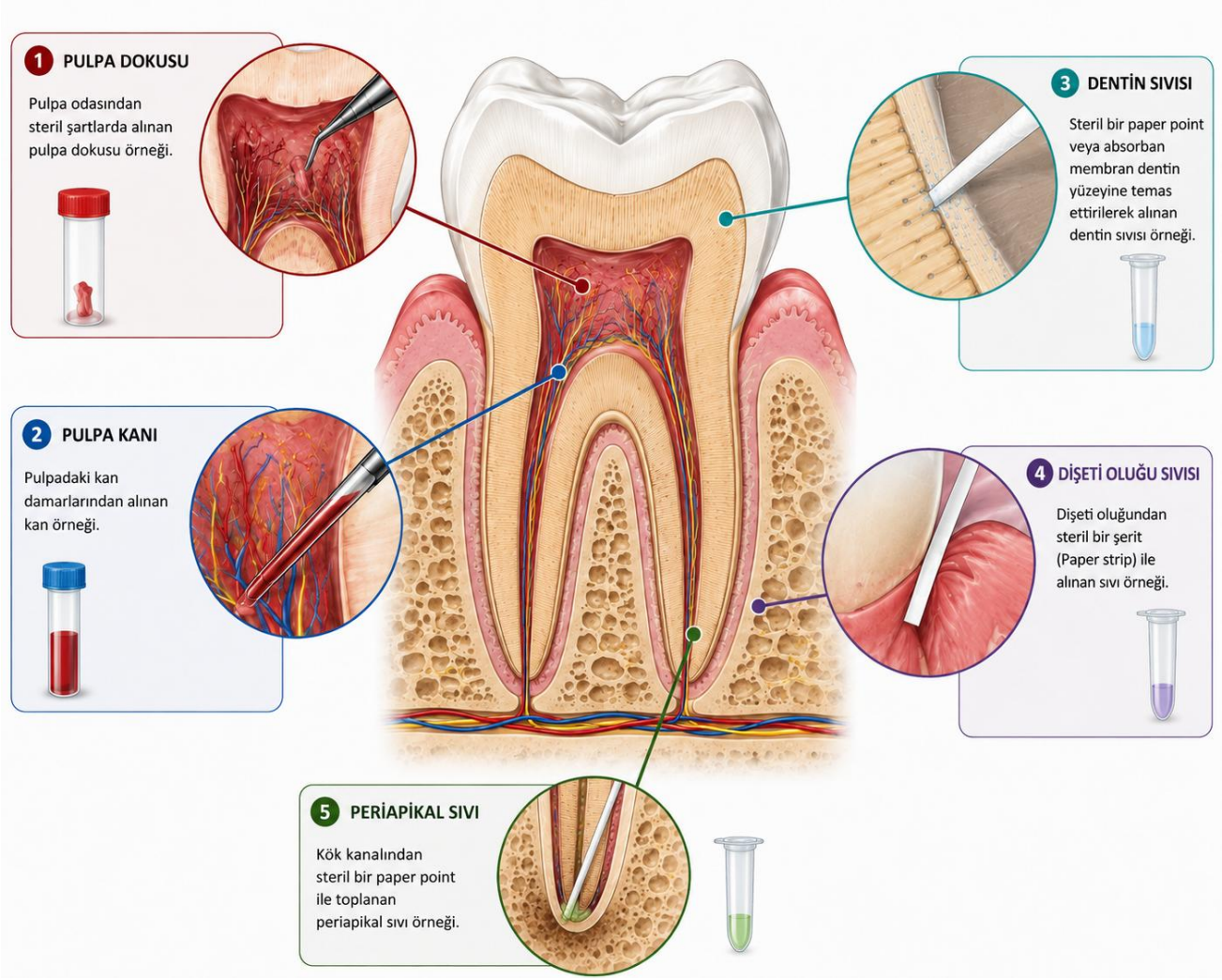
Dental pulpa dişin içinde yer alan histolojik olarak mezenkimal kökenli fibröz bir bağ dokusudur. Bağ dokusunun karakteristik hücrelerinin çoğuna sahiptir ve çeşitli zararlı uyaranlara benzer bir şekilde yanıt verirler. Dental pulpa yaralandığı zaman diğer bağ dokularında olduğu gibi bir inflamatuar yanıt verir. Bununla birlikte pulpitis sonucunda diğer bağ dokularının aksine, rijit dentin duvarlarıyla çevrili pulpanın genişleme ve şişme için yeri yoktur (Heyeraas & Berggreen, 1999). Klinik pratikte tedavi kararı (vital pulpa tedavisi mi, yoksa kök kanal tedavisi mi) büyük ölçüde pulpanın geri dönüşümlü (reversible) ya da geri dönüşümsüz (irreversible) inflamasyon durumunda olup olmadığına dayanır.

Geleneksel klinik tanı yöntemleri (termal ve/veya elektrikli pulpa duyarlılık testleri, radyografi, perküsyon, anamnez) pulpanın vasküler durumunu veya inflamasyonun gerçek moleküler derecesini tam olarak yansıtamadığından, son yıllarda pulpa dokusundaki moleküler değişiklikleri saptayan biyokimyasal parametreler ön plana çıkmıştır. Pulpitisin biyokimyasal olarak incelenmesinde temel amaç, pulpa dokusundaki inflamasyonun varlığını ve şiddetini objektif olarak ortaya koymaktır. Literatür incelendiğinde çalışmalar özellikle sitokinler, kemokinler, proteazlar, oksidatif stres belirteçleri ve nöropeptitler üzerinde yoğunlaşmaktadır (Kawashima & Okiji, 2024).



Şekil 1: Pulpitiste meydana gelen değişiklikler (AI kullanılarak çizilmiştir).

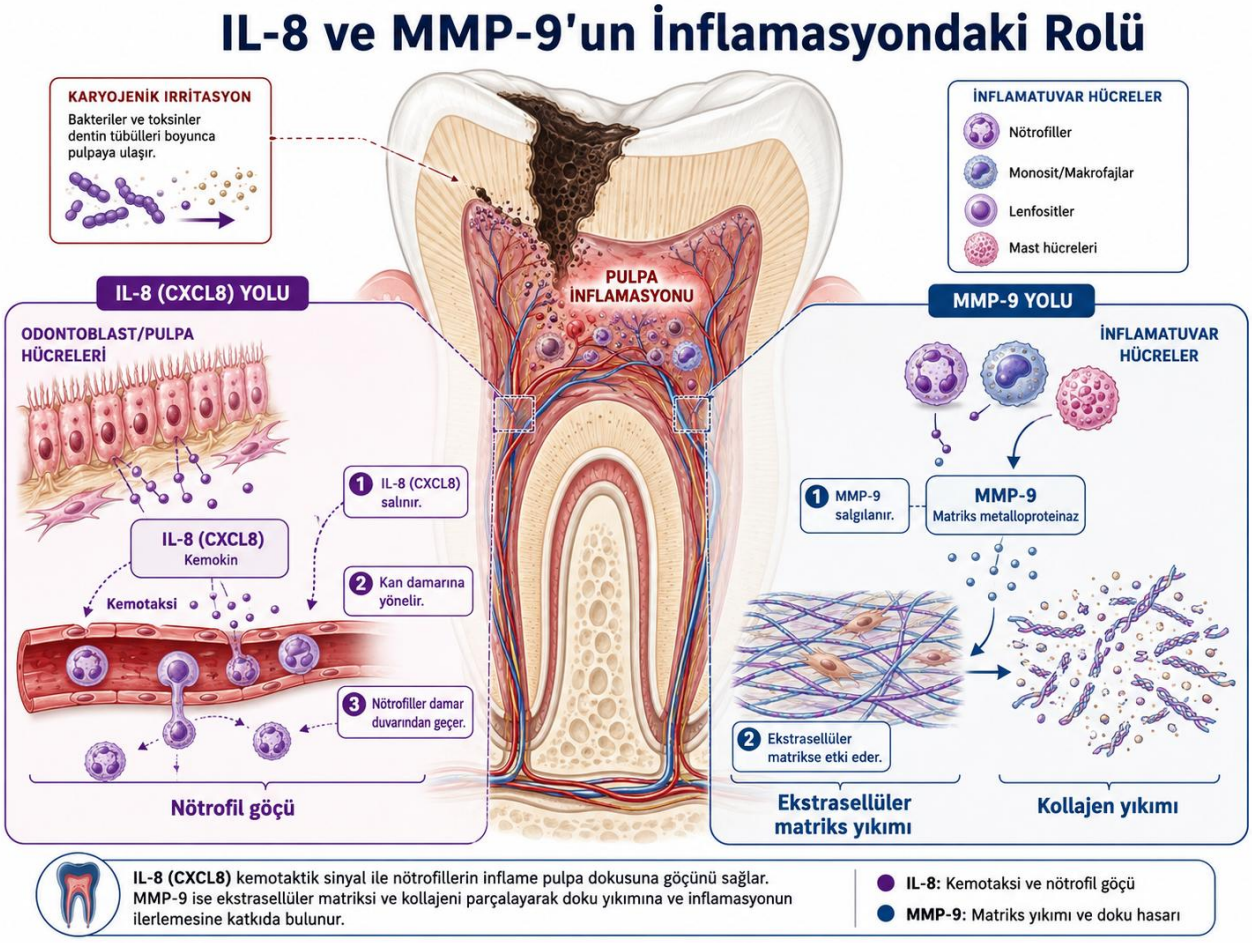
Dental pulpa esas olarak lokal moleküler faktörlerin kontrolü altındadır ve sempatik innervasyonun pulpa üzerindeki etkisi oldukça azdır (Ahlquist & Franzen, 1994). Pulpitis sürecinde çok sayıda biyokimyasal marker eksprese edilir. Eksprese edilen bu moleküller, inflamasyonun varlığı için biyobelirteçler olarak kullanılabilir. Bu biyobelirteçleri araştırmak için pulpa dokusu (Kritikou et al., 2021), pulpa kanı (Mente et al., 2016), dentin sıvısı (Zehnder et al., 2014), periapikal sıvı (Rechenberg et al., 2014) ve dişeti oluğu sıvısı (Karapanou et al., 2008) numune olarak kullanılabilir.



Şekil 2. Pulpa biyokimyası araştırmaları için kullanılabilecek numuneler (AI kullanılarak çizilmiştir)

Sitokin ve kemokinler, mevcut kanıtlarda en fazla öne çıkan gruptur. Sistematik derleme ve meta-analizlerde 70'ten fazla molekül değerlendirilmiştir (Rechenberg et al., 2016). Özellikle IL-6 ve IL-8 (CXCL8) sağlıklı ve inflamasyonlu pulpanın ayrımında umut verici bulunmuştur (Karrar et al., 2023). Pulpal kan örneklerinin ELISA ile değerlendirildiği bir çalışmada IL-8 pulpitis için yüksek ayırt edici performans göstermiştir (Nawal et al., 2024). Ayrıca yine insanlar üzerinde pulpa kanı ile yapılan bir klinik çalışmada ise 17 inflamatuvar biyobelirtecin protein düzeyleri eş zamanlı olarak incelenmiştir. IL-4, IL-8, MCP-1, MIP-1α, RANTES ve MMP-9 proteinlerinde pulpitis ile birlikte anlamlı artışlar saptamışlardır (Sabeti et al., 2026). Duncan tarafından yapılan bir derlemede ise sekiz çalışma incelenmiş ve pulpitis örneklerinde sağlıklı kontrollere kıyasla IL-1β,

IL-2, IL-6, IL-8 ve tümör nekroz faktörü-alfa (TNF-α) gibi inflamatuvar belirteçlerin düzeylerinin arttığı saptanmıştır (Duncan, 2022).



Şekil 3: IL-8 (CXCL8) ve MMP-9'un inflamasyonla ilişkisi (AI kullanılarak çizilmiştir)

Pulpitis tipik olarak mikrobiyal enfeksiyon sonucu oluşur ve en yaygın nedeni diş çürüğüdür. CXCL10 inflamasyon ve immün yanıt sırasında üretilen bir kemokindir. Klinik olarak inflame dental pulpada CXCL10 mRNA ekspresyon düzeylerinin, sağlıklı dental pulpaya kıyasla daha yüksek olduğu gösterilmiştir (Adachi et al., 2007).

Ek olarak pulpitise bağlı doku yıkımını incelemek için kullanılan biyokimyasal parametreler içinde MMP'ler dikkat çekmektedir. Pulpa dokularında yapılan bir çalışmada MMP-1 düzeyleri saptama sınırının altında bulunurken, MMP-2 ve MMP-3 düzeyleri, pulpitis durumunda klinik olarak sağlıklı pulpaya kıyasla anlamlı derecede daha düşük bulunmuştur. Buna karşılık, inflame pulpalardaki MMP-9 düzeyleri klinik olarak normal

pulpalarda kaydedilen düzeylerden anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur (Gusman et al., 2002). Yine pulpitiste MMP-9, TIMP-2 ve MPO ekspresyonunda artış saptandığı da bildirilmiştir (Accorsi-Mendonca et al., 2013).

İnflamasyon sırasında artan reaktif oksijen ürünleri (ROS), hem mikrobiyal savunmada rol oynar hem de fazla miktarda biriktiğinde hücresel ve ekstraselüler hasara yol açabilir (Kritikou et al., 2022). Pulpitis olgularında hem bakır-çinko süperoksit dismutaz (Cu, Zn-SOD) hem de manganez SOD mRNA ekspresyonunda anlamlı artış olduğu da rapor edilmiş ve bu parametreler pulpitis gelişimiyle ilişkilendirilmiştir (Bodor et al., 2007). Sağlıklı pulpadan pulpitise geçişte PGE_2 ve prostaglandin $F_2\alpha$ düzeylerinin arttığı gösterilmiştir (Cohen et al., 1985; Petrini et al., 2012)

Dental pulpa, substance P (SP) ve kalsitonin geni ile ilişkili peptid (CGRP) içeren duyusal sinir uçlarınca yoğun biçimde innerve edilir; bu nöropeptidler enflamasyon sırasında salınarak vazodilatasyon, plazma ekstravazasyonu ve nötrofil/makrofaj kemotaksisi gibi nörojenik inflamasyon süreçlerini tetikler (Rechenberg et al., 2016). Sağlıklı pulpalara kıyasla pulpitisli pulpalarda SP ve CGRP ekspresyonunun anlamlı biçimde yüksek olduğu, en yüksek ekspresyonun ise semptomatik geri dönüşümsüz pulpitisli bireylerde görüldüğü rapor edilmiştir (Sattari et al., 2010). Yine yapılan bir çalışmada SP düzeyinin inflame pulpalarda anlamlı biçimde daha yüksek olduğu bulunmuştur (Rodd & Boissonade, 2000).

Daha farklı bir biyokimyasal yaklaşım ise pulpal kan pH'sının ölçülmesidir. Akut pulpitiste ortalama pulpal kan pH'sının sağlıklı kontrollerden daha düşük olduğu (yaklaşık 7,27'ye karşı 7,40) ve klinik semptom süresi uzadıkça pH'nın daha da azaldığı gösterilmiştir (Hosseinzadehfard et al., 2024).

SONUÇ

Pulpitisin biyokimyasal incelemesi, klasik klinik ve duyarlılık testlerinin ötesinde, pulpa dokusundaki inflamasyonun moleküler düzeyde nesnel olarak değerlendirilmesini amaçlayan hızla gelişen bir araştırma alanıdır. Tüm bu veriler toplu olarak değerlendirildiğinde pulpa sağlığının değerlendirilmesi ve tedavi sonuçlarının öngörülmesinde söz konusu biyobelirteçlerin tanısal ve bilimsel bir potansiyel taşıdığı söylenebilir. Moleküler tanı yöntemlerinin rutin endodontik uygulamalara entegre edilmesi; pulpitisin etkili yönetimine, pulpa vitalitesinin korunmasına ve hasta sonuçlarının iyileştirilmesine yönelik daha kişiselleştirilmiş ve etkili terapötik stratejilere olanak sağlayarak tedavi planlamasında devrim niteliğinde bir değişim yaratabilir.

KAYNAKLAR

Accorsi-Mendonca, T., Silva, E. J., Marcaccini, A. M., Gerlach, R. F., Duarte, K. M., Pardo, A. P., Line, S. R., & Zaia, A. A. (2013, Jul). Evaluation of gelatinases, tissue inhibitor of matrix metalloproteinase-2, and myeloperoxidase protein in healthy and inflamed human dental pulp tissue. *J Endod, 39*(7), 879-882. https://doi.org/10.1016/j.joen.2012.11.011

Adachi, T., Nakanishi, T., Yumoto, H., Hirao, K., Takahashi, K., Mukai, K., Nakae, H., & Matsuo, T. (2007, Dec). Caries-related bacteria and cytokines induce CXCL10 in dental pulp. *J Dent Res, 86*(12), 1217-1222. https://doi.org/10.1177/154405910708601215

Ahlquist, M. L., & Franzen, O. G. (1994, Oct). Inflammation and dental pain in man. *Endod Dent Traumatol, 10*(5), 201-209. https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.1994.tb00070.x

Bodor, C., Matolcsy, A., & Bernath, M. (2007, Feb). Elevated expression of Cu, Zn-SOD and Mn-SOD mRNA in inflamed dental pulp tissue. *Int Endod J, 40*(2), 128-132. https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2006.01196.x

Cohen, J. S., Reader, A., Fertel, R., Beck, M., & Meyers, W. J. (1985, Aug). A radioimmunoassay determination of the concentrations of prostaglandins E2 and F2alpha in painful and asymptomatic human dental pulps. *J Endod, 11*(8), 330-335. https://doi.org/10.1016/s0099-2399(85)80039-x

Duncan, H. F. (2022, May). Present status and future directions-Vital pulp treatment and pulp preservation strategies. *Int Endod J, 55 Suppl 3*(Suppl 3), 497-511. https://doi.org/10.1111/iej.13688

Gusman, H., Santana, R. B., & Zehnder, M. (2002, Oct). Matrix metalloproteinase levels and gelatinolytic activity in clinically healthy and inflamed human dental pulps. *Eur J Oral Sci, 110*(5), 353-357. https://doi.org/10.1034/j.1600-0722.2002.21347.x

Heyeraas, K. J., & Berggreen, E. (1999). Interstitial fluid pressure in normal and inflamed pulp. *Crit Rev Oral Biol Med, 10*(3), 328-336. https://doi.org/10.1177/10454411990100030501

Hosseinzadehfard, P., Skucaite, N., Maciulskiene-Visockiene, V., & Lodiene, G. (2024, May 29). Blood pH Changes in Dental Pulp of Patients with Pulpitis. *Diagnostics (Basel), 14*(11). https://doi.org/10.3390/diagnostics14111128

Karapanou, V., Kempuraj, D., & Theoharides, T. C. (2008). Interleukin-8 Is Increased in Gingival Crevicular Fluid from Patients with Acute Pulpitis. *Journal of Endodontics, 34*(2), 148-151. https://doi.org/10.1016/j.joen.2007.10.022

Karrar, R. N., Cushley, S., Duncan, H. F., Lundy, F. T., Abushouk, S. A., Clarke, M., & El-Karim, I. A. (2023, Oct). Molecular biomarkers for objective assessment of symptomatic pulpitis: A systematic review and meta-analysis. *Int Endod J, 56*(10), 1160-1177. https://doi.org/10.1111/iej.13950

Kawashima, N., & Okiji, T. (2024). Characteristics of inflammatory mediators in dental pulp inflammation and the potential for their control. *Front Dent Med, 5*, 1426887. https://doi.org/10.3389/fdmed.2024.1426887

Kritikou, K., Imre, M., Tanase, M., Vinereanu, A., Ripszky Totan, A., Spinu, T.-C., Miricescu, D., Stanescu-Spinu, I.-I., Bordea, M., & Greabu, M. (2022). Assessment of mineralization, oxidative stress, and inflammation mechanisms in the pulp of primary teeth. *Applied Sciences, 12*(3), 1554.

Kritikou, K., Imre, M., Tanase, M., Vinereanu, A., Totan, A. R., Spinu, T.-C., Ilinca, R., Miricescu, D., Stanescu-Spinu, I.-I., & Greabu, M. (2021). Biochemical mapping of the inflamed human dental pulp. *Applied Sciences, 11*(21), 10395.

Mente, J., Petrovic, J., Gehrig, H., Rampf, S., Michel, A., Schurz, A., Pfefferle, T., Saure, D., & Erber, R. (2016, Feb). A Prospective Clinical Pilot Study on the Level of Matrix Metalloproteinase-9 in Dental Pulpal Blood as a Marker for the State of Inflammation in the Pulp Tissue. *J Endod, 42*(2), 190-197. https://doi.org/10.1016/j.joen.2015.10.020

Nawal, R. R., Yadav, S., Duncan, H. F., Talwar, S., Kaushik, A., Singh, V. K., & Koner, B. C. (2024, Sep). Discriminatory performance of the pulpal inflammatory biomarkers; Interleukin-8 and TNF-alpha in patients with symptoms indicative of reversible and irreversible pulpitis: A diagnostic accuracy study. *Int Endod J, 57*(9), 1200-1211. https://doi.org/10.1111/iej.14078

Petrini, M., Ferrante, M., Ciavarelli, L., Ceccarini, A., Brunetti, L., Vacca, M., & Spoto, G. (2012). Prostaglandin E2 to diagnose between reversible and irreversible pulpitis. *International Journal of Immunopathology and Pharmacology, 25*(1), 157-163.

Rechenberg, D. K., Bostanci, N., Zehnder, M., & Belibasakis, G. N. (2014, Sep). Periapical fluid RANKL and IL-8 are differentially regulated in pulpitis and apical periodontitis. *Cytokine, 69*(1), 116-119. https://doi.org/10.1016/j.cyto.2014.05.014

Rechenberg, D. K., Galicia, J. C., & Peters, O. A. (2016). Biological Markers for Pulpal Inflammation: A Systematic Review. *PLoS One, 11*(11), e0167289. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0167289

Rodd, H. D., & Boissonade, F. M. (2000, Dec). Substance P expression in human tooth pulp in relation to caries and pain experience. *Eur J Oral Sci, 108*(6), 467-474. https://doi.org/10.1034/j.1600-0722.2000.00924.x

Sabeti, M. A., Nikghalb, K., Pakzad, R., & Fouad, A. F. (2026). The Relationship Between Pulpal Diagnostic Conditions and Potential Inflammatory Biomarkers. *International Endodontic Journal, 59*(1), 23-37.

Sattari, M., Mozayeni, M. A., Matloob, A., Mozayeni, M., & Javaheri, H. H. (2010, Aug). Substance P and CGRP expression in dental pulps with irreversible pulpitis. *Aust Endod J, 36*(2), 59-63. https://doi.org/10.1111/j.1747-4477.2009.00186.x

Zehnder, M., Rechenberg, D. K., Bostanci, N., Sisman, F., & Attin, T. (2014, Aug). Comparison of vehicles to collect dentinal fluid for molecular analysis. *J Dent, 42*(8), 1027-1032. https://doi.org/10.1016/j.jdent.2014.01.014

LARENKS SKUAMÖZ HÜCRELİ KARSİNOMDA ASTAKSANTİNİN ANTİTÜMÖR POTANSİYELİNİN ARAŞTIRILMASI: KARBOPLATİN İLE KARŞILAŞTIRMALI BİR İN VİTRO ÇALIŞMA

Dr. Öğr. Üyesi Burcu BİLTEKİN[1], Dr. Öğr. Üyesi Sevgin DEĞİRMENCİOĞLU[2]

[1]İstanbul Atlas Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Histoloji ve Embriyoloji Anabilim Dalı, burcu.biltekin@atlas.edu.tr, ORCID numarası 0000-0002-8435-6797

[2]Kırklareli Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı, sevgindegirmecioglu@klu.edu.tr, ORCID numarası 0000-0001-7243-3671

Özet

Larenks skuamöz hücreli karsinomu (LSCC), baş-boyun kanserleri içerisinde önemli bir yere sahip olup, yeni ve destekleyici tedavi seçeneklerinin araştırılması gerekmektedir. Bu çalışmada, doğal bir ksantofil karotenoid olan astaxanthin'in insan larenks skuamöz hücreli karsinom hücre hattı UM-SCC-17A üzerindeki sitotoksik etkisinin değerlendirilmesi ve sonuçların karboplatin ile karşılaştırılması amaçlandı.

UM-SCC-17A hücreleri in vitro kültür ortamında çoğaltıldı. Hücreler farklı konsantrasyonlarda astaxanthin (10, 25, 30, 50 ve 100 μM) ve karboplatin (10, 50, 100 ve 200 μM) ile 24, 48 ve 72 saat sürelerde inkübe edildi. Astaxanthin, DMSO ile çözüldü ve %0,1 DMSO vehicle kontrol olarak kullanıldı. Hücre canlılığı CCK-8 testi ile değerlendirildi. İstatistiksel analizde tek yönlü ANOVA ve Dunnett çoklu karşılaştırma testi kullanıldı.

Astaxanthin uygulamasında 24 saatte en belirgin canlılık azalması 50 μM konsantrasyonda yaklaşık %59 düzeyinde gözlenirken, 48 saatte 50 ve 100 μM konsantrasyonlarda canlılık yaklaşık %91–92 düzeyindeydi. Yetmiş iki saatte ise 100 μM astaxanthin uygulaması hücre canlılığını yaklaşık %48'e düşürdü. Karboplatin uygulamasında sitotoksik etkinin özellikle uzun inkübasyon süresi ve yüksek konsantrasyonlarda belirginleştiği görüldü. Yetmiş ikinci saatte hücre canlılığı 50, 100 ve 200 μM karboplatin uygulamalarında sırasıyla yaklaşık %68, %62 ve %32 olarak bulundu.

Bulgular, astaxanthin'in UM-SCC-17A larenks skuamöz hücreli karsinom hücrelerinde özellikle yüksek konsantrasyon ve uzun süreli uygulamalarda hücre canlılığını azaltabildiğini göstermektedir. Karboplatin ile karşılaştırıldığında daha güçlü etkinin özellikle yüksek dozlarda karboplatin grubunda ortaya çıktığı gözlenmiştir. Bu bulgular, astaxanthin'in LSCC hücrelerindeki potansiyel sitotoksik etkilerinin ileri çalışmalarla araştırılmasının yararlı olabileceğini düşündürmektedir.

Anahtar kelimeler: Larenks kanseri, astaxanthin, hücre canlılığı

EXPLORİNG THE ANTİTUMOR POTENTİAL OF ASTAXANTHİN İN LARYNGEAL SQUAMOUS CELL CARCİNOMA: AN IN VİTRO COMPARATİVE STUDY WİTH CARBOPLATİN

Abstract

Laryngeal squamous cell carcinoma (LSCC) is an important malignancy among head and neck cancers, and the investigation of new and supportive treatment options is necessary. In this study, the cytotoxic effect of astaxanthin, a natural xanthophyll carotenoid, on the human laryngeal squamous cell carcinoma cell line UM-SCC-17A was evaluated, and the results were compared with carboplatin.

UM-SCC-17A cells were cultured under in vitro conditions. The cells were incubated with different concentrations of astaxanthin (10, 25, 30, 50, and 100 μM) and carboplatin (10, 50, 100, and 200 μM) for 24, 48, and 72 hours. Astaxanthin was dissolved in DMSO, and 0.1% DMSO was used as the vehicle control. Cell viability was evaluated using the CCK-8 assay. Statistical analysis was performed using one-way ANOVA and Dunnett's multiple comparisons test.

Following astaxanthin treatment, the most pronounced reduction in cell viability at 24 hours was observed at a concentration of 50 μM, with viability decreasing to approximately 59%, while at 48 hours, viability was approximately 91–92% at concentrations of 50 and 100 μM. At 72 hours, treatment with 100 μM astaxanthin reduced cell viability to approximately 48%. For carboplatin, the cytotoxic effect was found to be particularly pronounced with longer incubation times and higher concentrations. At 72 hours, cell viability was approximately 68%, 62%, and 32% following treatment with 50, 100, and 200 μM carboplatin, respectively.

The findings demonstrate that astaxanthin can reduce cell viability in UM-SCC-17A laryngeal squamous cell carcinoma cells, particularly at higher concentrations and with longer treatment durations. Compared with astaxanthin, a stronger effect was observed in the carboplatin group, particularly at higher doses. These findings suggest that further studies investigating the potential cytotoxic effects of astaxanthin in LSCC cells may be beneficial.

Keywords: Laryngeal cancer, astaxanthin, cell viability

TÜRK KAMU YÖNETİMİNDE DENETİM: YAPISAL SORUNLAR VE ÇÖZÜM ARAYIŞLARI

Doç. Dr., A. Muhammet BANAZILI

Tarsus Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi Bölümü,

muhammetbanazili@tarsus.edu.tr, ORCID: 0000-0002-5088-9587

Özet

Kamu yönetiminde denetim kamu kurumlarının faaliyetlerinin hukuka uygunluğunun değerlendirilmesinin yanı sıra kamu kaynaklarının etkili, ekonomik ve verimli kullanılması, hesap verebilirliğin güçlendirilmesi ve yönetsel süreçlerin şeffaf biçimde yürütülmesi açısından temel bir işleve sahiptir. Bununla birlikte denetim mekanizmalarının varlığı tek başına etkili bir denetim sisteminin oluşması için yeterli değildir. Denetim birimlerinin kurumsal kapasitesi, bağımsızlığı, denetim sonuçlarının yönetsel süreçlere yansıtılması ve kamuoyunun bilgiye erişebilmesi sistemin işlevselliğini doğrudan etkilemektedir. Bu tebliğin amacı Türk Kamu Yönetiminde denetim sisteminin yapısal ve işlevsel sorunlarını incelemek ve bu sorunların giderilmesine yönelik çözüm arayışlarını değerlendirmektir. Nitel araştırma yaklaşımının benimsendiği çalışmada literatür taraması, mevzuat analizi ve ikincil kaynak incelemesinden yararlanılmıştır. Bu kapsamda ulusal akademik çalışmalar, Sayıştay raporları, iç denetim birimlerinin faaliyet raporları ve ilgili mevzuat metinleri incelenmiştir. Çalışmada öncelikle denetimin kavramsal ve hukuki çerçevesi ele alınmış olup iç denetim, dış denetim, yüksek denetim ve hukuka uygunluk denetimi ile siyasal, yargısal, idari ve kamuoyu denetimi değerlendirilmiştir. Akabinde Türk Kamu Yönetiminde denetimin işleyişini etkileyen merkeziyetçilik, personel rejimindeki aksaklıklar, yönetimde gizlilik ve dışa kapalılık, siyasallaşma, performans yönetimindeki güçlükler ve hukuki düzenlemeler incelenmiştir. Değerlendirmeler neticesinde denetim sistemindeki sorunların mevzuatla sınırlı olmayıp kurumsal bağımsızlık, koordinasyon, liyakat, şeffaflık, teknolojik kapasite ve denetim sonuçlarının yönetsel karar süreçlerine aktarılmasıyla yakından ilişkili olduğu çıkarımında bulunulmuştur. Bu çerçevede denetim sisteminin daha işlevsel hâle getirilmesi için kurumsal kapasitenin güçlendirilmesi, denetim süreçlerinde şeffaflığın artırılması, çağdaş denetim tekniklerinin yaygınlaştırılması ve kamuoyu denetiminin desteklenmesi önem arz etmektedir.

Anahtar kelimeler: Kamu denetimi, Türk Kamu Yönetimi, hesap verebilirlik, şeffaflık

AUDITING IN TURKISH PUBLIC ADMINISTRATION: STRUCTURAL PROBLEMS AND THE SEARCH FOR SOLUTIONS

Abstract

Accountability in public administration is a fundamental component of democratic governance, as it ensures that the exercise of public authority and the use of public resources remain subject to scrutiny and that public administration bears responsibility toward citizens. Within this framework, the ombudsman serves as an institutional mechanism through which citizens can bring complaints arising from administrative acts, actions, and conduct before an independent body, thereby strengthening the accountability and oversight of public administration. This conference paper aims to examine the ombudsman institution from an accountability perspective and to analyze the structure, functioning, and position of the Ombudsman Institution within public administration in Türkiye. The study adopts a qualitative research approach and employs descriptive analysis. Accordingly, secondary sources on accountability and the ombudsman institution were examined alongside the constitutional and legal regulations governing the legal and institutional framework of the Ombudsman Institution in Türkiye. The conference paper first addresses the conceptual framework, principal characteristics, types, and significance of accountability in public administration, followed by an assessment of the historical development, fundamental characteristics, and functions of the ombudsman institution. In the context of Türkiye, the analysis focuses on the historical development, constitutional basis, duties and powers, scope of activity, organizational structure, application process, and the impartiality and independence of ombudsmen. The assessment suggests that, despite lacking the authority to issue legally binding decisions, the Ombudsman Institution constitutes an important oversight mechanism in relations between citizens and public administration through its recommendations, review procedures, and reporting functions. The Institution's potential contribution to accountability is considered to be closely associated with its institutional independence, the administration's approach to its recommendations, inter-institutional cooperation, and citizens' effective use of this complaint mechanism.

Keywords: Public auditing, Turkish Public Administration, accountability, transparency

1. GİRİŞ

Kamu yönetiminin sahip olduğu yetkiler ve kullandığı kaynaklar genişledikçe bu yetki ve kaynakların hangi amaçlarla, hangi usuller çerçevesinde ve ne ölçüde kamu yararına uygun kullanıldığının denetlenmesi de önem kazanmıştır. Bu bakımdan denetim idarenin faaliyetlerinin sonradan kontrol edildiği teknik bir işlem olmanın ötesinde kamu gücünün sınırlandırılması ve yönetsel sorumluluğun işlerlik kazanması bakımından temel bir yönetim işlevidir (Tataroğlu, 2017). Denetimin tarihsel gelişimi de bu değişimi yansıtmaktadır. Geleneksel yaklaşım daha ziyade hukuka ve mevzuata uygunluk üzerinde yoğunlaşırken, kamu yönetiminde yaşanan dönüşümle birlikte performans, etkililik, ekonomiklik, verimlilik ve kaynakların rasyonel kullanımı denetimin kapsamına dâhil olmuştur (Bozkurt, 2013; Göçoğlu & Gündüz, 2020). Böylece denetimin mahiyeti hata ve usulsüzlüklerin tespitinden kurumsal performansın değerlendirilmesine uzanan daha geniş bir çerçeveye kavuşmuştur.

Bu değişim, bilhassa Yeni Kamu İşletmeciliği (YKİ) anlayışıyla birlikte kamu kurumlarından beklenen hesap verebilirlik ve performans talepleriyle yakından ilişkilidir. Kamu kurumlarının faaliyetlerinin mevzuata uygun olması önemini korumakla beraber kullanılan kamu kaynaklarının hangi sonuçları ürettiği ve belirlenen hedeflere ne ölçüde ulaşıldığı da denetimin konusu hâline gelmiştir. Bu itibarla çağdaş denetim yönetime dışarıdan yöneltilen bir kontrol mekanizmasından ibaret görülmemektedir. Dahası, yönetsel aksaklıkların belirlenmesi, kurumsal risklerin değerlendirilmesi ve karar süreçlerinin güvenilir bilgiyle desteklenmesi bakımından da işlev üstlenmektedir. Nitekim denetimden elde edilen tarafsız ve güvenilir bilginin politika ve yönetim süreçlerine aktarılması kamu kurumlarının kendi faaliyetlerini gözden geçirebilmelerine ve kurumsal kapasitelerini geliştirebilmelerine imkân vermektedir (OECD, 2014; Köse, 2023).

Türk Kamu Yönetiminde denetim siyasal, yargısal, idari ve kamuoyu denetimi ile iç denetim, dış denetim, yüksek denetim ve hukuka uygunluk denetimi gibi farklı mekanizmalar üzerinden yürütülmektedir. Söz konusu mekanizmalar farklı yetki, yöntem ve kurumsal yapılara dayanmakla beraber esas itibarıyla kamusal yetkinin hukuk ve kamu yararı doğrultusunda kullanılmasını güvence altına alma gayesi taşımaktadır (Çelik & Demirci, 2019). Bununla birlikte bir ülkede farklı denetim mekanizmalarının bulunması tek başına etkin bir denetim düzeninin varlığı anlamına gelmemektedir. Denetimin gerçek anlamda işlev kazanması denetim kurumlarının bağımsızlığına, denetçilerin mesleki yeterliliğine, kurumlar arasındaki koordinasyona, güvenilir bilgiye erişime ve denetim neticesinde elde edilen bulguların yönetsel karar süreçlerinde dikkate alınmasına bağlıdır.

Türkiye açısından mesele bu noktada daha belirgin hâle gelmektedir. Osmanlı Devleti'nden devralınan güçlü bürokratik ve merkeziyetçi idare geleneğinin Cumhuriyet dönemi kamu yönetiminin kurumsal yapılanması üzerinde bıraktığı tesir, denetim sisteminin gelişiminden bağımsız düşünülemez (Ortaylı, 2008; Ustakara, 2019). Zaman içerisinde denetim alanında kapsamlı hukuki ve kurumsal düzenlemeler gerçekleştirilmiş olmakla beraber uygulamada karşılaşılan meseleler mevzuat eksikliğiyle açıklanabilecek kadar dar değildir. Denetim birimleri arasındaki koordinasyon sorunları, iç kontrol mekanizmalarının işleyişi, denetim personelinin mesleki kapasitesi ve denetim raporlarının yönetsel süreçlerde yeterince karşılık bulmaması bunların başında gelmektedir (Doğan, 2020).

Bu çerçevede tebliğin temel problemi Türk Kamu Yönetiminde kapsamlı bir denetim yapısı bulunmasına rağmen sistemin etkinliğini sınırlandıran yapısal ve işlevsel sorunların varlığını sürdürmesidir. Tebliğin amacı Türk Kamu Yönetiminde denetimin kavramsal ve hukuki çerçevesini değerlendirmek; mevcut denetim sistemleri ve biçimlerini incelemek; akabinde denetimin işleyişini etkileyen başlıca sorun alanlarını belirleyerek bunlara yönelik çözüm arayışlarını tartışmaktır. Bu amaç doğrultusunda nitel araştırma yaklaşımı benimsenmiş; literatür taraması, mevzuat analizi ve ikincil kaynak incelemesinden yararlanılmıştır. Yapılan incelemeler daha çok aşırı merkeziyetçilik, personel rejimi, yönetimde gizlilik ve dışa kapalılık, siyasallaşma, performans değerlendirmesi ve hukuki düzenlemelerin uygulamaya aktarılması eksenlerinde yürütülmüştür. Böylece denetim meselesinin münferit kurum veya araçlardan ziyade Türk Kamu Yönetiminin yapısal özellikleriyle birlikte değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE: KAMU YÖNETİMİNDE DENETİM, DENETİM SİSTEMLERİ VE TÜRLERİ

En genel anlamıyla denetim bir kurumun faaliyet ve işlemlerinin önceden belirlenen amaç, standart ve kurallara uygun biçimde yürütülüp yürütülmediğinin sistematik olarak incelenmesidir Anglo-Sakson literatüründe yaygın olarak kullanılan *auditing* kavramının kökeni Latince "duymak" veya "işitmek" anlamına gelen *audire* sözcüğüne dayanırken, denetimi karşılamak üzere control kavramının da kullanıldığı görülmektedir (Bozkurt, 2013). Denetimin tarihsel geçmişi yönetim olgusuyla birlikte ele alınabilmekle birlikte kamusal denetimin siyasal ve toplumsal niteliğinin demokratik yönetim anlayışının gelişmesiyle belirginleştiği söylenebilir (Karahan, 2020: 246).

Kamu yönetiminde denetimin kapsamı devletin görev ve sorumluluklarının değişimine paralel olarak dönüşmüştür. Özellikle 1980'lerden itibaren Yeni Kamu İşletmeciliği yaklaşımının etkisiyle denetim, hukuka

ve mevzuata uygunluğun kontrolüyle sınırlı kalmayan performans, etkinlik, verimlilik ve kaynak kullanımını da dikkate alan bir niteliğe yönelmiştir (Göçoğlu & Gündüz, 2020: 4). Bu dönüşüm, denetimi kamu yönetimindeki reform süreçlerinin de önemli bir bileşeni hâline getirmiştir. Denetim yoluyla reform ihtiyacının belirlenmesi, uygulamaların izlenmesi ve gerçekleştirilen değişikliklerin sürdürülebilirliğinin değerlendirilmesi mümkün olmaktadır (Köse, 2023).

Bu açıdan denetimin işlevi hata ve mevzuata aykırılıkların belirlenmesinin ötesine geçmektedir. İç kontrol ve denetim mekanizmalarının etkinliği, kamu kaynaklarının ekonomik, etkili ve verimli kullanılmasını desteklerken kurumsal kararların daha güvenilir bilgiye dayanmasına da katkıda bulunmaktadır. Denetim sonucunda üretilen tarafsız ve güvenilir bilgi, kamu kurumlarının performanslarını değerlendirmelerine ve politika seçeneklerini iyi yönetişim ilkeleri doğrultusunda gözden geçirmelerine imkân vermektedir (OECD, 2014). Bu nedenle çağdaş kamu yönetiminde denetim, kontrol işlevinin yanı sıra yönetsel öğrenme ve kurumsal gelişme aracı olarak da değerlendirilebilir. Denetim faaliyetleri denetimi gerçekleştiren kurum denetlenen birimin niteliği, denetimin amacı, kapsamı, konusu ve zamanı gibi farklı ölçütler esas alınarak sınıflandırılmaktadır. Kamu yönetimi açısından bu sınıflandırma içerisinde iç denetim, dış denetim, yüksek denetim ve hukuka uygunluk denetimi öne çıkmaktadır. Bu kapsamda kamu yönetiminde denetiminde belli başlı denetim sistemlerine ve biçimlerine aşağıdaki bölümlerde değinilmiştir:

2.1. Siyasal Denetim Sistemi

Siyasal denetim yasama organının yürütme üzerindeki gözetim ve denetim yetkisine dayanmaktadır. Kamu politikalarının uygulanması ve yürütmeye verilen yetkilerin kullanımının parlamenter mekanizmalar aracılığıyla sorgulanabilmesi, demokratik yönetimin temel unsurlarından biridir (Eryılmaz, 2025). Türkiye'de TBMM bu yetkisini Anayasa'nın 98. maddesi uyarınca meclis araştırması, genel görüşme, meclis soruşturması ve yazılı soru aracılığıyla kullanmaktadır (T.C. Anayasası, 1982, md. 98). Bu araçlar, yürütmenin faaliyetlerinin yasama organı ve kamuoyu karşısında açıklanabilir ve sorgulanabilir olmasına imkân vermektedir.

2.2. Yargısal (Hukuki) Denetim Sistemi

Yargısal denetim idarenin işlem ve eylemlerinden kaynaklanan hukuki uyuşmazlıkların yürütme organından bağımsız yargı mercileri tarafından incelenmesini ifade etmektedir. Hukuk devleti ilkesinin temel güvencelerinden biri olan bu denetim, kamu otoritesinin hukuk sınırları içerisinde hareket etmesini amaçlamaktadır (Tortop vd., 2005). Türkiye Cumhuriyeti Anayasası'nın 125. maddesinde "*idarenin her türlü*

eylem ve işlemlerine karşı yargı yolu açıktır" hükmüne yer verilmesi yargısal denetimin anayasal temelini oluşturmaktadır.

Yargısal denetimin kurumsal yapılanması ülkelerin hukuk sistemlerine göre farklılaşmaktadır. Anglo-Amerikan hukuk sisteminde yargı birliği benimsenirken Kara Avrupası geleneğinde idari yargı ayrı bir yargı kolu olarak örgütlenmiştir (Gözübüyük, 2015). Türkiye'de idari yargı idare ve vergi mahkemeleri, bölge idare mahkemeleri ve Danıştay üzerinden işlemekte olup idarenin hukuka uygunluğunun yargısal denetimini gerçekleştirmektedir (2577 sayılı İdari Yargılama Usulü Kanunu; T.C. Anayasası, 1982, md. 155).

2.3. İdari (Yönetsel) Denetim Sistemi

İdari denetim veya diğer adıyla yönetsel denetim kamu yönetiminin kendi örgütsel yapısı içerisinde gerçekleştirilen denetimi ifade etmekte ve temel olarak hiyerarşik denetim ile idari vesayet biçiminde ortaya çıkmaktadır (Tortop vd., 2005). Hiyerarşik denetim, aynı idari teşkilat içerisinde üst makamların astların işlem ve faaliyetleri üzerindeki denetim yetkisine dayanır. Bu yapıda astların üst makamlara karşı sorumlu olması, idari bütünlüğün kurum içerisinde korunmasını sağlamaktadır (Kalabalık, 2004).

İdari vesayet ise merkezi yönetimin yerinden yönetim kuruluşları üzerindeki kanunla sınırlandırılmış denetim yetkisini ifade etmektedir. Bu mekanizmanın temel gerekçesi yerinden yönetim özerkliği korunurken kamu yararının ve idari bütünlüğün güvence altına alınmasıdır (Yıldırım, 1997). Vesayet denetimi organlar, görevliler veya işlemler üzerinde gerçekleştirilebilmektedir. Fakat vesayet makamı kural olarak yerinden yönetim kuruluşunun yerine geçerek doğrudan işlem tesis edememektedir.

2.4. Kamuoyu Denetimi Sistemi

Kamuoyu denetimi yönetimin faaliyetlerinin toplum tarafından izlenmesi, değerlendirilmesi ve gerektiğinde eleştirilmesi esasına dayanmaktadır. Bu denetimin işlerlik kazanabilmesi için vatandaşların kamu kurumlarının faaliyetlerine ilişkin bilgiye erişebilmesi ve yönetsel süreçlerin şeffaf biçimde yürütülmesi gerekmektedir. Basın ve diğer toplumsal aktörler kamu kurumlarının karar ve uygulamalarını görünür hâle getirerek bu sürece katkı sağlamaktadır (Arıbaş, 2021). Kamuoyu denetiminin etkinliği bilgiye erişimin yanında vatandaşların elde edilen bilgiyi değerlendirebilme ve yönetsel karar süreçlerine tepki verebilme kapasitesiyle de ilişkilidir. Ombudsmanlık gibi vatandaşın doğrudan başvurusuna açık mekanizmalar ise kamuoyu denetimini kurumsal denetim kanallarıyla ilişkilendirerek şeffaflık ve hesap verebilirliği destekleyebilmektedir (Kestane, 2006). Bu açıdan kamuoyu denetimi vatandaşın yönetim karşısında yalnızca hizmet alan konumunda kalmadığı yönetsel faaliyetleri izleyen ve sorgulayan bir aktör hâline geldiği katılımcı denetim anlayışının önemli bir parçasıdır.

2.5. İç Denetim Biçimi

İç denetim kurumun örgütsel yapısı içerisinde yer alan ancak görevini belirli ölçüde bağımsız biçimde yürüten kişi veya birimler tarafından gerçekleştirilen denetim faaliyetidir (Köse, 2007). Tarihsel olarak mali işlemlerin ve finansal raporlamanın kontrolüyle ilişkilendirilen iç denetim zaman içerisinde risk yönetimi, mevzuata uyum, kurumsal performans ve iş süreçlerinin iyileştirilmesini kapsayan daha geniş bir fonksiyona kavuşmuştur. Bu süreçte bağımsızlık, tarafsızlık, mesleki yetkinlik ve dürüstlük iç denetimin güvenilirliğini belirleyen temel ilkeler hâline gelmiştir (Köseoğlu, 2024). İdari yapı içerisinde iç denetimin hiyerarşik denetim ve teftiş gibi farklı görünümlerinden söz edilebilir. Hiyerarşik denetim üst makamların astların işlem ve faaliyetleri üzerindeki gözetim yetkisine dayanırken teftiş, bu amaçla görevlendirilen uzman kişi veya birimler tarafından yürütülmektedir (Berkün, 2017). Türkiye'de çağdaş iç denetim sisteminin hukuki altyapısı ise kamu mali yönetiminin yeniden yapılandırılması kapsamında 5018 sayılı Kamu Mali Yönetimi ve Kontrol Kanunu ile oluşturulmuş ve sistem 2006 yılından itibaren kamu idarelerinde uygulanmaya başlanmıştır (Uzun & Usta, 2022).

2.6. Dış Denetim Biçimi

Dış denetim denetlenen kurumun örgütsel yapısı dışında bulunan ve bu kuruma karşı bağımsız hareket eden kişi veya kuruluşlar tarafından gerçekleştirilmektedir. Kamu yönetimi açısından dış denetimin temel amacı, faaliyetlerin hukuka uygunluğunu ve kamu kaynaklarının ekonomik, etkili ve verimli kullanılıp kullanılmadığını değerlendirmektir. Bu özelliğiyle dış denetim hesap verebilirliğin ve kamu yönetimine duyulan güvenin güçlendirilmesine katkıda bulunmaktadır (Akyel, 2010). Dış denetimin etkili olabilmesi denetçinin kurumsal bağımsızlığının yanı sıra tarafsızlık, nesnellik ve mesleki özen ilkelerine uygun hareket etmesine bağlıdır (Dönmez & Ersoy, 2006). Bağımsız bir denetim mekanizması, kamu görevlilerinin dürüstlük ve kamu yararı gibi etik değerlere bağlılığını destekleyerek kurumsal etik kültürünün gelişmesine de katkı sağlayabilir (Köse, 2007). Denetimin kalitesi ise elde edilen sonuçların belirlenen amaçlara ulaşma düzeyiyle yakından ilişkilidir (Oktay, 2013). Bu bakımdan dış denetimin bağımsızlığı kadar ürettiği bilginin güvenilirliği ve yönetsel süreçlerde kullanılabilirliği de önem taşımaktadır.

2.7. Yüksek Denetim Biçimi

Türkiye'de yüksek denetim görevi Anayasa'nın 160. maddesi uyarınca Sayıştay tarafından yürütülmektedir. Sayıştay, merkezi yönetim kapsamındaki kamu idareleri ile sosyal güvenlik kurumlarının gelir, gider, mal, hesap ve işlemlerini Türkiye Büyük Millet Meclisi adına denetlemekte ve sorumluların hesap ve işlemlerini

kesin hükme bağlamaktadır (T.C. Anayasası, 1982, md. 160). Böylece yüksek denetim kamu kaynaklarının kullanımı ile parlamenter hesap verebilirlik arasında kurumsal bir bağ oluşturmaktadır.

2.1.4. Hukuka Uygunluk Denetimi

Kamu yönetiminin faaliyetlerinin farklı boyutlarıyla denetlenmesi tek bir mekanizma aracılığıyla gerçekleştirilememektedir. Bu nedenle kamu yönetiminde siyasal, yargısal, idari ve kamuoyu denetimi gibi birbirini tamamlayan farklı denetim sistemlerinden yararlanılmaktadır. Bu mekanizmaların her biri farklı aktörlere ve araçlara dayanmakla birlikte ortak amaç, kamusal yetkinin hukuk ve kamu yararı doğrultusunda kullanılmasını güvence altına almaktır (Çelik ve Demirci, 2019: 134). Bu minvalde denetimin etkinliği söz konusu mekanizmaların münferit olarak varlığından çok, aralarındaki işlevsel uyum ve koordinasyonla yakından ilişkilidir. Denetim kanallarından birinin zayıf işlemesi diğer mekanizmaların yükünü artırabileceği gibi kamu yönetiminde hesap verebilirlik ve hukuka bağlılık açısından da boşluklar doğurabilir. Dolayısıyla sağlıklı bir denetim sistemi farklı denetim türlerinin birbirini ikame etmesinden ziyade birbirini tamamlayan ve karşılıklı olarak güçlendiren bir bütünlük içinde işlemesine bağlıdır.

3. TÜRK KAMU YÖNETİMİNDE DENETİM SİSTEMİNİN TEMEL SORUNLARI

Türkiye Cumhuriyeti'nin yönetsel yapısı önemli ölçüde Osmanlı Devleti'nden devralınan kurumsal ve bürokratik miras üzerinde şekillenmiştir (Ortaylı, 2008). Bu tarihsel süreklilik içerisinde bürokrasinin güçlü ve merkeziyetçi niteliği devlet-vatandaş ilişkilerinin yanı sıra kamu yönetiminin denetlenme biçimini de etkilemiştir (Ustakara, 2019). Türk kamu yönetiminde denetim sisteminin temel sorunları; hukuki ve kurumsal yapının dağınıklığı, ortak denetim standartlarının yeterince gelişmemesi, denetim birimleri arasındaki koordinasyon eksikliği, iç kontrol mekanizmalarının zayıflığı, denetim raporlarının yönetsel süreçlere yeterince yansıtılamaması ve denetim personelinin mesleki kapasitesine ilişkin eksiklikler etrafında yoğunlaşmaktadır (Doğan, 2020). Bu sorunlar birbirinden bağımsız değildir; kamu yönetiminin merkeziyetçi yapısı, personel rejimi, yönetimde gizlilik, siyasallaşma, performans yönetimindeki aksaklıklar ve reformların ağırlıklı olarak mevzuat değişiklikleri üzerinden yürütülmesi denetim sisteminin işleyişini doğrudan etkilemektedir. Daha etraflı bir şekilde ele alındığında Türk Kamu Yönetimi'nde denetim sistemlerini zorlayan ve sorunlara yol açan yapısal ve işlevsel sorunları aşağıdaki gibi sıralayabilmek mümkündür:

3.1. Aşırı Merkeziyetçilik

Türk Kamu Yönetiminin tarihsel olarak güçlü bir merkeziyetçi örgütlenmeye sahip olması denetim sisteminin biçimlenmesinde belirleyici unsurlardan biridir. Tanzimat döneminden itibaren güçlenen bu yapı yerel

yönetimlerin yetki alanını genişletmeye yönelik düzenlemelere rağmen Cumhuriyet döneminde de önemli ölçüde varlığını sürdürmüştür. Karar alma ve politika oluşturma süreçlerinde merkezî yönetimin üst kademelerinin belirleyici konumunu koruması yönetsel merkezileşmenin devamlılığına yol açmıştır (Güven vd., 2017). Merkeziyetçiliğin denetim açısından temel sorunu karar ve yetkinin belirli idari kademelerde yoğunlaşmasıyla denetim faaliyetlerinin de merkezî otoriteye bağımlı hâle gelebilmesidir. Böyle bir yapılanma denetim birimlerinin hareket alanını daraltabileceği gibi yerel ve kurumsal düzeyde ortaya çıkan sorunların zamanında belirlenmesini de güçleştirebilir. Dolayısıyla merkezî koordinasyon ihtiyacı ile denetim birimlerinin işlevsel özerkliği arasında dengeli bir ilişkinin kurulması denetimin tarafsızlığı ve etkinliği bakımından önem taşımaktadır.

3.2. Personel Rejiminin Denetim Sistemine Etkisi

Denetimin niteliği, kurumsal yapı kadar bu yapıyı işleten kamu personelinin mesleki yeterliliği ve insan kaynakları sisteminin niteliğiyle de ilişkilidir. Türk kamu personel rejiminde görev ve statülerin yeterince açık tanımlanmaması, liyakat ilkesinin uygulanmasında karşılaşılan sorunlar, verimlilik kayıpları ve yolsuzluk riskleri kamu yönetiminin tarafsız ve hesap verebilir biçimde işlemesini güçleştiren unsurlar arasında değerlendirilmektedir (Yılmazöz, 2009). Bu sorunlar denetim alanına da yansımaktadır. Denetim personelinin seçimi, görevlendirilmesi ve kariyer süreçlerinin mesleki yeterlilik ve liyakat temelinde yürütülmesi, denetçinin bağımsız hareket edebilmesinin önemli koşullarından biridir. Bu nedenle personel rejimindeki sorunların giderilmesi, yalnızca insan kaynakları yönetimine ilişkin bir reform alanı olarak değil, denetim kapasitesinin geliştirilmesinin de bir parçası olarak değerlendirilmelidir.

3.3. Yönetimde Gizlilik ve Dışa Kapalılık

Denetimin etkili biçimde yürütülebilmesi kamu kurumlarının faaliyetlerine ilişkin doğru, güncel ve erişilebilir bilginin bulunmasına bağlıdır. Buna karşılık kamu bürokrasisinde gizlilik eğiliminin güçlü olması ve yönetsel süreçlerin yeterince şeffaf yürütülmemesi hem kurumsal denetimi hem de kamuoyu denetimini sınırlandırmaktadır. Bu sorun özellikle kamu-özel iş birliği projelerinde sözleşmelerin içeriği ve kamu kaynaklarının kullanımına ilişkin bilgilerin kamuoyuyla yeterince paylaşılmaması üzerinden tartışılmaktadır (Uysal, 2020). Şeffaflık bu açıdan denetimin tamamlayıcı bir unsuru değil, işleyebilmesinin temel koşullarından biridir. Denetim organlarının bilgiye zamanında ulaşamadığı veya kamuoyunun yönetsel kararların gerekçelerini izleyemediği bir yapıda hesap verebilirliğin kurumsallaşması güçleşmektedir. Dolayısıyla bilgiye

erişimin kolaylaştırılması ve denetim sonuçlarının kamuoyuyla paylaşılması, yönetimin açıklığını artırırken denetimin toplumsal karşılığını da güçlendirebilir.

3.4. Yönetimde Siyasallaşma

Bu durum denetim kurumları açısından daha hassas bir nitelik taşımaktadır. Denetçilerin atama ve görev süreçlerinde siyasal etkilerin belirleyici olması, denetimin bağımsızlığına yönelik güveni zayıflatabilir. Bu nedenle denetim personelinin seçimi ve kariyer süreçlerinin liyakat ve mesleki yeterlilik temelinde yürütülmesi denetim kurumlarının işlevsel bağımsızlığını koruyacak hukuki ve kurumsal güvencelerin güçlendirilmesi gerekmektedir (Aktan & İnce, 2025). Bu çerçevede denetimin kurumsal niteliği denetçilerin sahip oldukları hukuki yetkiler kadar bu yetkileri dışsal etkilerden uzak biçimde kullanabilmelerine de bağlıdır. Siyasal etkilerin denetim sürecine taşınması, denetimin nesnelliğini tartışmalı hâle getirebileceği gibi denetim sonuçlarının idare ve kamuoyu nezdindeki güvenilirliğini de zayıflatabilir. Dolayısıyla denetim kurumlarının özerkliğinin korunması kamu yönetiminde hesap verebilirliğin biçimsel bir yükümlülükten işlevsel bir yönetim ilkesine dönüşmesi bakımından önem arz etmektedir.

3.5. Performans Değerlendirmeden Kaynaklı Sorunlar

5018 sayılı Kamu Mali Yönetimi ve Kontrol Kanunu ile kamu yönetiminde performans esaslı yönetim ve denetimin kurumsallaştırılması yönünde önemli bir adım atılmıştır. Bununla birlikte uygulamada bürokratik direnç, performans göstergelerinin belirlenmesindeki güçlükler, personel değişiklikleri, veri güvenilirliğine ilişkin sorunlar ve yönetsel kapasite eksiklikleri sistemin beklenen düzeyde işlemesini zorlaştırmaktadır (Karasoy, 2014). Bu sorunlar performans denetiminin yönetsel karar süreçlerini besleyen işlevsel bir araç olmaktan uzaklaşarak biçimsel bir raporlama sürecine dönüşme riskini beraberinde getirmektedir. Özellikle güvenilir ve karşılaştırılabilir performans verilerinin üretilememesi kamu kurumlarının hedeflerine ne ölçüde ulaştığının nesnel biçimde değerlendirilmesini güçleştirmektedir. Bu nedenle performans denetiminin etkinliği mevzuatın varlığından çok ölçülebilir hedeflerin belirlenmesine, kurumsal kapasitenin geliştirilmesine ve elde edilen sonuçların yönetsel karar süreçlerinde karşılık bulmasına bağlıdır.

3.6. Hukuki Düzenlemelerden Kaynaklı Sorunlar

Türk Kamu Yönetiminde denetimin hukuki altyapısı 1982 Türkiye Cumhuriyeti Anayasa'sı başta olmak üzere 657 sayılı Devlet Memurları Kanunu, 3628 sayılı Mal Bildiriminde Bulunulması, Rüşvet ve Yolsuzluklarla Mücadele Kanunu, 4734 sayılı Kamu İhale Kanunu, 4982 sayılı Bilgi Edinme Hakkı Kanunu, 5018 sayılı Kamu Mali Yönetimi ve Kontrol Kanunu ve 5176 sayılı Kamu Görevlileri Etik Kurulu Kurulması Hakkında Kanun

gibi farklı düzenlemelere dayanmaktadır. Bu kapsamlı hukuki çerçeveye rağmen temel sorunlardan birisi mevzuatta öngörülen mekanizmaların yönetsel uygulamalara aynı ölçüde yansıtılamamasıdır (Zengin, 2022). Kamu yönetimi reformlarının ağırlıklı olarak mevzuat değişiklikleri üzerinden yürütülmesi de bu sorunu derinleştirebilmektedir. Hukuki düzenlemelerin kurumsal kültür, uygulayıcıların yaklaşımı ve yönetsel kapasiteyle desteklenmemesi durumunda reformların biçimsel düzeyde kalma riskinin bulunduğu söylenebilir. Bu nedenle denetim sistemindeki sorunların çözümünü yeni mevzuat üretmekle sınırlamak yerine mevcut düzenlemelerin uygulanabilirliğine, kurumlar arasındaki uyuma ve denetim sonuçlarının yönetsel süreçlere aktarılmasına odaklanan bütüncül bir yaklaşım gerekmektedir.

4. TÜRK KAMU YÖNETİMİNDE DENETİM SORUNLARINA İLİŞKİN ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Türk Kamu Yönetiminde denetimin etkinliğinin artırılması birbirinden bağımsız düzenlemeler yerine kurumsal yapıyı, insan kaynağını ve uygulama süreçlerini birlikte ele alan bir reform yaklaşımını gerektirmektedir. Öncelikle denetim birimlerinin görev ve yetkileri arasındaki belirsizlikler giderilmeli ve kurumlar arasında bilgi paylaşımı ile koordinasyonu destekleyen ortak mekanizmalar geliştirilmelidir. Denetim raporlarının yalnızca ilgili kurumlara sunulan belgeler olarak kalmayıp raporlarda belirlenen sorunların giderilip giderilmediğinin izlenmesi ve uygun olan sonuçların kamuoyuyla paylaşılması denetimin yönetsel karşılığını güçlendirebilir.

Denetim kapasitesinin geliştirilmesinde insan kaynağı da öncelikli bir alan olarak ele alınmalıdır. Denetim personelinin seçimi ve kariyer süreçlerinde liyakat ve mesleki yeterlilik esas alınmalı; sürekli eğitim, etik ilkeler ve mesleki uzmanlaşma desteklenmelidir. Bunun yanında iç kontrol sistemlerinin biçimsel yükümlülüklerden çıkarılarak kurumsal risklerin belirlenmesi ve yönetilmesine odaklanması, performans denetiminin ise mevzuata uygunluk yanında etkililik, ekonomiklik ve verimlilik ölçütleriyle güçlendirilmesi gerekmektedir.

Teknolojik kapasitenin geliştirilmesi de denetimin niteliğini artırabilecek alanlardan biridir. Elektronik denetim sistemleri ve veri analitiğinin daha etkin kullanılması, geniş veri kümelerinin incelenmesini ve riskli alanların daha erken belirlenmesini kolaylaştırabilir. Ancak dijitalleşmenin denetçinin mesleki muhakemesinin yerine geçen bir süreç olarak değil, güvenilir ve kanıta dayalı denetimi destekleyen bir araç olarak ele alınması daha uygun olacaktır.

Son olarak denetimin demokratik niteliği göz ardı edilmemelidir. Bilgi edinme hakkının etkin biçimde kullanılabilmesi, denetim raporlarının erişilebilirliği ve Kamu Denetçiliği Kurumu gibi vatandaşın doğrudan başvurabildiği mekanizmaların güçlendirilmesi, kurumsal denetim ile kamuoyu denetimi arasındaki ilişkiyi geliştirebilir. Yerel yönetimler üzerindeki vesayet denetiminde ise idari bütünlük ile yerel özerklik arasında

denge gözetilmelidir. Denetimin ağırlık noktası yerindelik müdahalesinden ziyade hukuka uygunluk ve hesap verebilirlik olmalıdır. Böyle bir yaklaşım denetimi sadece hata arayan bir kontrol mekanizması olmaktan çıkararak kamu yönetiminin kurumsal kapasitesini ve hizmet kalitesini geliştiren bir işleve yaklaştırabilir.

5. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Tebliğde öne çıkan ilk husus denetim alanındaki sorunların birbirinden bağımsız biçimde ele alınmasının güçlüğüdür. Merkeziyetçilik, personel rejimindeki aksaklıklar, gizlilik ve dışa kapalılık, siyasallaşma, performans değerlendirmesindeki güçlükler ve hukuki düzenlemelerin uygulamaya aktarılmasında yaşanan sorunlar aynı yönetsel yapının farklı veçhelerini oluşturmaktadır. Türk Kamu Yönetiminin tarihsel olarak güçlü bir merkezî örgütlenmeye sahip olması bir taraftan idari bütünlüğün korunmasına katkı sağlarken diğer taraftan karar ve yetkinin belirli kademelerde yoğunlaşmasına yol açabilmektedir. Denetim bakımından buradaki esas mesele merkezî koordinasyonun varlığından ziyade bu koordinasyon ile denetim birimlerinin işlevsel özerkliği arasında nasıl bir denge kurulduğudur. Denetçinin gerekli hukuki yetkilere sahip olması kadar bu yetkileri hem gayri şahsi hem de kurumsal veya siyasal etkilerden uzak kullanabilmesi de denetimin güvenilirliğini belirlemektedir.

Benzer bir ilişki personel rejimi ile denetimin niteliği arasında da bulunmaktadır. Denetim faaliyetinin kalitesi nihayetinde bu faaliyeti yürüten insan kaynağının mesleki yeterliliği, tarafsızlığı ve kurumsal güvenceleriyle bağlantılıdır. Liyakat ilkesinin personel sisteminde karşılaştığı sorunların denetim alanına sirayet etmesi denetçinin bağımsızlığı kadar denetim sonuçlarına duyulan güveni de etkileyebilmektedir. Bilhassa denetim personelinin seçimi, görevlendirilmesi ve kariyer süreçlerinde siyasal etkilerin belirleyici hâle gelmesi denetimin nesnelliği konusunda tereddüt doğurabilecek bir mahiyet taşımaktadır. Bu sebeple yüksek denetim kurumlarının bağımsızlığı ve tarafsızlığına ilişkin kurumsal güvenceler ile liyakate dayalı personel politikaları birbirini tamamlayan unsurlar olarak değerlendirilmelidir.

Denetimin etkinliğini sınırlayan bir diğer mesele şeffaflık ve bilgiye erişim alanında ortaya çıkmaktadır. Kamu kurumlarının faaliyetlerine ilişkin güvenilir ve zamanında bilgiye erişilememesi denetim organlarının görevlerini yerine getirmesini güçleştirdiği gibi vatandaşların ve kamuoyunun yönetimi izleyebilme kapasitesini de daraltmaktadır. Bu durum özellikle kamu kaynaklarının kullanımı ve kamu-özel iş birliği gibi mali ve yönetsel boyutu güçlü alanlarda daha fazla önem kazanmaktadır. Dolayısıyla şeffaflık denetim tamamlandıktan sonra raporların yayımlanmasıyla sınırlı bir ilke olarak düşünülmemelidir. Bilginin üretiminden erişilebilirliğine ve denetim sonuçlarının kamuoyuyla paylaşılmasına kadar uzanan sürecin bütünü şeffaflıkla doğrudan

ilişkilidir. Kamuoyu denetiminin güçlendirilmesi de vatandaşın yönetsel faaliyetleri izleyen ve gerektiğinde sorgulayan bir aktör hâline gelebilmesine bağlıdır. Ombudsmanlık gibi doğrudan başvuruya açık mekanizmalar ise vatandaş ile idare arasındaki denetim ilişkisinin kurumsal bir kanala taşınmasına katkı sunmaktadır.

Performans yönetimi açısından yapılan değerlendirmeler de mevzuat ile uygulama arasındaki mesafenin denetim sisteminin temel meselelerinden biri olduğunu ortaya çıkarmaktadır. 5018 sayılı Kamu Mali Yönetimi ve Kontrol Kanunu ile performans esaslı yönetim ve denetim bakımından önemli bir hukuki altyapı oluşturulmasına rağmen bürokratik direnç, ölçülebilir performans göstergelerinin oluşturulmasındaki güçlükler, personel değişiklikleri, veri güvenilirliği ve kurumsal kapasite sorunları uygulamada beklenen neticenin alınmasını zorlaştırmaktadır. Güvenilir ve karşılaştırılabilir verinin üretilemediği bir sistemde performans denetiminin yönetsel kararları besleyen bir mekanizma olmaktan çıkarak biçimsel bir raporlama faaliyetine dönüşme ihtimali bulunmaktadır. Bu itibarla performans denetiminin başarısını yeni göstergeler veya raporlama yükümlülükleri ihdas etmekten ziyade üretilen bilginin niteliği ve bu bilginin karar süreçlerinde nasıl kullanıldığı üzerinden değerlendirmek daha isabetli olacaktır.

Tebliğin genelinden ulaşılan bir başka değerlendirme Türk Kamu Yönetiminde denetimin hukuki düzenleme bakımından yetersiz bir alan olmadığıdır. Anayasal hükümlerden 5018 sayılı Kanun'a, kamu personel rejiminden bilgi edinme ve etik düzenlemelerine kadar uzanan geniş bir normatif çerçeve bulunmaktadır. Buna rağmen mevzuatta öngörülen mekanizmaların uygulamada aynı ölçüde karşılık bulamaması sorunun yeni düzenlemeler yapmak suretiyle tek başına çözülemeyeceğine dair bir çekince uyandırmaktadır. Hukuki düzenlemelerin kurumsal kültür, yeterli insan kaynağı, idari kapasite ve uygulama iradesiyle desteklenmediği hâllerde reformların şekli düzeyde kalması mümkündür. Bu sebeple denetim sisteminin geliştirilmesinde "yeni mevzuat" arayışından önce mevcut düzenlemelerin ne ölçüde uygulandığı ve denetim sonuçlarının idari süreçlerde ne ölçüde karşılık bulduğu üzerinde durulması daha anlamlıdır.

Bu değerlendirmeler ışığında Türk Kamu Yönetiminde denetimin güçlendirilmesi için kurumsal yapı, insan kaynağı ve uygulama süreçlerini birlikte ele alan daha bütüncül bir anlayışa ihtiyaç vardır. Evvela denetim birimleri arasındaki görev ve yetki belirsizliklerinin azaltılması, kurumlar arası bilgi paylaşımı ve koordinasyonun güçlendirilmesi önem taşımaktadır. Denetim raporlarında belirlenen hususların daha sonraki dönemlerde izlenmesi ve idarelerin bu bulgular karşısında aldıkları tedbirlerin takip edilmesi, denetimin yönetsel etkisini artırabilir. İnsan kaynağı bakımından liyakat, mesleki yeterlilik, sürekli eğitim ve etik güvencelerin öncelenmesi iç kontrolün biçimsel bir yükümlülükten ziyade risklerin belirlenmesi ve

yönetilmesine hizmet eden kurumsal bir süreç hâline getirilmesi gerekmektedir. Elektronik denetim sistemleri ve veri analitiği ise geniş veri kümeleri içerisinde riskli alanların daha erken tespit edilmesine imkân sağlayabilir. Bununla beraber teknolojinin denetçinin mesleki muhakemesinin yerine ikame edilmesi değil, bu muhakemeyi daha güçlü kanıtlarla desteklemesi esas olmalıdır. Nihayetinde Türk Kamu Yönetiminde denetimin geleceğine ilişkin temel mesele daha fazla denetim mekanizması oluşturmak değil mevcut mekanizmaların daha bağımsız, koordineli ve sonuç üretebilir biçimde işlemesini sağlamaktır.

KAYNAKLAR

Aktan, C. C., & İnce, M. (2025). Yüksek denetim kurumlarının bağımsızlığı ve tarafsızlığı. *Denetişim. 33,* 77-95.

Akyel, R. (2010). Yönetimde iç kontrol, iç denetim ve dış denetim fonksiyonlarının birbirleri ile ilişkileri ve Türk kamu yönetiminde uygulanmalarının değerlendirilmesi. *Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi. 19*(3), 1-22.

Arıbaş, N.N. (2021). Kamu yönetiminde kamuoyu denetiminin araçları. *Oğuzhan Sosyal Bilimler Dergisi. 3*(2), 181-196.

Berkün, S. (2017). Kamu açısından yönetim. *Emek ve Toplum. 6*(16), 639-663.

Bozkurt, P. (2013). Denetim kavramı ve denetim anlayışındaki gelişmeler. *Denetişim. 12*, 56-62.

Çelik, V., & Demirci, Ö. (2019). Türk kamu yönetiminin denetim yolları. *Ekonomi İşletme Siyaset ve Uluslararası İlişkiler Dergisi. 5*(2), 133-143.

Doğan, K. C. (2020). Türk kamu yönetiminin denetlenmesinde yaşanan sorunlar ve çözüm önerileri. *OPUS International Journal of Society Researches, 16*(30), 2994- 3017.

Dönmez, A., & Ersoy, A. (2006). Bağımsız denetim firmaları bakış açısıyla Türkiye bağımsız dış denetim sisteminin değerlendirilmesi. *Türk Dünyası Sosyal Bilimler Dergisi, 36*, 69-91.

Eryılmaz, B. (2025). *Kamu yönetimi: Düşünceler - yapılar - fonksiyonlar – politikalar*. Kocaeli: Umuttepe Yayınevi.

Göçoğlu, V., & Gündüz, O. (2020). Kamu yönetimi reformlarını yeni kamu işletmeciliği bağlamında okumak. *Ekonomi İşletme Siyaset ve Uluslararası İlişkiler Dergisi. 6*(1), 1-16.

Gözübüyük, A. Ş. (2015). *Türkiye'nin yönetim yapısı*. (13. Baskı). Ankara: Turhan Kitabevi.

Güven, A., Karkacıer, A., & Şimşek, T. (2017). Merkezileşme yerelleşme tartışmaları kapsamında yerel yönetimlerde vesayet denetimi sorunu. *Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi. XII*(II), 189-208.

Kalabalık, H. (2004). *İdare hukuku dersleri*. Sakarya: Değişim Yayınevi.

Karahan, M. (2020). Türkiye'de bağımsız denetim ve denetim kültürünün tarihsel gelişim süreci: karşılaştırmalı bir inceleme. *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi. 12*(22), 245-259.

Karasoy, H. A. (2014). Türk Kamu Yönetiminde performans yönetimine bir bakış, *Uluslararası Yönetim iktisat ve İşletme Dergisi, 10*(22), 257-274.

Kestane, D. (2006). Çağdaş bir denetim organizasyonu olarak Ombudsmanlık (kamu denetçiliği). *Maliye Dergisi. 151*. 128-142.

Köse, H. Ö. (2007). Yüksek denetimde çağdaş gelişmeler ve sayıştayın konumu, *Sayıştay Dergisi, 65*(Özel), 111-150.

Köse, H. Ö. (2023). *Kamu yönetiminde denetimin işlevleri, dinamikleri ve geleceği*. (Ed. Murat Önder ve Hacı Ömer Köse), Kamu yönetiminde denetim: temel paradigmalar, değişim ve yeni yönelişler içinde, (ss. 37-68). T.C. Sayıştay Başkanlığı.

Köseoğlu, İ. (2024). Türk kamu yönetiminde iç denetçilik kurumunun sorunları: Bakanlıkların merkezî teşkilatlarında bir alan araştırması. *Ekonomi İşletme Siyaset ve Uluslararası İlişkiler Dergisi, 10*(1), 136-157.

OECD (2014). Public governance and territorial development directorate public governance committee. https://one.oecd.org/document/GOV/PGC/ETH(2014)9/en/pdf (Erişim Tarihi: 01.09.2026).

Oktay, S. (2013). Bağımsız denetim etkinliğinin arttırılmasında, denetim hizmetinde kalite ve kalite kontrol: ABD düzenlemeleri. *Maliye ve Finans Yazıları. 1*(100), 43-94.

Ortaylı, İ. (2008). *Türkiye teşkilat ve idare tarihi*. Ankara: Cedit Neşriyat.

Tataroğlu, M. (2017). *Bilgi çağında kamu yönetiminin denetimi*. İzmir: Kitapana Yayınevi.

T.C. Anayasası (1982). https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=2709&MevzuatTur=1&MevzuatTertip=5 (Erişim Tarihi: 09.09.2026).

Tortop, N., İsbir E., & Aykaç, B. (2005). *Yönetim bilimi*. Ankara: Yargı Yayınları.

Ustakara, F. (2019). Kamu yönetiminde halkla ilişkilerin çağdaş bir görünümü olarak e-yönetişim. (Ed. Bekir Parlak ve Kadir Caner Doğan), *E-yönetişim: kavramsal/kuramsal çerçeve, ülke incelemeleri ve Türkiye'ye yansımaları içinde* (s.231-244). İstanbul: Beta Basım Yayım.

Uysal, Y. (2020). Türk Kamu Yönetiminde sorunlar ve reformlar üzerine değerlendirmeler. *Uluslararası Akademik Birikim Dergisi, 3*(1), 12-31.

Uzun, A., & Usta, H. (2021). Cumhurbaşkanlığı hükümet sisteminde iç denetim: Sorunlar ve çözüm önerileri. *Denetişim. 23*, 27-40.

Yılmazöz, M. (2009). Türkiye'de kamu personel yönetimi sorunu, *Maliye Dergisi.157*, 293-302.

Zengin, M. A. (2022). Türk hukukunda bazı idari denetim mekanizmalarının hukuk devleti ilkesi bakımından rolü ve önemi. *Adalet Dergisi. 68*, 33-51.

HESAP VEREBİLİRLİK PERSPEKTİFİNDEN OMBUDSMANLIK: TÜRKİYE'DE KAMU DENETÇİLİĞİ KURUMUNUN YAPISI VE İŞLEYİŞİ

Doç. Dr., A. Muhammet BANAZILI[1]

[1]Tarsus Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi Bölümü,

muhammetbanazili@tarsus.edu.tr, ORCID: 0000-0002-5088-9587

Özet

Kamu yönetiminde hesap verebilirlik kamusal yetki ve kaynakların kullanımının sorgulanabilir olması ve idarenin vatandaşlara karşı sorumluluk taşıması bakımından demokratik yönetimin temel unsurlarından biridir. Bu çerçevede ombudsmanlık vatandaşların idarenin işlem, eylem ve tutumlarından kaynaklanan şikâyetlerini bağımsız bir mekanizmaya taşımasına imkân veren ve kamu yönetiminin denetlenebilirliğini güçlendiren kurumsal araçlardan biri olarak öne çıkmaktadır. Bu tebliğin amacı ombudsmanlık kurumunu hesap verebilirlik perspektifinden ele almak ve Türkiye'de Kamu Denetçiliği Kurumunun yapısını, işleyişini ve kamu yönetimindeki konumunu incelemektir. Çalışmada nitel araştırma yaklaşımı benimsenmiş ve betimsel analiz yönteminden yararlanılmıştır. Bu doğrultuda hesap verebilirlik ve ombudsmanlık konularına ilişkin ikincil kaynakların yanı sıra Türkiye'de Kamu Denetçiliği Kurumunun hukuki ve kurumsal yapısını belirleyen anayasal ve yasal düzenlemeler irdelenmiştir. Çalışmada öncelikle hesap verebilirliğin kavramsal çerçevesi, temel özellikleri, türleri ve kamu yönetimi açısından önemi ele alınmış; ardından ombudsmanlığın tarihsel gelişimi, temel nitelikleri ve işlevleri değerlendirilmiştir. Türkiye özelinde ise Kamu Denetçiliği Kurumunun tarihsel gelişimi, anayasal dayanağı, görev ve yetkileri, faaliyet alanı, örgütsel yapısı, başvuru süreci ile denetçilerin tarafsızlık ve bağımsızlığı incelenmiştir. Değerlendirmeler neticesinde Kamu Denetçiliği Kurumunun bağlayıcı karar alma yetkisine sahip olmamasına karşın tavsiye kararları, inceleme süreçleri ve raporlama işlevi aracılığıyla idare ile vatandaş arasındaki ilişkide önemli bir denetim mekanizması niteliği taşıdığına ilişkin bir emare sunmaktadır. Kurumun hesap verebilirliğe sağlayacağı katkının ise kurumsal bağımsızlık, idarenin tavsiye kararlarına yaklaşımı, kurumlar arası iş birliği ve vatandaşların bu başvuru mekanizmasını etkin biçimde kullanabilmesiyle yakından ilişkili olduğu değerlendirilmektedir.

Anahtar kelimeler: Hesap verebilirlik, ombudsmanlık, kamu denetçiliği kurumu, Türkiye

OMBUDSMANSHIP FROM THE PERSPECTIVE OF ACCOUNTABILITY: THE STRUCTURE AND FUNCTIONING OF THE OMBUDSMAN INSTITUTION IN TÜRKİYE

Abstract

Accountability in public administration is a fundamental component of democratic governance, as it ensures that the exercise of public authority and the use of public resources remain subject to scrutiny and that public administration bears responsibility toward citizens. Within this framework, the ombudsman serves as an institutional mechanism through which citizens can bring complaints arising from administrative acts, actions, and conduct before an independent body, thereby strengthening the accountability and oversight of public administration. This conference paper aims to examine the ombudsman institution from an accountability perspective and to analyze the structure, functioning, and position of the Ombudsman Institution within public administration in Türkiye. The study adopts a qualitative research approach and employs descriptive analysis. Accordingly, secondary sources on accountability and the ombudsman institution were examined alongside the constitutional and legal regulations governing the legal and institutional framework of the Ombudsman Institution in Türkiye. The conference paper first addresses the conceptual framework, principal characteristics, types, and significance of accountability in public administration, followed by an assessment of the historical development, fundamental characteristics, and functions of the ombudsman institution. In the context of Türkiye, the analysis focuses on the historical development, constitutional basis, duties and powers, scope of activity, organizational structure, application process, and the impartiality and independence of ombudsmen. The assessment suggests that, despite lacking the authority to issue legally binding decisions, the Ombudsman Institution constitutes an important oversight mechanism in relations between citizens and public administration through its recommendations, review procedures, and reporting functions. The Institution's potential contribution to accountability is considered to be closely associated with its institutional independence, the administration's approach to its recommendations, inter-institutional cooperation, and citizens' effective use of this complaint mechanism.

Keywords: Accountability, ombudsman, ombudsman institution, Türkiye

1. GİRİŞ

Hesap verebilirliğin sağlanması demokratik yönetim anlayışının temel unsurlarından biri olarak kabul edilmektedir (Balcı, 2005). Hesap verebilirlik, yönetsel, yargısal, siyasal ve toplumsal boyutlarıyla oldukça geniş bir kavramdır. Kamu görevlileri yalnızca hiyerarşik üstlerine ya da siyasi otoriteye karşı değil, aynı zamanda halkın ihtiyaç ve beklentilerine karşı da sorumludur. Vatandaşlar, dilekçe hakkı, şikâyet hakkı, bilgi edinme hakkı ve ombudsmanlık kurumuna başvuru gibi anayasal ve yasal haklar aracılığıyla kamu yönetimini denetleyebilir ve kamu görevlilerinden hesap sorabilirler. Bu haklar kamu görevlilerini topluma karşı şeffaf ve hesap verebilir bir yönetim anlayışı benimsemeye zorlamaktadır. Bu bağlamda hesap verebilirliğin kurumsallaşmasında önemli bir yer tutan ombudsmanlık kurumu, bireylerin idareye karşı korunmasını amaçlayan bir denetim mekanizması olarak öne çıkmaktadır (Doğan, 2016). Dünyanın farklı yerlerinde "kamu denetçisi", "kamu hakemi" ya da "arabulucu" gibi isimlerle anılan bu kurum, kamu yönetimine yönelik bireysel şikayetleri inceleyerek idarenin işleyişinde karşılaşılan aksaklıkları tespit etmeyi ve bunları raporlayarak ilgili kamu kurumları ve başvuru sahiplerine bildirmeyi hedeflemektedir (Avşar, 1988). Ombudsmanlık kurumunun tarihsel kökeni 1809 yılında İsveç'te anayasal düzeyde kurulan bir sistemle başlamaktadır. Bu sistem, zaman içinde Finlandiya (1919), Danimarka, Norveç, İspanya, Kanada ve ABD gibi pek çok gelişmiş ülkede kamu yönetimi sisteminin ayrılmaz bir unsuru haline gelmiştir (Okur, 2016). Kamu hizmetlerinin hukuk devleti ilkeleri çerçevesinde keyfilikten uzak, insan haklarına duyarlı, etkin ve verimli bir şekilde sunulabilmesi için çeşitli denetim mekanizmaları kullanılmaktadır. Bu denetim mekanizmaları arasında siyasal denetim, idari denetim, yargı denetimi, kamuoyu denetimi ve ombudsman denetimi önemli yer tutmaktadır (Koç-Baykara, 2020). Fakat denetim süreçlerinin etkin bir biçimde işletilmemesi durumunda kamu hizmetlerinin sağlıklı bir şekilde yürütülmesi güçleşmektedir. Bunun sonucunda vatandaş memnuniyetsizliği, hizmette aksama ve yolsuzluk gibi problemler ortaya çıkmaktadır (Çevikbaş, 2010). Türkiye'de ombudsmanlık kurumu 2012 senesinden itibaren "Kamu Denetçiliği Kurumu" adıyla faaliyete geçmiştir. Bu kurum, bireylerin idari süreçlerden kaynaklanan hak ihlallerine karşı korunmasını sağlamayı ve kamu yönetiminde hesap verebilirlik ve şeffaflık ilkelerinin yerleşmesini sağlamayı amaçlamaktadır. Bildirinin amacı Türkiye'de ombudsmanlık kurumunun rolünü inceleyerek kamu yönetiminde hesap verebilirlik ilkesinin kurumsallaşmasına katkısını ele almaktır. Bu doğrultuda, ilk bölümde kamu yönetiminde hesap verebilirlik ilkesinin önemi ve Türkiye'deki ombudsmanlık kurumunun rolü açıklanmış, ardından çalışma sonuç ve değerlendirmeleriyle tamamlanmıştır.

2. KAMU YÖNETİMİNDE DENETİM VE HESAP VEREBİLİRLİK İLİŞKİSİ

Hesap verebilirlik kamu yönetiminde yetki ve kaynak kullanımının denetlenebilir olmasını sağlayan temel ilkelerden biridir. En genel anlamıyla kavram kamu otoritelerinin aldıkları kararlar ve gerçekleştirdikleri faaliyetler nedeniyle topluma veya yetkili mercilere karşı açıklama yapma ve sorumluluk üstlenme yükümlülüğünü ifade etmektedir. Bu yönüyle hesap verebilirlik salt bilgi sunmaya dayalı tek yönlü bir süreçten daha geniş bir anlam taşımaktadır. Hesap veren aktörün faaliyetlerini açıklaması bu faaliyetlerin yetkili merciler tarafından sorgulanabilmesi ve gerektiğinde sonuç doğurucu mekanizmaların işletilebilmesi hesap verebilirlik ilişkisinin temel unsurlarını oluşturmaktadır (Eryılmaz & Biricikoğlu, 2011). Bu bakımdan hesap verebilirlik, aslında, idarenin yaptığı işlemleri sonradan izah etmesinden ibaret değildir. Esas olan, kamusal yetkinin kullanımının sürekli biçimde sorgulanabilir olması ve yönetimin kararlarının gerekçesini ortaya koyabilmesidir. Bir başka ifadeyle hesap verebilirliğin gerçek manada işlerlik kazanması açıklama yapma yükümlülüğü ile bu açıklamaların denetlenmesi ve gerektiğinde müeyyide doğurabilen mekanizmaların birlikte işlemesine bağlıdır. Bu çerçevede hesap verebilirlik kamu yönetiminde hem sorumluluğu tahkim eden hem de idarenin toplum nezdindeki meşruiyetini güçlendiren mühim bir yönetsel ilke olarak değerlendirilebilir.

Kamu yönetiminde hesap verebilirliğin önem kazanması, denetimin kapsamındaki dönüşümle de yakından ilişkilidir. Özellikle 1980'lerden itibaren Yeni Kamu İşletmeciliği (YKİ) yaklaşımının etkisiyle kamu kurumlarından hukuka uygun hareket etmelerinin yanı sıra kullandıkları kaynaklar ve elde ettikleri sonuçlar bakımından da hesap vermeleri beklenmeye başlanmıştır (Taner, 2012). Bu değişim, denetimin mali ve hukuki uygunluk boyutunun ötesine taşınarak performans, etkinlik ve kaynak kullanımının değerlendirilmesini de kapsayan daha geniş bir çerçeveye kavuşmasına zemin hazırlamıştır. Akyel ve Köse (2010) de etkin bir kamu yönetiminin kamu kaynaklarının ekonomik, verimli ve etkili biçimde kullanılmasını değerlendirebilecek güçlü denetim mekanizmalarıyla desteklenmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

Hesap verebilirliğin demokratik yönetim açısından taşıdığı önem ise kamusal yetkinin kaynağıyla ilişkilidir. Kamu görevlilerine devredilen yetki ve kaynakların kamu yararı doğrultusunda kullanılıp kullanılmadığının sorgulanabilmesi, yönetsel gücün sınırlandırılması ve demokratik kontrolün sürdürülebilmesi açısından gereklidir. Bu çerçevede hesap verebilirlik; demokratik kontrolün güçlendirilmesi, yolsuzluk ve kötüye kullanımın önlenmesi ve kamu yönetiminde etkinliğin artırılması gibi işlevler üstlenmektedir (Taner, 2012). Dolayısıyla denetim ile hesap verebilirlik birbirinden bağımsız iki yönetsel süreç olarak değil, birbirini tamamlayan mekanizmalar olarak değerlendirilebilir. Hesap verebilirliğin işlerlik kazanması denetimin sonuç

üretme kapasitesine; denetimin yönetsel ve demokratik değerinin güçlenmesi ise elde edilen bulguların açıklanabilir, sorgulanabilir ve gerektiğinde yaptırıma konu edilebilir olmasına bağlıdır.

3. HESAP VEREBİLİRLİK VE DEMOKRATİK DENETİM ARACI OLARAK OMBUDSMANLIK

Kamu yönetiminin üstlendiği görevlerin genişlemesi ve idarenin bireylerin gündelik yaşamına daha fazla temas etmesi, kamusal yetkinin nasıl kullanıldığının denetlenmesini demokratik yönetimin temel meselelerinden biri hâline getirmiştir. Bu süreçte vatandaşın idare karşısında korunması, kamu kurumlarının işlem ve eylemlerinin sorgulanabilmesi ve yönetimin topluma karşı daha açık hâle gelmesi yönündeki beklentiler de güçlenmiştir. Ombudsmanlık kurumu, söz konusu beklentilere cevap veren ve geleneksel denetim yollarını tamamlayan kurumsal mekanizmalardan biri olarak gelişmiştir. Şahin'e (2010) göre kurumun yaygınlaşmasında insan hakları ve demokratik değerlerde yaşanan gelişmeler kadar, vatandaşların idarenin keyfî veya haksız uygulamalarına karşı korunması ve kamu yönetimine duyulan güvenin güçlendirilmesi arayışı da etkili olmuştur. Benzer biçimde Abdioğlu (2007), ombudsmanlığı hukuk devleti ilkesinin yerleşmesine ve birey haklarının korunmasına katkı sağlayan bir hesap verebilirlik mekanizması olarak değerlendirmektedir.

Ombudsmanlığı klasik denetim mekanizmalarından ayıran temel özelliklerden birisi idare ile vatandaş arasında doğrudan bir ilişki kurmasıdır. Bireylerin kamu kurumlarının işlem, eylem ve uygulamalarından kaynaklanan şikâyetlerini bağımsız bir kuruma taşıyabilmeleri, yönetsel faaliyetlerin yalnızca idari hiyerarşi veya yargısal mekanizmalar aracılığıyla değil, vatandaşın başvurusu üzerinden de denetlenebilmesine imkân vermektedir (Abdioğlu, 2007; Özel, 2016; Şahin, 2010). Bu bakımdan ombudsmanlık, kamu yönetiminde hesap verebilirliğin toplumsal boyutunu güçlendiren bir araç niteliğindedir. Nitekim zaman içerisinde ombudsmanlığın parlamentonun yürütme üzerindeki denetimini destekleyen bir kurum olmanın ötesine geçerek vatandaşların kamu otoritelerini sorgulayabildiği bir denetim kanalına dönüşmesi, kurumun demokratik niteliğini belirginleştirmiştir (Şahin, 2010). Özel (2016) de ombudsmanlığın halkın şikâyetlerini bağımsız biçimde incelemesi, kamu hizmetlerindeki aksaklıkları belirlemesi ve ulaşılan sonuçları kamuoyu ile paylaşması nedeniyle halka hesap verebilirliğe işlerlik kazandırdığını belirtmektedir.

Ombudsmanlığın bu işlevini yerine getirebilmesi ise büyük ölçüde kurumsal bağımsızlığına ve tarafsızlığına bağlıdır. İdarenin işlem ve eylemlerini inceleyen bir kurumun yürütmenin etkisi altında kalması, denetimin güvenilirliğini ve vatandaşların kuruma duyduğu güveni zayıflatabilecektir. Bu nedenle ombudsmanın herhangi bir makamdan emir veya talimat almaması, gerekli bilgi ve belgelere erişebilmesi ve değerlendirmelerini tarafsız biçimde gerçekleştirebilmesi etkili bir denetimin ön koşulları arasında yer almaktadır. Kurumun

kararlarının çoğunlukla tavsiye niteliğinde olması ise ombudsmanlığı yargısal denetimden ayırmaktadır. Bu durum ilk bakışta kurumun yaptırım kapasitesini sınırlayan bir özellik olarak görülebilse de ombudsmanlığın etkisi hukuki yaptırımdan çok kurumsal saygınlık, kamuoyu denetimi ve idarenin tavsiyelere uyma eğilimi üzerinden şekillenmektedir (Şengül, 2007).

Bu çerçevede ombudsmanlığın işlevi bireysel şikâyetlerin çözüme kavuşturulmasıyla sınırlı değildir. Şikâyetler üzerinden idari uygulamalardaki sorunların belirlenmesi, benzer mağduriyetlerin tekrarını önleyecek önerilerin geliştirilmesi ve kamu kurumlarının hizmet sunma biçimlerinin gözden geçirilmesi, kuruma yönetimin geliştirilmesine yönelik daha geniş bir işlev kazandırmaktadır. Dolayısıyla ombudsmanlık bireyin korunması, idarenin işlem ve eylemlerinin araştırılıp incelenmesi ve kamu yönetiminin geliştirilmesi biçiminde birbirini tamamlayan işlevlere sahiptir (Özel, 2016). Bu yönüyle kurum denetimi yalnızca geçmişte gerçekleşmiş bir idari işlemin hukuka uygunluğunu değerlendiren bir süreç olmaktan çıkararak kamu hizmetlerinin niteliğinin geliştirilmesine katkı sağlayabilecek bir geri bildirim mekanizmasına da dönüştürmektedir.

Türkiye'de ombudsmanlığın 2010 yılında anayasal dayanağa kavuşması ve 2012 tarihli 6328 sayılı Kamu Denetçiliği Kurumu Kanunu ile kurumsallaşması, vatandaş ile idare arasındaki ilişkilerin denetimi bakımından önemli bir adım olmuştur (Özel, 2016). Bununla birlikte bir ombudsmanlık sisteminin hukuken kurulmuş olması, tek başına etkili bir denetim mekanizmasının oluşması için yeterli değildir. Kurumun bağımsızlığı, toplum tarafından bilinirliği ve erişilebilirliği, idarenin tavsiye kararlarına yaklaşımı ve vatandaşların hak arama yollarını kullanma konusundaki duyarlılığı sistemin gerçek işlevselliğini belirleyen unsurlardır (Şengül, 2007). Bu nedenle ombudsmanlığın kamu yönetimindeki değeri, yalnızca sahip olduğu hukuki statü üzerinden değil, idarenin hesap verme kapasitesini ne ölçüde güçlendirdiği ve vatandaşın denetim sürecine ne ölçüde katılabildiği üzerinden değerlendirilmelidir.

4. TÜRKİYE'DE KAMU DENETÇİLİĞİ (OMBUDSMANLIK) KURUMU

Ombudsmanlık, vatandaşların kamu kurumlarının işlem ve uygulamalarından kaynaklanan şikâyetlerini iletebildikleri, idarenin işleyişini inceleme ve araştırma yetkisine sahip bağımsız bir denetim mekanizmasıdır. Farklı yönetim sistemlerinde "parlamento komiseri", "vatandaş koruyucusu", "halkın avukatı" veya "kamu denetçisi" gibi adlarla karşılık bulan bu yapı, doğrudan yaptırım gücüne sahip olmamasına rağmen yönetim ile vatandaş arasında aracılık ederek yönetsel aksaklıkların belirlenmesine katkı sağlamaktadır. Bu çerçevede ombudsmanlığın vatandaşların haklarını koruma, idarenin işlem ve davranışlarını denetleme ve kamu yönetiminin gelişimine katkı sağlama olmak üzere üç temel işlevinden söz edilebilir (Alodalı & Usta, 2017).

Ombudsmanlığın modern anlamdaki kurumsallaşması 1809 İsveç Anayasası ile gerçekleşmiş, model daha sonra Finlandiya, Danimarka ve Norveç başta olmak üzere farklı ülkelere yayılmıştır. Bununla birlikte, kurumun tarihsel kökenlerine ilişkin tartışmalarda Osmanlı yönetim geleneğine de yer verilmektedir. İsveç Kralı XII. Karl'ın Osmanlı Devleti'nde bulunduğu dönemde gözlemlediği denetim ve şikâyet mekanizmalarından etkilenerek 1713'te ülkesinde benzer bir yapı oluşturduğu ileri sürülmektedir (Avaner vd., 2026).

4.1. Türkiye'de Kamu Denetçiliği Kurumu'nun Tarihsel Gelişimi

Türkiye'de ombudsmanlık tartışmaları 1960'lı yıllarda akademik düzeyde belirginleşmeye başlamıştır. Yılmaz Altuğ'un 1968 tarihli çalışması, farklı ülkelerdeki ombudsmanlık uygulamalarını Türkiye açısından ele alan erken dönem çalışmalar arasında yer almaktadır. Bunu Ömer Baylan'ın 1978'de yayımladığı Vatandaşın Devlet Yönetimi Hakkındaki Şikâyetleri ve Türkiye İçin İsveç Ombudsman Formülü adlı çalışması izlemiştir. Ancak 1980'li yılların siyasal koşulları içinde konuya yönelik akademik ve kurumsal ilgi sınırlı kalmıştır.

1982 Anayasası'nın hazırlık sürecinde ombudsmanlık benzeri bir kurumun oluşturulması gündeme gelmiş, fakat bu öneri kabul edilmeyerek anayasal sistem içerisinde Devlet Denetleme Kurulu'na yer verilmiştir. Kurulun Cumhurbaşkanına bağlı olması ve faaliyetlerinin Cumhurbaşkanının inisiyatifine dayanması klasik ombudsman modelinin gerektirdiği bağımsızlık açısından tartışmalı bulunmuştur (Aktel vd., 2013). 1990'lı yıllardan itibaren ise konu yeniden kamu yönetimi reformlarının gündemine girmiştir. KAYA Raporu'nda kamu denetçiliği işlevinin geliştirilmesine yönelik önerilere yer verilmiş; Yedinci ve Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planlarında da idare ile vatandaş arasındaki uyuşmazlıkların daha hızlı çözülebilmesi amacıyla bağımsız bir kamu denetçiliği mekanizmasının kurulması öngörülmüştür (DPT, 1996, 2000; Önen & Kurnaz, 2017).

Kuruma ilişkin ilk somut yasama girişimlerinden biri 2000 yılında hazırlanan kanun tasarısı olmuş, ancak tasarı yasama döneminin sona ermesi nedeniyle sonuçlandırılamamıştır. 2004 yılında 5227 sayılı Kanun ile yerel yönetimlerde "halk denetçisi" oluşturulması öngörülmüşse de düzenleme yürürlüğe girmemiştir (Şengül, 2007). 2006 yılında kabul edilen 5548 sayılı Kamu Denetçiliği Kurumu Kanunu ise Anayasa Mahkemesi tarafından iptal edilmiştir. Bu gelişme, kurumun anayasal bir temele kavuşturulması gereğini güçlendirmiştir (Fendoğlu, 2013).

Nihai hukuki çerçeve, 12 Eylül 2010 tarihli halk oylamasıyla kabul edilen anayasa değişikliğiyle oluşturulmuştur. Anayasa'nın 74. maddesinde yapılan değişiklikle kamu denetçisine başvurma hakkı anayasal güvenceye alınmış, ardından 14 Haziran 2012 tarihinde kabul edilen 6328 sayılı Kamu Denetçiliği Kurumu

Kanunu ile Kamu Denetçiliği Kurumu (KDK) kurulmuştur (Aktel vd., 2013). Kurumun işleyişine ilişkin usul ve esaslar ise 2013 yılında yürürlüğe giren yönetmelikle ayrıntılandırılmıştır.

4.2. Anayasal ve Yasal Dayanak

Anayasa'nın 74. maddesi, herkesin bilgi edinme ve kamu denetçisine başvurma hakkına sahip olduğunu düzenlemekte ve Türkiye Büyük Millet Meclisi Başkanlığına bağlı Kamu Denetçiliği Kurumu'nu idarenin işleyişiyle ilgili şikâyetleri incelemekle görevlendirmektedir. Aynı maddede Kamu Başdenetçisinin TBMM tarafından dört yıllığına seçilmesine ilişkin temel esaslara da yer verilmiştir (T.C. Anayasası, md. 74).

6328 sayılı Kanun'a göre KDK'nın temel amacı kamu hizmetlerinin yürütülmesinde bağımsız ve etkili bir şikâyet mekanizması oluşturmak; idarenin işlem, eylem ve tutumlarını insan haklarına dayalı adalet anlayışı içerisinde hukuka ve hakkaniyete uygunluk yönünden incelemek ve idareye önerilerde bulunmaktır (6328 sayılı Kanun, md. 1, 5). Kurumun denetim anlayışı, hukuka uygunluğun ötesinde iyi yönetim ilkelerini de kapsamaktadır. Kanunlara uygunluk, eşitlik, tarafsızlık, ölçülülük, şeffaflık, hesap verebilirlik, makul sürede karar verme, kararların gerekçelendirilmesi, bilgi edinme hakkı ve kişisel verilerin korunması bu ilkeler arasında yer almaktadır (Kamu Denetçiliği Kurumu Kanununun Uygulanmasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik, md. 6).

4.3. Kurumun Görev ve Faaliyet Alanı

KDK'nın denetim alanı oldukça geniş tutulmuştur. Merkezi yönetim kapsamındaki kamu idareleri, sosyal güvenlik kurumları, mahalli idareler, kamu iktisadi teşebbüsleri, kamu tüzel kişileri, kamu kurumu niteliğindeki meslek kuruluşları ve belirli koşullarda kamu hizmeti yürüten özel hukuk tüzel kişilerinin işlem, eylem ve tutumları Kurumun inceleme alanına girmektedir (6328 sayılı Kanun, md. 3). Buna karşılık yasama ve yargı yetkisinin kullanılmasına ilişkin işlemler ile Türk Silahlı Kuvvetlerinin salt askerî nitelikteki faaliyetleri Kurumun görev alanı dışında tutulmuştur (6328 sayılı Kanun, md. 5).

Bu düzenlemenin KDK'nın klasik hukuka uygunluk denetiminden daha geniş bir değerlendirme alanına sahip olduğuna sahip olduğu belirtilebilir. Kurum, idari işlemleri iptal eden veya idare üzerinde doğrudan yaptırım uygulayan bir merci değildir. Temel işlevi vatandaşların idare karşısındaki şikâyetlerini incelemek ve idarenin hukuka, hakkaniyete ve iyi yönetim ilkelerine uygun hareket etmesini teşvik edecek tavsiyelerde bulunmaktır.

4.4. Örgütsel Yapı ve Başvuru Süreci

6328 sayılı Kanun uyarınca KDK, TBMM Başkanlığına bağlı, kamu tüzel kişiliğine sahip ve özel bütçeli bir kurum olarak yapılandırılmıştır. Merkezi Ankara'da bulunan Kurum, Başdenetçilik ve Genel Sekreterlikten oluşmakta olup bir Başdenetçi ve beş denetçi görev yapmaktadır (6328 sayılı Kanun, md. 4).

Gerçek ve tüzel kişiler KDK'ya ücretsiz olarak başvurabilmektedir. Başvurular yazılı dilekçeyle yapılabileceği gibi elektronik ortamdan ve mevzuatta öngörülen diğer iletişim kanallarından da iletilebilmektedir. Kural olarak Kuruma başvurmadan önce idari başvuru yollarının tüketilmesi gerekir. Bununla birlikte telafisi güç veya imkânsız zararların doğması ihtimalinde bu şart aranmaksızın başvurunun incelenmesi mümkündür (6328 sayılı Kanun, md. 17).

Kurum, inceleme sırasında ilgili idarelerden bilgi ve belge talep edebilmekte, gerekli hâllerde bilirkişiye başvurabilmekte, tanık dinleyebilmekte ve yerinde inceleme gerçekleştirebilmektedir. İnceleme ve araştırmanın başvuru tarihinden itibaren en geç altı ay içerisinde sonuçlandırılması öngörülmüştür. Sürecin sonunda tavsiye, ret veya karar verilmesine yer olmadığı yönünde karar verilebilmekte; idarenin tavsiye kararını uygulamaması hâlinde bunun gerekçesini Kuruma bildirmesi gerekmektedir (6328 sayılı Kanun, md. 18-20; KDK Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik, md. 31).

KDK ayrıca faaliyetleri ve idarenin işleyişine ilişkin değerlendirmelerini içeren yıllık raporunu TBMM Dilekçe Komisyonu ile İnsan Haklarını İnceleme Komisyonu üyelerinden oluşan Karma Komisyona sunmaktadır. Raporların kamuoyuyla paylaşılması, Kurumun bireysel şikâyetlerin çözümünün ötesinde idarenin işleyişinde karşılaşılan yapısal sorunların görünür hâle gelmesine katkı sağlayan bir denetim mekanizması olarak değerlendirilmesine imkân vermektedir (6328 sayılı Kanun, md. 20).

4.5. Kamu Denetçilerinin Bağımsızlığı ve Tarafsızlığı

KDK'nın denetim işlevinin güvenilirliği açısından Başdenetçi ve denetçilerin bağımsızlığı özel önem taşımaktadır. Başdenetçi TBMM Genel Kurulu, denetçiler ise TBMM Dilekçe Komisyonu ile İnsan Haklarını İnceleme Komisyonundan oluşan Karma Komisyon tarafından dört yıllığına seçilmektedir (6328 sayılı Kanun, md. 11-14). Kanun, Başdenetçi ve denetçilerin görevlerini yerine getirirken hiçbir makam, organ veya kişiden emir ya da talimat alamayacağını açık biçimde düzenlemektedir (6328 sayılı Kanun, md. 12).

Tarafsızlığı korumaya yönelik hükümler kapsamında denetçilerin siyasi parti üyeliği, kişi veya grupların çıkarlarını gözetmeleri ve görevleri nedeniyle öğrendikleri mesleki veya ticari sırları açıklamaları yasaklanmıştır. Kendileri veya yakınlarıyla ilgili şikâyetlerin incelenmesine katılmamaları da çıkar çatışmalarını

önlemeye yönelik bir güvence niteliğindedir (6328 sayılı Kanun, md. 30). Bu çerçevede KDK'nın kurumsal etkinliği, sahip olduğu hukuki yetkiler kadar tavsiyelerinin idare tarafından dikkate alınmasına, kurumsal bağımsızlığın korunmasına ve vatandaşların bu mekanizmaya duyduğu güvene bağlıdır.

5. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Kamu yönetiminde hesap verebilirlik kamusal yetkinin hukuka uygun kullanılmasının ötesinde idarenin karar ve uygulamalarını açıklayabilmesini, bunların sorgulanabilmesini ve yönetsel sorumluluğun somut mekanizmalar aracılığıyla işletilebilmesini gerektirmektedir. Bu nedenle denetimin varlığı kadar vatandaşların denetim sürecine erişebilmesi ve denetim sonucunda elde edilen değerlendirmelerin idari süreçlere yansıyabilmesi de önem taşımaktadır. Bu bildiri kapsamında ele alınan kuramsal çerçeve denetim ile hesap verebilirlik arasındaki ilişkinin bu karşılıklı bağımlılık üzerinden şekillendiğine dair emare sunmaktadır. Nitekim kamu yönetiminde hesap verebilirliğin güçlenmesi, demokratik kontrolün sürdürülmesi ve kamusal kaynakların etkili kullanılması bakımından işlevsel denetim mekanizmalarına ihtiyaç duyulmaktadır.

Ombudsmanlık bu çerçevede geleneksel idari ve yargısal denetim mekanizmalarını tamamlayan özgün bir konuma sahiptir. Vatandaşların idarenin işlem, eylem ve tutumlarından doğan şikâyetlerini bağımsız bir kuruma taşıyabilmeleri, kamu yönetiminin vatandaşın doğrudan başvurusu üzerinden denetlenmesine imkân vermektedir. Bu özellik ombudsmanlığı hukuki bir denetim aracının ötesine taşıyarak hesap verebilirliğin toplumsal boyutuyla ilişkilendirmektedir. Ayrıca şikâyetlerden hareketle idari uygulamalardaki sorunların belirlenmesi ve benzer sorunların tekrarlanmasını önlemeye yönelik öneriler geliştirilmesi ombudsmanlığın kamu yönetiminin işleyişini iyileştirebilecek bir geri bildirim kanalı olarak da değerlendirilmesine olanak vermektedir. Zira bildiri kapsamında teorik bölümde de ombudsmanlığın bireyin korunması, idarenin denetlenmesi ve kamu yönetiminin geliştirilmesi yönündeki işlevleri bu çerçevede ele alınmıştır.

Türkiye açısından değerlendirildiğinde Kamu Denetçiliği Kurumunun 2010 senesinde anayasal güvenceye kavuşması ve 6328 sayılı Kanun ile kurumsallaşması vatandaş ile idare arasındaki ilişkilerin denetimi bakımından önemli bir kurumsal aşamadır. Anayasa'nın 74. maddesiyle kamu denetçisine başvurmanın bir hak olarak düzenlenmesi ve KDK'nın idarenin işleyişine ilişkin şikâyetleri incelemekle görevlendirilmesi ombudsmanlığı Türkiye'deki hak arama mekanizmalarının bir parçası hâline getirmiştir. Kurumun hukuka uygunluğun yanı sıra hakkaniyet ve iyi yönetim ilkelerini esas alması ise denetimin kapsamını genişletmektedir. Şeffaflık, tarafsızlık, ölçülülük, hesap verebilirlik, kararların gerekçelendirilmesi ve makul sürede karar verme

gibi ilkelerin değerlendirmeye dâhil edilmesi vatandaş-idare ilişkisinin idari işlemin hukuka uygun olup olmadığıyla sınırlı tutulmadığını göstermektedir.

Bununla birlikte KDK'nın hesap verebilirlik bakımından taşıdığı potansiyel ile sahip olduğu hukuki yetkilerin sınırları arasında dikkat çekici bir gerilim bulunmaktadır. Kurum idari işlemleri iptal edememekte ve kararları doğrudan bağlayıcı bir yaptırım doğurmamaktadır. İnceleme sonucunda idareye tavsiyelerde bulunması ombudsmanlık modelinin niteliğiyle uyumlu olmakla birlikte, denetimin sonuç üretme kapasitesini büyük ölçüde idarenin bu tavsiyelere yaklaşımına bırakmaktadır. Bu nedenle KDK'nın etkinliğini yalnızca verdiği kararların hukuki niteliği üzerinden değerlendirmek yeterli değildir. Kurumun etkisi tavsiye kararlarının idare tarafından dikkate alınması, kararların kamuoyunda görünürlük kazanması, idari uygulamalarda değişiklik meydana getirebilmesi ve benzer uyuşmazlıkların tekrarını önleyebilmesiyle birlikte ele alınmalıdır. Şengül'ün (2007) de vurguladığı üzere ombudsmanlığın gücü hukuki yaptırımdan ziyade kurumsal saygınlık, kamuoyu denetimi ve idarenin tavsiyelere uyma eğilimi üzerinden şekillenmektedir.

Bu durum KDK'nın hesap verebilirlik mekanizması içerisindeki konumunu da belirginleştirmektedir. Kurum, idareyi doğrudan yaptırıma tabi tutan bir denetim organından çok, idarenin karar ve uygulamalarını açıklamak ve gerekçelendirmek durumunda kaldığı bir hesap verme alanı oluşturmaktadır. Özellikle bir kamu idaresinin KDK tavsiyesini uygulamaması durumunda gerekçesini Kuruma bildirmek zorunda olması, tavsiye kararlarının bağlayıcı olmamasına rağmen idarenin tamamen karşılıksız bir tercih alanına sahip olmadığı anlamına gelmektedir.

Kurumun bağımsızlığı ve tarafsızlığı da bu ilişkinin diğer önemli boyutudur. Başdenetçi ve denetçilerin görevlerini yerine getirirken hiçbir makam, organ veya kişiden emir ya da talimat alamayacaklarının kanunla güvence altına alınması bağımsız denetimin hukuki temelini oluşturmaktadır. Bunun yanında siyasi parti üyeliği, çıkar ilişkileri ve çıkar çatışmalarını önlemeye yönelik sınırlamalar kurumsal tarafsızlığı desteklemektedir. Ancak hukuki güvencelerin fiilî bağımsızlığa dönüşebilmesi kurumun siyasal ve yönetsel etkilerden uzak biçimde faaliyet gösterebilmesi ve vatandaş nezdinde tarafsız bir başvuru mercii olarak kabul görmesiyle mümkündür. Bu nedenle bağımsızlık, yalnızca mevzuatla tanımlanan kurumsal bir özellik değil, KDK'nın meşruiyetini ve denetim kapasitesini doğrudan etkileyen işlevsel bir gereklilik olarak değerlendirilmelidir.

Bildirinin genel değerlendirmesi KDK'nın Türkiye'de hesap verebilirliğin kurumsallaşmasına katkı sağlayabilecek önemli bir tamamlayıcı denetim mekanizması olduğunu fikri etrafında toplanmıştır. Bununla

birlikte kurumun hukuken kurulmuş ve başvuru yollarının tanımlanmış olması tek başına etkili bir ombudsmanlık sistemi için yeterli değildir. Kurumsal bağımsızlığın korunması, vatandaşların KDK'ya erişebilmesi, Kurumun toplum tarafından bilinmesi ve idarenin tavsiye kararlarını yönetsel öğrenmenin bir parçası olarak değerlendirmesi sistemin işlevselliği açısından belirleyicidir.

Bu doğrultuda öncelikle KDK'nın tavsiye kararlarının idare üzerindeki etkisinin daha görünür ve izlenebilir hâle getirilmesi yararlı olacaktır. Tavsiye kararlarının hangi kamu kurumlarınca uygulandığı, uygulanmayan kararların gerekçeleri ve kararların ardından gerçekleştirilen idari değişikliklerin düzenli biçimde raporlanması denetimin sonuçlarının değerlendirilmesini kolaylaştırabilir. Yıllık raporların sadece faaliyetlerin sunulduğu belgeler olarak değil, kamu yönetiminde tekrar eden sorunların, iyi yönetim ilkelerine aykırı uygulamaların ve kurumsal iyileştirme alanlarının belirlendiği bir geri bildirim aracı olarak kullanılması bu açıdan önem arz etmektedir.

Bunun yanında KDK kararlarından elde edilen kurumsal bilginin ilgili kamu idarelerinin hizmet süreçlerine aktarılmasını sağlayacak mekanizmaların geliştirilmesi gerekmektedir. Aynı veya benzer konularda tekrarlanan şikâyetlerin yalnızca bireysel başvurular üzerinden çözüme kavuşturulması yerine bunların altında yatan idari süreçlerin incelenmesi daha kalıcı sonuçlar üretebilir. Böyle bir yaklaşım ombudsmanlığı şikâyet sonrasında devreye giren bir denetim mekanizması olmanın ötesine taşıyarak idari hataların tekrarını azaltan ve kamu hizmetlerinin geliştirilmesine katkıda bulunan bir kurumsal öğrenme aracına dönüştürebilir.

Son olarak vatandaşların KDK'nın görev alanı, başvuru koşulları ve başvurunun doğurabileceği sonuçlar konusunda bilgilendirilmesine yönelik çalışmaların sürdürülmesi önem taşımaktadır. Elektronik başvuru olanaklarının varlığı erişilebilirlik açısından önemli olmakla birlikte hak arama mekanizmalarının etkinliği vatandaşların bu mekanizmaları bilmesi ve kullanabilmesiyle yakından ilişkilidir. Özellikle kamu hizmetlerinden yoğun biçimde yararlanan kesimlere yönelik bilgilendirme faaliyetleri, üniversiteler, yerel yönetimler ve sivil toplum kuruluşlarıyla kurulacak iş birlikleri aracılığıyla çeşitlendirilebilir.

Sonuç olarak KDK'nın Türkiye'de hesap verebilirlik açısından taşıdığı değer bağlayıcı karar verme yetkisinden çok vatandaşın idareyi sorgulayabileceği kurumsal bir kanal oluşturması, idareyi karar ve uygulamalarını gerekçelendirmeye yöneltmesi ve bireysel şikâyetlerden kamu yönetiminin geliştirilmesine yönelik kurumsal bilgi üretebilmesi üzerinden değerlendirilmelidir. Bu nedenle KDK'nın gelecekteki etkinliği yetkilerinin biçimsel varlığından ziyade kurumsal bağımsızlığını ne ölçüde koruyabildiğine, tavsiyelerinin idari

uygulamalara ne ölçüde yansıdığına ve vatandaş ile idare arasındaki hesap verme ilişkisini ne ölçüde güçlendirebildiğine bağlı olacaktır.

KAYNAKLAR

Abdioğlu, H. (2007). Yönetişim ilkelerinin uygulanmasında kamu denetçiliği (ombudsmanlık) kurumu ve Avrupa Birliği sürecinde Türkiye açısından önemi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 6*(11), 79-102.

Aktel, M., Kerman, U., Altan, Y., Lamba, M., & Burhan, O. (2013). Türkiye için yeni bir denetim modeli: Kamu denetçiliği (ombudsman). *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 5*(9), 21-37.

Akyel, R., & Köse, H. Ö. (2010). Kamu yönetiminde etkinlik arayışı: Etkin kamu yönetimi için etkin denetimin gerekliliği. *Türk İdare Dergisi, 466*, 9-45.

Alodalı, M. B., & Usta, S. (2017). Türk yönetim geleneğinde hesap verebilirlik mekanizmaları: Divan-ı Mezalim ve Kamu Denetçiliği Kurumu karşılaştırması. *Strategic Public Management Journal, 3*(6), 168-184. https://doi.org/10.25069/spmj.341437

Altuğ, Y. (1968). *Vatandaşı idarenin yetki tecavüzlerine karşı koruyan ombudsman müessesesi*. Yargıtay 100. Yıldönümü Armağanı, Ankara: Adalet Bakanlığı Yayınevi.

Avaner, T., Uz, B., & Oktay, Z. (2026). Divan-ı mezâlim'den kamu denetçiliği (ombudsmanlık) kurumu'na bireysel şikâyet ve dilekçe hakkının gelişimi. *Adalet Dergisi. 74*, 183-216. https://doi.org/10.57083/adaletdergisi.1676661

Avşar, B. Z. (1988). *Ombudsman (kamu hakemi): Türkiye için bir model önerisi*. Ankara: Hak-İş Konfederasyonu Yayını.

Balcı, A. (2005). Bürokrasi-demokrasi ilişkisi ve hesap verebilirlik yaklaşımı. *H.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi. 23*(1), 313-338. https://izlik.org/JA54CE34LN

Baylan, Ö. (1978). *Vatandaşın devlet yönetimi hakkındaki şikayetleri ve Türkiye için İsveç ombudsman formülü*. İçişleri Bakanlığı Tetkik Kurulu Başkanlığı Yayınları.

Çevikbaş, R. (2010). Yönetimde etik ve yozlaşma. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi. 20*(1), 266-289. https://izlik.org/JA76TK45FH

Devlet Planlama Teşkilatı. (1996). Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (1996-2000). DPT.

Devlet Planlama Teşkilatı. (2000). Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (2001-2005). DPT.

Doğan, K. C. (2016). Türkiye ombudsmanı: yapısal kurumsal ve işlevsel yönleri. *The Journal of International Scientific Researches. 1*(1), 42-49.

Eryılmaz, B., & Biricikoğlu, H. (2011). Kamu yönetiminde hesap verebilirlik ve etik. *İş Ahlakı Dergisi, 4(*1), 19-45.

Kamu Denetçiliği Kurumu Kanunu, Kanun No. 6328. (2012). Resmî Gazete (Sayı: 28338, 29 Haziran 2012).

Kamu Denetçiliği Kurumu Kanununun Uygulanmasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik. (2013). Resmî Gazete (Sayı: 28601, 28 Mart 2013).

Koç-Baykara, F. (2020). Türk kamu yönetiminde iç denetim mekanizmasının işleyişi. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi. 30*(1), 211-221. https://orcid.org/0000-0003-4752-1842

Okur, Y. (2016). Ombudsmanlık kurumu: tarihi gelişim ve Türkiye'de başlangıçta birkaç öneri. *Denetişim. 6*, 71-83. https://izlik.org/JA95JP79AB

Önen, M., & Kurnaz, S. (2017). Kamu yönetimi reformlarında yeni perspektifler ve arayışlar. *ASSAM Uluslararası Hakemli Dergi. 4(*8), 51-69.

Özel, M. (2016). Halka hesap verebilirliğin sağlanması bakımından Türkiye'de Ombudsmanlık Kurumunun değerlendirilmesi. *Dicle Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 8*(16), 388-407.

Şengül, R. (2007). Türkiye'de kamu yönetiminin etkin denetlenmesinde yeni bir kurum: Kamu denetçiliği kurumu. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi. 14*(2), 126-145.

Taner, A. (2012). Kamu yönetiminde yeniden yapılanma arayışları ve hesap verme sorumluluğuna etkileri. *Sayıştay Dergisi, 85*, 27-50.

Türkiye Cumhuriyeti Anayasası. (1982). Resmî Gazete (Sayı: 17863, 9 Kasım 1982).

THE ROLE OF DIGITAL SKILLS IN FOSTERING RESILIENT GROWTH IN TOURISM AND HOSPITALITY

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 purpose of our paper is to investigate whether digital skills contribute to the resilience and growth capacity of tourism and hospitality firms, by paying particular attention to their ability to maintain employment, recover demand and improve operational performance after external shocks. Our analysis focuses on digital skills as a firm-level productive capability rather than on digitalization measured only through technology adoption. We examine whether differences in employees' ability to use digital booking systems, customer relationship management platforms, data-analysis tools, digital marketing applications and integrated operational software are associated with differences in firms' capacity to withstand disruptions and resume growth. In order to achieve our goal, our study addresses three research questions: (1) whether higher levels of digital skills are associated with stronger tourism and hospitality performance during and after periods of demand disruption; (2) whether digital skills improve resilience primarily through employment retention, revenue recovery, or operational efficiency; and (3) whether the relationship differs according to firm size, subsector and intensity of digital technology use. The empirical analysis combines firm-level information on digital skills and technology adoption with indicators of employment, turnover, productivity and business continuity. Resilience is operationalized through the magnitude of the decline in firm performance during a shock and the speed of subsequent recovery. Panel regression models with firm and time fixed effects are employed to control for persistent differences between firms and macroeconomic shocks.

Keywords: digital skills, growth, tourism and hospitality industry

ULUSLARARASI TİCARETTE KÂĞITSIZLAŞMA: YENİ NESİL TİCARET PLATFORMLARININ ROLÜ

Dr. Öğr. Üyesi, Neslihan ÇELİK

Marmara Üni., S.B.M.Y.O, Dış Ticaret, neslihan.celik@marmara.edu.tr, ORCID: 0000-0002-2329-1782

Özet

Uluslararası ticari işlemlerde bilgi ve belgelerin farklı paydaşlar arasında aktarılması süreci, geleneksel kâğıt tabanlı uygulamalar nedeniyle zaman, maliyet ve işlem güvenliği gibi konularda çeşitli sorunlar içerebilmektedir. Ticari bilgilerin birden fazla kuruma sunulması ve aynı belgelerin farklı aşamalarda yeniden girilmesi sınır ötesi işlemlerin etkinliğini sınırlayan unsurlar arasında yer almaktadır. Bu nedenle, ticari belge ve bilgilerin elektronik ortamda oluşturulması, paylaşılması ve işlenmesine dayanan kâğıtsız ticaret uygulamaları giderek önem kazanmaktadır. Ayrıca, kâğıtsızlaşmanın yalnızca belgelerin dijital ortama aktarılmasıyla sınırlı olmadığı; verinin farklı sistemler ve kurumlar arasında güvenilir biçimde paylaşılmasını ve yeniden kullanılmasını sağlayacak teknik ve kurumsal yapıların geliştirilmesini gerektirdiği de görülmektedir. Bu çalışmanın amacı; uluslararası ticarette kâğıtsızlaşma sürecinin dinamiklerini ve yeni nesil ticaret platformlarının bu dönüşümdeki rolünü kavramsal açıdan değerlendirmektir. Bu bağlamda, kâğıtsız ticaretin temel unsurları olan elektronik ticaret belgeleri, elektronik tek pencere sistemleri, veri standartları ve birlikte çalışabilirlik konusu incelenmektedir. Araştırmada nitel araştırma yaklaşımı benimsenmiş; ilgili literatür ile uluslararası kuruluşlarca yayımlanan rapor ve politika belgelerinden yararlanılmıştır. Çalışma, kâğıtsız ticaretin salt dijital belge üretiminin ötesinde, veri paylaşımı, güvenilirlik ve süreç etkinliği açısından potansiyel katkılarını ele almaktadır. Ayrıca, yeni nesil platformların, sınır ötesi ticaret süreçlerinde şeffaflık ve koordinasyonu artırarak, uluslararası ticaretin dijital dönüşümüne nasıl katkı sunabileceği değerlendirilmektedir. Bu çalışmanın, kâğıtsız ticaretin gelişimi ve uluslararası ticaretin dijital dönüşümüne yönelik kavramsal katkı sağlaması beklenmektedir.

Anahtar kelimeler: Uluslararası ticaret, kâğıtsızlaşma, dijital ticaret, elektronik belgeler

PAPERLESSNESS IN INTERNATIONAL TRADE: THE ROLE OF NEXT-GENERATION TRADE PLATFORMS

Abstract

The process of transferring information and documents among different stakeholders in international trade transactions may involve various problems in terms of time, cost, and transaction security due to traditional paper-based practices. The submission of trade-related information to multiple institutions and the re-entry of the same documents at different stages are among the factors that limit the efficiency of cross-border transactions. Therefore, paperless trade practices based on the electronic creation, sharing, and processing of trade-related documents and information have been gaining increasing importance. Furthermore, it is recognized that paperless trade is not limited to transferring documents into digital environments; it also requires the development of technical and institutional structures that enable data to be shared and reused reliably across different systems and institutions. The aim of this study is to conceptually evaluate the dynamics of the paperless trade process in international trade and the role of next-generation trade platforms in this transformation. In this context, electronic trade documents, electronic single window systems, data standards, and interoperability, which are the key elements of paperless trade, are examined. A qualitative research approach is adopted, and the relevant literature as well as reports and policy documents published by international organizations are utilized. The study addresses the potential contributions of paperless trade beyond the mere production of digital documents, particularly in terms of data sharing, reliability, and process efficiency. Furthermore, it evaluates how next-generation platforms may contribute to the digital transformation of international trade by enhancing transparency and coordination in cross-border trade processes. This study is expected to provide a conceptual contribution to the development of paperless trade and the digital transformation of international trade.

Keywords: International trade, paperlessness, digital trade, electronic documents

BEYNƏLXALQ TİCARƏTİN İQTİSADİ ARTIM VƏ RƏQABƏT QABİLİYYƏTİNİN FORMALAŞMASINDA ROLU

prof. Həziyev Vasif Balaxan

Azərbaycan Kooperasiya Universiteti

"Menecment və ticarət" kafedrasının müdiri, Bakı, Azərbaycan

ORCİD: 0000-0003-0465-3917

Xülasə

Məqalədə beynəlxalq ticarətin iqtisadi artım və milli iqtisadiyyatların rəqabət qabiliyyətinin formalaşmasında rolu kompleks şəkildə araşdırılmışdır. Tədqiqatda beynəlxalq ticarətin yalnız əmtəə və xidmətlərin ölkələrarası mübadiləsi deyil, eyni zamanda resursların səmərəli bölgüsünü, ixtisaslaşmanı, əmək məhsuldarlığının yüksəldilməsini, texnologiya və bilik transferini, investisiya fəallığını və innovasiya proseslərini stimullaşdıran çoxşaxəli iqtisadi mexanizm olduğu əsaslandırılmışdır. Araşdırmanın nəticələri göstərir ki, ixracın genişləndirilməsi istehsal və investisiya imkanlarını artırmaqla yanaşı, müəssisələrin miqyas iqtisadiyyatından faydalanmasına və beynəlxalq rəqabət mühitinə uyğunlaşmasına şərait yaradır. İdxal isə xüsusilə kapital və texnologiya tutumlu məhsullar vasitəsilə istehsalın modernləşdirilməsinə və texnoloji yenilənməyə imkan verir. Tədqiqatda ixracın strukturunun iqtisadi artımın keyfiyyətinə təsiri xüsusi vurğulanmış, xammal yönümlü ixracdan yüksək əlavə dəyərli və bilik tutumlu məhsul və xidmətlərin ixracına keçidin rəqabət qabiliyyətinin davamlılığında mühüm əhəmiyyət daşıdığı müəyyən edilmişdir. Eyni zamanda qlobal dəyər zəncirlərində iştirak, birbaşa xarici investisiyalar, insan kapitalı, innovasiya, rəqəmsallaşma və institusional mühit beynəlxalq ticarətin iqtisadi inkişaf potensialını müəyyən edən əsas amillər kimi qiymətləndirilmişdir. Nəticə olaraq, beynəlxalq ticarətin iqtisadi artıma təsirinin səmərəliliyi yalnız ticarət dövriyyəsinin həcmi ilə deyil, iqtisadiyyatın struktur transformasiyası, məhsuldarlıq artımı, ixracın diversifikasiyası, texnoloji modernləşmə və yüksək əlavə dəyərin yaradılması ilə müəyyən olunur. Bu baxımdan davamlı rəqabət qabiliyyətinin təmin edilməsi üçün ticarət siyasətinin innovasiya, insan kapitalı, rəqəmsal transformasiya, logistika və institusional inkişaf siyasətləri ilə əlaqələndirilməsi zəruridir.

Açar sözlər: beynəlxalq ticarət, iqtisadi artım, rəqabət qabiliyyəti, ixrac, idxal, məhsuldarlıq, texnologiya transferi, innovasiya, qlobal dəyər zəncirləri, ixracın diversifikasiyası, insan kapitalı, rəqəmsal ticarət.

THE ROLE OF INTERNATIONAL TRADE IN SHAPING ECONOMIC GROWTH AND COMPETITIVENESS

Prof. Haziyev Vasif Balakhan

Azerbaijan Cooperation University

Head of the Department of Management and Trade, Baku, Azerbaijan

ORCID: 0000-0003-0465-3917

Abstract

This article provides a comprehensive examination of the role of international trade in promoting economic growth and shaping the competitiveness of national economies. The study substantiates that international trade is not merely an exchange of goods and services between countries but also a multidimensional economic mechanism that promotes the efficient allocation of resources, specialization, higher labor productivity, technology and knowledge transfer, investment activity, and innovation processes. The findings demonstrate that the expansion of exports not only increases production and investment opportunities but also enables firms to benefit from economies of scale and adapt to the conditions of international competition. Imports, particularly capital- and technology-intensive goods, contribute to the modernization of production and technological upgrading. Particular emphasis is placed on the impact of export structure on the quality of economic growth. The study establishes that the transition from raw-material-oriented exports toward high-value-added and knowledge-intensive goods and services is essential for ensuring sustainable competitiveness. At the same time, participation in global value chains, foreign direct investment, human capital, innovation, digitalization, and the institutional environment are identified as key factors determining the potential of international trade to contribute to economic development. The study concludes that the effectiveness of international trade in promoting economic growth should not be assessed solely by the volume of trade turnover but also by structural transformation, productivity growth, export diversification, technological modernization, and the creation of high value added. Therefore, ensuring sustainable competitiveness requires the integration of trade policy with policies aimed at promoting innovation, human capital development, digital transformation, logistics, and institutional development.

Keywords: international trade, economic growth, competitiveness, exports, imports, productivity, technology transfer, innovation, global value chains, export diversification, human capital, digital trade.

Giriş

Müasir qloballaşma şəraitində beynəlxalq ticarət milli iqtisadiyyatların inkişafını müəyyən edən əsas iqtisadi mexanizmlərdən biri kimi çıxış edir. Ölkələr arasında mal, xidmət, kapital, texnologiya və bilik mübadiləsinin genişlənməsi milli iqtisadi sistemlərin qarşılıqlı asılılığını artırmaqla yanaşı, iqtisadi artımın mənbələrinin və rəqabət üstünlüklərinin formalaşmasına da əhəmiyyətli təsir göstərir. Ənənəvi olaraq beynəlxalq ticarət ölkələrin malik olduqları müqayisəli üstünlüklərdən səmərəli istifadə etməsinə, ixtisaslaşmanın dərinləşməsinə və resursların daha optimal bölgüsünə şərait yaradan mexanizm kimi qiymətləndirilmişdir. Lakin müasir mərhələdə beynəlxalq ticarətin funksiyası yalnız məhsul və xidmətlərin ölkələrarası mübadiləsi ilə məhdudlaşmır; o, eyni zamanda texnologiya transferinin, innovasiyaların yayılmasının, qlobal dəyər zəncirlərinə inteqrasiyanın və məhsuldarlığın yüksəldilməsinin mühüm kanalıdır.

İqtisadi artımın davamlılığının təmin edilməsində xarici ticarətin rolu xüsusilə inkişaf etməkdə olan və kiçik açıq iqtisadiyyatlar üçün mühüm əhəmiyyət daşıyır. Daxili bazarın məhdudluğu şəraitində beynəlxalq bazarlara çıxış müəssisələrə daha geniş istehlakçı bazasına inteqrasiya olunmaq, istehsal miqyasını artırmaq və miqyas iqtisadiyyatından faydalanmaq imkanı verir. İxrac fəaliyyətinin genişlənməsi istehsalın həcminin artmasına, məşğulluğun yüksəlməsinə, valyuta daxilolmalarının çoxalmasına və investisiya imkanlarının genişlənməsinə şərait yarada bilər. İdxal isə öz növbəsində ölkə daxilində mövcud olmayan və ya daha yüksək xərclərlə istehsal edilən aralıq məhsulların, kapital avadanlıqlarının, texnologiyaların və biliklərin əldə edilməsinə imkan yaratmaqla istehsal potensialının inkişafına təsir göstərir.

Beynəlxalq ticarətin iqtisadi artıma təsir mexanizmlərindən biri resursların səmərəli bölgüsü və ixtisaslaşma ilə bağlıdır. Müqayisəli üstünlüklər nəzəriyyəsinə əsasən, ölkələrin nisbi üstünlüklərinə uyğun sahələrdə ixtisaslaşması ümumi istehsal səmərəliliyinin yüksəlməsinə imkan verir. Bununla belə, müasir iqtisadiyyatda rəqabət üstünlüyü yalnız təbii resurslar və əmək xərcləri ilə müəyyən edilmir. Texnoloji imkanlar, insan kapitalının keyfiyyəti, innovasiya qabiliyyəti, logistika infrastrukturu, institusional mühit, maliyyə imkanları və müəssisələrin idarəetmə potensialı ölkələrin beynəlxalq bazarlardakı mövqeyini müəyyən edən fundamental amillərə çevrilmişdir. Bu baxımdan beynəlxalq ticarət və rəqabət qabiliyyəti arasında qarşılıqlı əlaqənin araşdırılması xüsusi elmi əhəmiyyət kəsb edir.

Qlobal dəyər zəncirlərinin inkişafı beynəlxalq ticarətin strukturunu və iqtisadi artıma təsir mexanizmlərini əhəmiyyətli dərəcədə dəyişdirmişdir. Müasir istehsal prosesində məhsulun dizaynı, xammal təminatı, komponentlərin istehsalı, emalı, logistika, marketinq və satış müxtəlif ölkələrdə həyata keçirilə bilər.

Belə şəraitdə ölkənin beynəlxalq ticarət sisteminə inteqrasiyası yalnız hazır məhsul ixrac etməklə deyil, qlobal istehsal zəncirinin müxtəlif mərhələlərində iştirak etməklə də reallaşır. Qlobal dəyər zəncirlərində iştirak müəssisələrə qabaqcıl texnologiyalara, yeni idarəetmə metodlarına, beynəlxalq standartlara və xarici bazar təcrübəsinə çıxış yaratmaqla onların məhsuldarlıq və rəqabət qabiliyyətinin yüksəlməsinə imkan verə bilər[1].

Beynəlxalq ticarətin rəqabət qabiliyyətinə təsirinin digər mühüm istiqaməti rəqabət təzyiqinin güclənməsidir. Xarici bazarlara açılan müəssisələr beynəlxalq standartlara, keyfiyyət tələblərinə və qiymət rəqabətinə uyğunlaşmaq məcburiyyətində qalırlar. Bu proses müəssisələri istehsal xərclərini azaltmağa, məhsul və xidmətlərin keyfiyyətini yüksəltməyə, innovasiyalara investisiya qoymağa və yeni biznes modelləri tətbiq etməyə stimullaşdıra bilər. Eyni zamanda xarici rəqabətin daxili bazara daxil olması yerli müəssisələr üçün əlavə rəqabət təzyiqi yaradır və nəticədə daha məhsuldar və innovativ müəssisələrin bazarda mövqelərini möhkəmləndirməsinə şərait yaradır.

Bununla yanaşı, beynəlxalq ticarətin iqtisadi artıma təsiri avtomatik və bütün ölkələr üçün eyni xarakter daşımır. Ticarətin liberallaşdırılmasının nəticələri ölkənin iqtisadi strukturundan, institusional inkişaf səviyyəsindən, insan kapitalının keyfiyyətindən, infrastruktur təminatından və ixrac məhsullarının strukturundan əhəmiyyətli dərəcədə asılıdır. Xammal və ilkin məhsulların ixracından yüksək asılılıq iqtisadiyyatın xarici qiymət dəyişmələrinə həssaslığını artıra, ixracın məhdud məhsul qruplarında cəmləşməsi isə iqtisadi diversifikasiyanı zəiflədə bilər. Buna görə də beynəlxalq ticarətin iqtisadi artıma müsbət təsirinin gücləndirilməsi üçün ixracın şaxələndirilməsi, yüksək əlavə dəyər yaradan sahələrin inkişaf etdirilməsi və milli müəssisələrin texnoloji potensialının artırılması mühüm əhəmiyyət daşıyır.

Rəqəmsal transformasiya beynəlxalq ticarətin mahiyyətini daha da dəyişdirən əsas amillərdən biridir. Elektron ticarət, rəqəmsal ödəniş sistemləri, bulud texnologiyaları, süni intellekt, böyük verilənlər və rəqəmsal logistika platformaları beynəlxalq bazarlara çıxış xərclərini azaltmaqla kiçik və orta müəssisələrin də qlobal ticarət proseslərinə qoşulmasına imkan yaradır. Xüsusilə xidmət ticarətində rəqəmsallaşma coğrafi məsafənin əhəmiyyətini azaltmaqla bilik, proqram təminatı, maliyyə, konsaltinq, təhsil və digər rəqəmsal xidmətlərin beynəlxalq dövriyyəsini genişləndirir. Bu isə rəqabət qabiliyyətinin yalnız maddi istehsal və fiziki resurslarla deyil, həm də bilik və texnologiya ilə müəyyənləşməsinə səbəb olur.

Beynəlxalq ticarətin iqtisadi inkişaf prosesində institusional mühitlə qarşılıqlı əlaqəsi də xüsusi əhəmiyyət daşıyır. Səmərəli gömrük sistemi, şəffaf ticarət prosedurları, mülkiyyət hüquqlarının qorunması, müqavilələrin icrası, rəqabət siyasəti, logistika infrastrukturu və maliyyə bazarlarının inkişaf səviyyəsi xarici

ticarətin səmərəliliyinə birbaşa təsir göstərir. Ticarət xərclərinin yüksək olması, inzibati prosedurların mürəkkəbliyi və institusional qeyri-müəyyənlik müəssisələrin beynəlxalq bazarlara çıxış imkanlarını məhdudlaşdıraraq milli iqtisadiyyatın rəqabət potensialını zəiflədə bilər. Əksinə, əlverişli institusional mühit beynəlxalq ticarətin genişlənməsini və onun iqtisadi artıma transformasiya olunmasını sürətləndirir.

Müasir dövrdə beynəlxalq ticarətin inkişafına təsir edən digər mühüm amil qlobal iqtisadi risklər və geoiqtisadi dəyişikliklərdir. Təchizat zəncirlərində fasilələr, enerji və ərzaq bazarlarındakı dəyişkənlik, nəqliyyat xərclərinin artması, proteksionist siyasətlərin güclənməsi və ticarət məhdudiyyətləri beynəlxalq ticarətin əvvəlki modellərinin dayanıqlılığını sınağa çəkir. Bu şəraitdə ölkələrin rəqabət qabiliyyəti yalnız ixracın həcmi ilə deyil, həm də ticarət və təchizat zəncirlərinin şaxələndirilməsi, çevik istehsal imkanları, texnoloji uyğunlaşma və iqtisadi dayanıqlılıq qabiliyyəti ilə qiymətləndirilməlidir[2].

Beləliklə, beynəlxalq ticarət iqtisadi artım və rəqabət qabiliyyətinin formalaşmasında çoxşaxəli və qarşılıqlı əlaqəli mexanizm kimi çıxış edir. Onun təsiri resursların səmərəli bölgüsü, ixtisaslaşma, məhsuldarlığın yüksəldilməsi, texnologiya transferi, innovasiyaların yayılması, investisiyaların cəlb edilməsi, qlobal dəyər zəncirlərinə inteqrasiya və müəssisələrarası rəqabətin güclənməsi vasitəsilə reallaşır. Bu baxımdan tədqiqatın əsas məqsədi beynəlxalq ticarətin iqtisadi artıma və milli iqtisadiyyatın rəqabət qabiliyyətinə təsir edən əsas mexanizmlərini sistemləşdirmək, ticarət inteqrasiyası ilə məhsuldarlıq və innovasiya arasında qarşılıqlı əlaqəni müəyyənləşdirmək və beynəlxalq bazarlarda davamlı rəqabət üstünlüyünün formalaşdırılması üçün əsas iqtisadi və institusional şərtləri nəzəri baxımdan əsaslandırmaqdır.

Material və metodlar

Tədqiqatın metodoloji əsasını beynəlxalq ticarətin iqtisadi artım və milli iqtisadiyyatların rəqabət qabiliyyətinin formalaşmasına təsir mexanizmlərini kompleks şəkildə qiymətləndirməyə imkan verən nəzəri və empirik yanaşmalar təşkil etmişdir. Araşdırmada beynəlxalq ticarət iqtisadiyyatın digər struktur elementlərindən təcrid olunmuş ayrıca amil kimi deyil, istehsal, investisiya, innovasiya, əmək bazarı, texnoloji inkişaf və institusional mühitlə qarşılıqlı əlaqədə olan çoxkomponentli iqtisadi mexanizm kimi nəzərdən keçirilmişdir. Bu yanaşma beynəlxalq ticarətin yalnız ixrac və idxal göstəricilərinə təsirini deyil, onun uzunmüddətli iqtisadi artım və rəqabət qabiliyyətinə yaratdığı dolayı təsirləri də müəyyənləşdirməyə imkan vermişdir.

Tədqiqatın nəzəri-metodoloji bazasında müqayisəli üstünlüklər nəzəriyyəsi, beynəlxalq ticarətin yeni nəzəriyyələri, endogen iqtisadi artım nəzəriyyəsi, rəqabət üstünlüyü konsepsiyası, qlobal dəyər zəncirləri yanaşması və institusional iqtisadiyyatın əsas müddəalarından istifadə edilmişdir. Müqayisəli üstünlüklər

yanaşması ölkələrin ixtisaslaşma və resurs bölgüsü imkanlarının qiymətləndirilməsi üçün əsas nəzəri çərçivə kimi qəbul edilmişdir. Endogen artım yanaşması çərçivəsində isə beynəlxalq ticarətin texnologiya transferi, biliklərin yayılması, insan kapitalının inkişafı və innovasiya vasitəsilə uzunmüddətli iqtisadi artıma təsiri araşdırılmışdır. Rəqabət üstünlüyü yanaşması ölkələrin beynəlxalq bazarlarda mövqeyinin yalnız təbii resurslar və əmək xərcləri ilə deyil, məhsuldarlıq, innovasiya, texnologiya, infrastruktur və institusional keyfiyyət kimi amillərlə müəyyənləşdiyini əsaslandırmaq üçün tətbiq edilmişdir.

Tədqiqatın informasiya bazasını beynəlxalq və milli statistik məlumatlar, beynəlxalq təşkilatların hesabatları, elmi məqalələr, monoqrafiyalar, analitik tədqiqatlar və iqtisadi inkişaf göstəricilərinə dair məlumat bazaları təşkil etmişdir. Əsas informasiya mənbələri kimi Dünya Bankı, Beynəlxalq Valyuta Fondu, Ümumdünya Ticarət Təşkilatı, Birləşmiş Millətlər Təşkilatının Ticarət və İnkişaf üzrə Konfransı, İqtisadi Əməkdaşlıq və İnkişaf Təşkilatı və digər beynəlxalq qurumların statistik və analitik materiallarından istifadə edilməsi məqsədəuyğun hesab edilmişdir. Milli səviyyədə isə xarici ticarət dövriyyəsi, ixrac və idxalın strukturu, ÜDM, sənaye və xidmət sektorlarının inkişafı, investisiya və məşğulluq göstəriciləri üzrə statistik məlumatlar nəzərə alınmışdır.

Beynəlxalq ticarətin iqtisadi artıma təsirinin qiymətləndirilməsi üçün bir sıra əsas makroiqtisadi və struktur göstəricilər müəyyən edilmişdir. Bu göstəricilər sırasında real ÜDM-in artım tempi, adambaşına düşən ÜDM, ixrac və idxalın ÜDM-də xüsusi çəkisi, xarici ticarət dövriyyəsinin həcmi, ixracın artım tempi, ixrac məhsullarının diversifikasiya səviyyəsi, birbaşa xarici investisiyaların həcmi, əmək məhsuldarlığı, sənaye istehsalı, texnologiya və innovasiya göstəriciləri əsas yer tutmuşdur. Belə göstəricilərin kompleks təhlili beynəlxalq ticarətin iqtisadi artımla əlaqəsinin yalnız ticarət dövriyyəsinin həcmi əsasında deyil, iqtisadiyyatın struktur transformasiyası kontekstində qiymətləndirilməsinə imkan verir.

Milli iqtisadiyyatın rəqabət qabiliyyətinin müəyyənləşdirilməsi məqsədilə ixracın struktur və texnoloji xüsusiyyətləri, yüksək əlavə dəyərli məhsulların ixracda payı, əmək məhsuldarlığı, innovasiya fəallığı, texnoloji hazırlıq səviyyəsi, insan kapitalının keyfiyyəti, logistika imkanları və biznes mühitinin inkişaf səviyyəsi əsas göstəricilər kimi qəbul edilmişdir. Rəqabət qabiliyyəti yalnız ixracın həcmi ilə ölçülməmiş, ölkənin beynəlxalq bazarlarda davamlı mövqe əldə etmək və dəyişən qlobal iqtisadi şərtlərə uyğunlaşmaq qabiliyyəti kimi qiymətləndirilmişdir.

Tədqiqatda sistemli yanaşmadan istifadə etməklə beynəlxalq ticarətin iqtisadi artım və rəqabət qabiliyyəti ilə qarşılıqlı əlaqəsi bütöv iqtisadi sistem daxilində təhlil edilmişdir. Bu yanaşmaya əsasən, ixracın genişlənməsi

istehsalın artmasına və investisiya imkanlarının genişlənməsinə, idxalın artması isə texnologiya və kapital mallarının iqtisadiyyata daxil olmasına, nəticədə məhsuldarlığın yüksəlməsinə səbəb ola bilər. Eyni zamanda, iqtisadi artım və texnoloji inkişafın özü də ölkənin ixrac potensialını artıraraq beynəlxalq ticarətin genişlənməsinə şərait yarada bilər. Beləliklə, ticarət və iqtisadi artım arasında yalnız birtərəfli deyil, qarşılıqlı təsir mexanizminin mövcudluğu nəzərə alınmışdır.

Müqayisəli təhlil metodu müxtəlif ölkələrin və iqtisadi inkişaf səviyyələrinin beynəlxalq ticarət göstəricilərinin müqayisəsi üçün tətbiq edilmişdir. Bu zaman ixrac yönümlü inkişaf strategiyasından istifadə edən iqtisadiyyatların göstəriciləri, daha çox daxili bazara əsaslanan iqtisadi modellərlə müqayisə edilə bilər. Müqayisə zamanı ticarət açıqlığı, ixracın diversifikasiyası, iqtisadi artım, məhsuldarlıq və innovasiya göstəriciləri arasında müşahidə olunan əlaqələr nəzərə alınmışdır.

Tədqiqatda statistik və iqtisadi təhlil metodlarından da istifadə edilmişdir. İqtisadi artım ilə beynəlxalq ticarət arasında əlaqənin istiqaməti və intensivliyi ixrac, idxal, ticarət açıqlığı və ÜDM artımı kimi göstəricilərin dinamikası əsasında qiymətləndirilmişdir. Ticarət açıqlığının qiymətləndirilməsi üçün ixrac və idxalın cəminin ÜDM-ə nisbəti əsas göstəricilərdən biri kimi götürülmüşdür. Bununla yanaşı, ixracın ÜDM-ə nisbəti, idxalın kapital və aralıq məhsullarından ibarət strukturunun dəyişməsi və ixracın məhsul və coğrafi diversifikasiyası da nəzərə alınmışdır.

Beynəlxalq ticarətin rəqabət qabiliyyətinə təsir mexanizmlərinin müəyyənləşdirilməsi üçün struktur-funksional yanaşmadan istifadə edilmişdir. Bu çərçivədə beynəlxalq ticarətin əsas funksiyaları resursların səmərəli bölgüsü, bazarların genişləndirilməsi, texnologiya transferi, innovasiyaların yayılması, rəqabətin gücləndirilməsi, istehsal miqyasının artırılması və qlobal dəyər zəncirlərinə inteqrasiya istiqamətlərində qruplaşdırılmışdır. Hər bir mexanizmin iqtisadi artım və rəqabət qabiliyyətinə birbaşa və dolayı təsirləri ayrıca nəzərdən keçirilmişdir.

Tədqiqatın mühüm metodoloji istiqamətlərindən biri səbəb-nəticə əlaqələrinin təhlili olmuşdur. Beynəlxalq ticarətin iqtisadi artıma təsiri ixracın genişlənməsi → istehsalın və investisiyanın artması → məhsuldarlığın yüksəlməsi → məşğulluq və gəlirlərin artması kimi ardıcıl mexanizmlər əsasında qiymətləndirilmişdir. Digər tərəfdən, idxalın texnologiya və kapital avadanlıqlarının əldə edilməsinə şərait yaratması → istehsal imkanlarının genişlənməsi → texnoloji modernləşmə → rəqabət qabiliyyətinin yüksəlməsi istiqamətində formalaşan təsir kanalları da araşdırılmışdır.

İxracın iqtisadi artıma təsirinin qiymətləndirilməsində ixracın diversifikasiyası və əlavə dəyər yaratmaq qabiliyyəti xüsusi metodoloji əhəmiyyət daşımışdır. Xammal və ilkin məhsulların ixracından yüksək asılı olan iqtisadiyyatlarla emal sənayesi, texnologiya və yüksək əlavə dəyərli xidmətlərin ixracında ixtisaslaşan iqtisadiyyatların nəticələri müqayisəli şəkildə nəzərdən keçirilmişdir. Bu yanaşma beynəlxalq ticarətin sadəcə həcminin deyil, onun keyfiyyətinin və iqtisadi strukturun modernləşdirilməsinə verdiyi töhfənin qiymətləndirilməsinə imkan verir.

Bundan əlavə, tədqiqatda analiz və sintez, induksiya və deduksiya, ümumiləşdirmə və qruplaşdırma kimi ümumelmi metodlardan istifadə edilmişdir. Analiz metodu beynəlxalq ticarətin iqtisadi artıma və rəqabət qabiliyyətinə təsir edən ayrı-ayrı komponentlərin müəyyənləşdirilməsinə, sintez isə həmin komponentlərin vahid iqtisadi mexanizm çərçivəsində birləşdirilməsinə xidmət etmişdir. İnduktiv yanaşma ayrı-ayrı ölkələrin və göstəricilərin müşahidəsindən ümumi nəticələr çıxarmağa, deduktiv yanaşma isə beynəlxalq ticarət nəzəriyyələrinin konkret iqtisadi proseslərə tətbiqinə imkan vermişdir.

Ümumilikdə, seçilmiş metodoloji yanaşma beynəlxalq ticarətin iqtisadi artım və rəqabət qabiliyyətinin formalaşmasına təsirini çoxölçülü şəkildə qiymətləndirməyə imkan vermişdir. Tədqiqat çərçivəsində beynəlxalq ticarətin nəticələri yalnız ixrac və idxalın artımı baxımından deyil, həm də məhsuldarlıq, innovasiya, texnologiya transferi, investisiya, insan kapitalı, iqtisadi diversifikasiya və institusional keyfiyyətlə qarşılıqlı əlaqədə nəzərdən keçirilmişdir. Bu metodoloji çərçivə beynəlxalq ticarətin iqtisadi inkişaf üçün yaratdığı imkanlarla yanaşı, onun yaratdığı struktur risklərin və xarici şoklara həssaslığın da obyektiv şəkildə qiymətləndirilməsinə şərait yaradır.

Nəticələr və müzakirə

Aparılan nəzəri və analitik təhlillər göstərir ki, beynəlxalq ticarət iqtisadi artımın və milli iqtisadiyyatların rəqabət qabiliyyətinin formalaşmasına çoxşaxəli təsir göstərən fundamental iqtisadi mexanizmlərdən biridir. Ticarət əlaqələrinin genişlənməsi ölkələrin yalnız xarici bazarlara çıxış imkanlarını artırmır, eyni zamanda istehsal strukturunun dəyişməsinə, resursların daha səmərəli bölgüsünə, texnologiya və bilik transferinin sürətlənməsinə, investisiya fəallığının yüksəlməsinə və müəssisələrin rəqabət mühitinə uyğunlaşmasına şərait yaradır. Bu baxımdan beynəlxalq ticarətin iqtisadi artıma təsiri birbaşa ixrac və idxal göstəriciləri ilə məhdudlaşmır, daha geniş struktur və institusional kanallar vasitəsilə reallaşır.

Tədqiqatın nəticələri ilk növbədə göstərir ki, ticarət açıqlığının yüksəlməsi iqtisadiyyatın istehsal imkanlarının genişlənməsinə mühüm töhfə verə bilər. Ölkənin beynəlxalq bazarlara çıxış imkanlarının artması

müəssisələrin potensial istehlakçı dairəsini genişləndirir və daxili bazarın məhdudluğundan irəli gələn maneələri azaldır. Xüsusilə kiçik və orta ölçülü iqtisadiyyatlarda ixrac bazarlarının genişləndirilməsi istehsal həcminin artırılması və miqyas iqtisadiyyatından istifadə üçün əlverişli şərait yaradır. İstehsalın miqyasının böyüməsi isə vahid məhsula düşən xərclərin azalmasına, texnologiyalara investisiyanın artmasına və əmək məhsuldarlığının yüksəlməsinə səbəb ola bilər.

Bununla yanaşı, beynəlxalq ticarətin iqtisadi artıma təsiri yalnız ixracın genişlənməsi ilə izah edilə bilməz. İdxal da iqtisadi inkişafın mühüm komponenti kimi çıxış edir. Kapital avadanlıqlarının, texnoloji məhsulların, müasir istehsal vasitələrinin və aralıq məhsulların idxalı milli istehsalın texnoloji səviyyəsinin yüksəldilməsinə imkan yaradır. Xüsusilə inkişaf etməkdə olan iqtisadiyyatlarda yerli istehsalın texnoloji modernləşdirilməsi üçün xarici texnologiya və avadanlıqlara çıxış mühüm əhəmiyyət daşıyır. Beləliklə, idxalın düzgün strukturlaşdırılması iqtisadi artımı zəiflədən amil deyil, əksinə, istehsal potensialının genişləndirilməsinə xidmət edən mexanizmə çevrilə bilər.

Tədqiqat nəticələri göstərir ki, beynəlxalq ticarətin ən mühüm uzunmüddətli təsirlərindən biri texnologiya transferi və biliklərin yayılmasıdır. Xarici bazarlarda fəaliyyət göstərən müəssisələr beynəlxalq keyfiyyət standartları, müasir istehsal texnologiyaları və idarəetmə üsulları ilə daha sıx qarşılıqlı əlaqədə olurlar. İdxal olunan kapital malları və texnoloji məhsullar yerli müəssisələrin istehsal proseslərini modernləşdirməsinə şərait yaradır. Eyni zamanda xarici müəssisələrlə əməkdaşlıq, birbaşa xarici investisiyalar və qlobal dəyər zəncirlərində iştirak yeni biliklərin və idarəetmə təcrübəsinin milli iqtisadiyyata ötürülməsini sürətləndirir. Bu proses məhsuldarlığın yüksəlməsi və rəqabət üstünlüklərinin formalaşması üçün mühüm zəmin yaradır.

Beynəlxalq ticarətin rəqabət qabiliyyətinə təsiri xüsusilə rəqabət təzyiqinin güclənməsi vasitəsilə özünü göstərir. Xarici bazarlarda fəaliyyət göstərən müəssisələr daha yüksək keyfiyyət, aşağı istehsal xərcləri, innovativ məhsullar və çevik idarəetmə tələb edən rəqabət mühiti ilə qarşılaşırlar. Bu şərait müəssisələri texnologiyalara investisiya qoymağa, məhsullarını təkmilləşdirməyə, əmək məhsuldarlığını artırmağa və yeni bazar strategiyaları tətbiq etməyə məcbur edir. Nəticədə beynəlxalq ticarət müəssisələrin statik üstünlüklərini deyil, dinamik rəqabət qabiliyyətini formalaşdıran mexanizmə çevrilir.

Digər tərəfdən, tədqiqat göstərir ki, ixracın həcmi qədər onun strukturunun keyfiyyəti də mühüm əhəmiyyət daşıyır. İxracın məhdud sayda xammal və ilkin məhsul üzərində cəmləşməsi ölkə iqtisadiyyatını dünya bazarlarında qiymət dəyişmələrinə və xarici tələbin dalğalanmalarına daha həssas edir. Əksinə, emal

sənayesi, yüksək texnologiyalı məhsullar və bilik tutumlu xidmətlərin ixracda payının artırılması iqtisadiyyatın əlavə dəyər yaratmaq potensialını yüksəldir. Buna görə də rəqabət qabiliyyətinin uzunmüddətli perspektivdə gücləndirilməsi üçün ixracın məhsul, xidmət və coğrafi baxımdan diversifikasiyası mühüm strateji istiqamət hesab edilməlidir[3].

Qlobal dəyər zəncirlərində iştirak beynəlxalq ticarətin iqtisadi artım və rəqabət qabiliyyətinə təsirinin digər mühüm istiqamətidir. Müasir istehsal sistemində məhsulun ayrı-ayrı komponentləri və istehsal mərhələləri müxtəlif ölkələr arasında bölüşdürülür. Bu proses ölkələrə bütün istehsal zəncirini müstəqil şəkildə yaratmadan qlobal istehsal sisteminə inteqrasiya olunmaq imkanı verir. Lakin qlobal dəyər zəncirlərində iştirakın iqtisadi faydası yalnız aşağı əlavə dəyərli istehsal mərhələlərində qalmaqla məhdudlaşmamalıdır. Uzunmüddətli inkişaf baxımından əsas məqsəd texnoloji və idarəetmə imkanlarını artırmaqla daha yüksək əlavə dəyər yaradan mərhələlərə keçidin təmin edilməsidir.

Tədqiqatın nəticələri həmçinin beynəlxalq ticarətlə innovasiya arasında qarşılıqlı əlaqənin mövcudluğunu göstərir. Xarici bazarlarda rəqabət aparan müəssisələr yeni məhsullar yaratmaq, istehsal texnologiyalarını təkmilləşdirmək və istehlakçıların dəyişən tələblərinə uyğunlaşmaq məcburiyyətində qalırlar. Bu, müəssisələrin tədqiqat və inkişaf fəaliyyətlərinə investisiyalarını artıra bilər. Eyni zamanda beynəlxalq bazarlara çıxış innovativ məhsulların kommersiyalaşdırılması üçün daha geniş imkanlar yaradır. Beləliklə, ticarət innovasiyanı stimullaşdıran, innovasiya isə öz növbəsində ixrac potensialını genişləndirən qarşılıqlı təsir mexanizmi formalaşdırır.

Beynəlxalq ticarətin iqtisadi artım üzərində təsirində birbaşa xarici investisiyalar da mühüm rol oynayır. Xarici investisiyalar kapitalın hərəkətini təmin etməklə yanaşı, texnologiya, idarəetmə təcrübəsi, marketinq imkanları və beynəlxalq biznes əlaqələrinin milli iqtisadiyyata daxil olmasına şərait yaradır. Xarici investisiyaların ixrac yönümlü sahələrə istiqamətləndirilməsi ölkənin qlobal bazarlara inteqrasiyasını sürətləndirə bilər. Bununla belə, investisiyaların iqtisadi inkişaf baxımından səmərəsi onların hansı sahələrə yönəldilməsindən və yerli iqtisadiyyatla nə dərəcədə əlaqələndirilməsindən asılıdır. Yerli təchizatçıların və müəssisələrin qlobal istehsal şəbəkələrinə inteqrasiyası bu təsirin daha geniş iqtisadi faydaya çevrilməsinə imkan verir.

Araşdırma göstərir ki, beynəlxalq ticarətin səmərəliliyi institusional mühitin keyfiyyəti ilə sıx bağlıdır. Səmərəli gömrük prosedurları, şəffaf ticarət qaydaları, inkişaf etmiş logistika infrastrukturu, müqavilələrin etibarlı icrası və mülkiyyət hüquqlarının qorunması ticarət xərclərinin azalmasına və müəssisələrin beynəlxalq

bazarlara çıxış imkanlarının genişlənməsinə səbəb olur. Əksinə, inzibati maneələr, qeyri-müəyyən tənzimləmə və yüksək tranzaksiya xərcləri beynəlxalq ticarətin iqtisadi artıma transformasiya olunmasını məhdudlaşdırır. Bu baxımdan ticarət siyasəti yalnız tariflərin azaldılması ilə məhdudlaşmamalı, eyni zamanda institusional və infrastruktur islahatlarını əhatə etməlidir.

İnsan kapitalı beynəlxalq ticarətin rəqabət qabiliyyətinə təsirini müəyyən edən əsas amillərdən biri kimi çıxış edir. Yüksək ixtisaslı əmək qüvvəsinin mövcudluğu ölkələrə daha mürəkkəb və texnologiya tutumlu məhsul və xidmətlər istehsal etmək imkanı verir. Qlobal bazarlarda rəqabətin güclənməsi isə əmək bazarından yeni bilik və bacarıqlar tələb edir. Bu səbəbdən peşəkar təhsil, rəqəmsal bacarıqlar, xarici dil bilikləri, idarəetmə və texniki kompetensiyaların inkişaf etdirilməsi beynəlxalq ticarətin iqtisadi faydalarının artırılmasında mühüm şərtdir.

Müasir mərhələdə rəqəmsallaşma beynəlxalq ticarətin strukturunu və rəqabət mexanizmlərini əhəmiyyətli dərəcədə dəyişdirir. Elektron ticarət platformaları, rəqəmsal ödənişlər, süni intellekt, rəqəmsal logistika və məlumat əsaslı idarəetmə müəssisələrin xarici bazarlara çıxış xərclərini azaldır. Əvvəllər yalnız böyük şirkətlərin malik olduğu beynəlxalq bazar imkanlarından kiçik və orta müəssisələrin də istifadə etməsi asanlaşır. Xüsusilə xidmət sektorunda rəqəmsallaşma coğrafi məsafənin yaratdığı məhdudiyyətləri zəiflədərək proqram təminatı, maliyyə, konsaltinq, təhsil və digər bilik tutumlu xidmətlərin ixracını genişləndirə bilər.

Bununla belə, nəticələr beynəlxalq ticarətin iqtisadi artım üçün avtomatik və birmənalı müsbət nəticə yaratmadığını da göstərir. Ticarət açıqlığının artması zəif rəqabət qabiliyyətinə malik yerli müəssisələr üçün əlavə təzyiq yarada, müəyyən sahələrdə istehsalın azalmasına və əmək bazarında struktur dəyişikliklərinə səbəb ola bilər. Bu baxımdan ticarət siyasəti sosial və struktur uyğunlaşma tədbirləri ilə müşayiət edilməlidir. İşçi qüvvəsinin yenidən hazırlanması, yeni bacarıqların əldə edilməsi, innovativ sahibkarlığın dəstəklənməsi və regionlararası inkişaf fərqlərinin azaldılması ticarət inteqrasiyasının sosial nəticələrinin balanslaşdırılması üçün vacibdir[4].

Digər mühüm nəticə ondan ibarətdir ki, iqtisadiyyatın xarici şoklara davamlılığı beynəlxalq ticarətin strukturundan ciddi şəkildə asılıdır. İxracın azsaylı məhsullarda və ya məhdud sayda bazarlarda cəmləşməsi qlobal qiymət dəyişmələri, geosiyasi risklər, logistika problemləri və xarici tələbin azalması zamanı iqtisadi riskləri yüksəldir. Buna görə də rəqabət qabiliyyətinin davamlılığı yalnız ixracın artırılmasını deyil, həm də ixrac bazarlarının və məhsul strukturunun diversifikasiyasını tələb edir. Çevik təchizat zəncirlərinin yaradılması

və alternativ ticarət tərəfdaşlarının formalaşdırılması da iqtisadi dayanıqlığın gücləndirilməsində mühüm rol oynayır.

Ümumiləşdirilmiş nəticələr göstərir ki, beynəlxalq ticarətin iqtisadi artıma və rəqabət qabiliyyətinə təsiri çoxkanallı və qarşılıqlı xarakter daşıyır. İxrac istehsal və investisiyaları stimullaşdırır, idxal texnologiya və kapital resurslarına çıxışı genişləndirir, beynəlxalq rəqabət məhsuldarlığı və innovasiyanı artırır, qlobal dəyər zəncirlərində iştirak isə bilik və texnologiya transferini sürətləndirir. Bu proseslərin effektivliyi isə institusional keyfiyyət, insan kapitalı, infrastruktur, innovasiya potensialı və makroiqtisadi sabitliklə tamamlanır.

Nəticə etibarilə, beynəlxalq ticarətin milli iqtisadiyyatın rəqabət qabiliyyətinə töhfəsi ticarətin həcmi ilə deyil, onun iqtisadi strukturun modernləşdirilməsinə verdiyi töhfə ilə daha düzgün qiymətləndirilməlidir. Yüksək əlavə dəyər yaradan ixracın genişləndirilməsi, texnologiya transferinin sürətləndirilməsi, qlobal dəyər zəncirlərində daha yüksək mərhələlərə keçid, insan kapitalının inkişafı, rəqəmsal ticarət imkanlarının genişləndirilməsi və əlverişli institusional mühitin formalaşdırılması beynəlxalq ticarətin iqtisadi artıma təsirini gücləndirən əsas amillərdir. Bu yanaşma beynəlxalq ticarəti yalnız xarici iqtisadi əlaqələrin elementi deyil, milli iqtisadiyyatın struktur transformasiyasını, məhsuldarlıq artımını və uzunmüddətli rəqabət üstünlüyünü təmin edən strateji inkişaf mexanizmi kimi qiymətləndirməyə imkan verir.

Nəticə

Aparılan araşdırmanın nəticələri göstərir ki, beynəlxalq ticarət müasir iqtisadi sistemdə iqtisadi artımın sürətləndirilməsi və milli iqtisadiyyatların rəqabət qabiliyyətinin yüksəldilməsi baxımından fundamental əhəmiyyət daşıyan amillərdən biridir. Beynəlxalq ticarətin təsiri yalnız ixrac və idxal əməliyyatlarının həcminin artması ilə məhdudlaşmır; bu proses resursların daha səmərəli bölgüsü, ixtisaslaşmanın dərinləşməsi, əmək məhsuldarlığının yüksəlməsi, texnologiya və bilik transferinin sürətlənməsi, investisiyaların genişlənməsi və innovasiya fəaliyyətinin inkişafı kimi çoxsaylı iqtisadi mexanizmlər vasitəsilə reallaşır.

Tədqiqat əsasında müəyyən edilmişdir ki, ixracın genişləndirilməsi istehsal imkanlarının artırılmasına, müəssisələrin miqyas iqtisadiyyatından yararlanmasına və xarici valyuta daxilolmalarının yüksəlməsinə şərait yaradır. Eyni zamanda idxalın, xüsusilə kapital və texnologiya tutumlu məhsulların idxalının səmərəli təşkili milli istehsalın texnoloji modernləşdirilməsinə və məhsuldarlığın artırılmasına mühüm töhfə verə bilər. Bu baxımdan beynəlxalq ticarətin iqtisadi inkişaf üçün əhəmiyyəti ticarət balansının sadə qiymətləndirilməsindən daha geniş yanaşmanı tələb edir.

Araşdırma göstərir ki, uzunmüddətli rəqabət qabiliyyətinin təmin edilməsində ixracın strukturunun və əlavə dəyərin artırılması xüsusi əhəmiyyət daşıyır. Xammal və ilkin məhsulların ixracından yüksək texnologiyalı, emal olunmuş və bilik tutumlu məhsul və xidmətlərin ixracına keçid iqtisadiyyatın xarici şoklara davamlılığını yüksəldir və daha yüksək gəlir yaratmaq imkanlarını genişləndirir. Bu səbəbdən ixracın məhsul və coğrafi diversifikasiyası milli iqtisadi siyasətin prioritet istiqamətlərindən biri olmalıdır.

Beynəlxalq ticarətin rəqabət üstünlüyü yaratmasında qlobal dəyər zəncirlərində iştirak da mühüm rol oynayır. Qlobal istehsal və xidmət şəbəkələrinə inteqrasiya ölkələrə texnologiya, idarəetmə təcrübəsi və beynəlxalq standartlara çıxış imkanı verir. Lakin davamlı iqtisadi inkişaf baxımından əsas məqsəd yalnız qlobal dəyər zəncirlərində iştirak etmək deyil, həmin zəncirlərdə daha yüksək əlavə dəyər yaradan mərhələlərə keçməkdir. Bunun üçün innovasiya potensialının, insan kapitalının və texnoloji imkanların inkişaf etdirilməsi zəruridir.

Tədqiqatın digər mühüm nəticəsi beynəlxalq ticarətin səmərəliliyinin institusional mühitdən ciddi şəkildə asılı olmasıdır. Effektiv gömrük sistemi, inkişaf etmiş nəqliyyat və logistika infrastrukturu, şəffaf tənzimləmə, mülkiyyət hüquqlarının qorunması, rəqabət mühitinin təmin edilməsi və biznes üçün əlverişli investisiya mühiti ticarət xərclərinin azalmasına və milli müəssisələrin beynəlxalq bazarlarda mövqelərinin güclənməsinə şərait yaradır. Buna görə də ticarət siyasəti makroiqtisadi, institusional, sənaye və innovasiya siyasətləri ilə qarşılıqlı əlaqədə həyata keçirilməlidir.

Müasir mərhələdə rəqəmsal transformasiya beynəlxalq ticarətin inkişaf istiqamətlərini də əhəmiyyətli dərəcədə dəyişdirir. Elektron ticarət, rəqəmsal ödəniş sistemləri, süni intellekt, rəqəmsal logistika və məlumat əsaslı idarəetmə mexanizmləri xüsusilə kiçik və orta müəssisələrin beynəlxalq bazarlara çıxış imkanlarını genişləndirir. Bu baxımdan rəqəmsal infrastrukturun inkişaf etdirilməsi və əhalinin rəqəmsal bacarıqlarının yüksəldilməsi gələcək ticarət rəqabət qabiliyyətinin əsas şərtlərindən birinə çevrilir.

Bununla yanaşı, beynəlxalq ticarətin üstünlüklərindən maksimum istifadə etmək üçün iqtisadiyyatın mümkün xarici risklərə qarşı dayanıqlığının gücləndirilməsi vacibdir. Qlobal qiymət dəyişmələri, geosiyasi gərginliklər, logistika problemləri və təchizat zəncirlərində fasilələr ticarətdən yüksək dərəcədə asılı iqtisadiyyatlar üçün əhəmiyyətli risklər yarada bilər. Bu səbəbdən ticarət tərəfdaşlarının, ixrac məhsullarının və təchizat mənbələrinin diversifikasiyası iqtisadi təhlükəsizliyin mühüm elementi kimi qiymətləndirilməlidir.

Ümumilikdə, beynəlxalq ticarət iqtisadi artımın sadəcə nəticəsi deyil, eyni zamanda onun formalaşmasını sürətləndirən və iqtisadi strukturun transformasiyasını dəstəkləyən mühüm mexanizmdir. Lakin ticarət

açıqlığının öz-özlüyündə yüksək və davamlı iqtisadi artımı təmin etmədiyi nəzərə alınmalıdır. Ticarətin iqtisadi faydalarının miqyası ölkənin istehsal potensialı, insan kapitalı, innovasiya qabiliyyəti, institusional keyfiyyəti, infrastruktur səviyyəsi və ixrac strukturundan asılıdır.

Beləliklə, davamlı iqtisadi artım və yüksək rəqabət qabiliyyəti üçün beynəlxalq ticarət siyasətinin əsas məqsədi yalnız ticarət dövriyyəsinin artırılması deyil, yüksək əlavə dəyər yaradan istehsalın və ixracın genişləndirilməsi, texnoloji modernləşmənin sürətləndirilməsi, qlobal dəyər zəncirlərində mövqenin yüksəldilməsi, innovasiya və insan kapitalının inkişafı, rəqəmsal ticarət imkanlarının genişləndirilməsi və iqtisadiyyatın xarici şoklara davamlılığının artırılması olmalıdır. Bu yanaşma beynəlxalq ticarəti milli iqtisadiyyatın uzunmüddətli inkişaf strategiyasının mühüm komponentinə çevirərək həm iqtisadi artımın keyfiyyətinin yüksəldilməsinə, həm də ölkələrin qlobal rəqabət mühitində daha dayanıqlı mövqe tutmasına imkan verir.

ƏDƏBİYYAT

1. Ekanayake, P. N. S. P., Madsen, J. B., & Bharati, T. (2023). Trade and economic growth: Does the sophistication of traded goods matter? *Journal of Economic Growth, 28*, 481–524.
2. Lee, D., & Zhang, H. (2022). Export diversification in low-income countries and small states: Do country size and income level matter? *Structural Change and Economic Dynamics, 60*, 250–265.
3. Sarin, V., Mahapatra, S. K., & Sood, N. (2022). Export diversification and economic growth: A review and future research agenda. *Journal of Public Affairs, 22*(3), e2524.
4. Zhou, H., & Nyandoro, J. (2023). Export diversification and economic growth: Evidence from Zimbabwe. *Botswana Journal of Economics, 15*(1), 1–9.
5. Zhang, H., & Lee, D. (2022). Export diversification, economic growth and volatility in low-income economies and small states. *Structural Change and Economic Dynamics, 60*, 250–265.

DİCLE ÜNİVERSİTESİ KÖPRÜSÜ MEMBA-MANSAP HİDROLİK KOŞULLARININ SAHA GÖZLEMLERİ, GENİŞLETİLMİŞ KESİT ANALİZİ VE ÇOK ZAMANLI (2002-2025) UYDU GÖRÜNTÜLERİYLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr.Şeyhmus TÜMÜR[1]/Tacettin ŞAHİN[2]

1Dicle Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Diyarbakır, Türkiye, stumur@dicle.edu.tr,0000-0001-7589-8941

2Dicle Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Diyarbakır, Türkiye, sahintacettin@gmail.com,0000-0002-1767-5800

Özet

Bu bildiride, Dicle Nehri üzerinde, Dicle Üniversitesi yerleşkesi yakınında yer alan çok açıklıklı, betonarme tabliyeli bir karayolu köprüsünün memba ve mansap koşulları saha gözlemleri, açık kanal hidroliği hesapları ve çok zamanlı uydu görüntüleri bir arada kullanılarak değerlendirilmiştir. Çalışma, köprünün memba ve mansap kesimlerinden toplanan saha verilerine dayanmakta olup, bu veriler güncel literatür ile desteklenerek yeniden ele alınmış ve genişletilmiş bir hidrolik duyarlılık analiziyle zenginleştirilmiştir. Nehir kesiti trapez kanal olarak idealleştirilmiş; taban genişliği 68,20 m, taban kotu 553,91 m, Manning pürüzlülük katsayısı 0,033 ve enerji eğimi 0,00080 alınarak Manning bağıntısıyla 0,31-4,21 m arasında değişen on farklı su derinliği için debi, ıslak alan, hidrolik yarıçap, Froude sayısı ve taban kayma gerilmesi hesaplanmıştır. Sonuçlar, su derinliği arttıkça debinin 8,29 m³/s'den 636,87 m³/s'ye yükseldiğini ve akımın incelenen tüm senaryolarda kritik altı (sakin) rejimde kaldığını göstermiştir. 2002-2025 dönemine ait uydu görüntüleri Google Earth platformu üzerinden doğrudan sorgulanarak değerlendirilmiş; taşkın yatağının çok kollu (braided) yapısını koruduğu, kıyı bitki örtüsünün ve tarımsal kullanımın zaman içinde yoğunlaştığı belirlenmiştir. Bulgular, aynı nehir kesimini kapsayan HEC-RAS tabanlı bir taşkın modellemesi çalışmasıyla (Oğraş ve Önen, 2020) karşılaştırılarak tartışılmıştır. Ayrıca bulgular, oyulma riskinin değerlendirilmesinde makine öğrenmesi tabanlı yaklaşımlar ve iklim değişikliğine duyarlı coğrafi bilgi sistemi tabanlı çerçeveler gibi güncel yöntemlerle ilişkilendirilerek tartışılmıştır (Khan ve Ismael, 2026; Gholitabar ve Torres, 2026). Sonuç olarak, köprü açıklığının normal akım koşullarında yeterli olduğu; ancak taşkın dönemlerinde köprü ayakları çevresinde yerel oyulma, sürüklenen malzeme birikimi ve yaklaşım dolgusu erozyonu risklerinin düzenli saha izlemesi ve bakım çalışmalarıyla yönetilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Çalışma, akarsu geçişlerinde hidrolik, çevresel ve uzaktan algılama verilerinin bütüncül biçimde değerlendirilmesinin köprü güvenliği açısından önemini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Köprü Hidroliği; Taşkın Yatağı; Manning Bağıntısı; Uzaktan Algılama; Oyulma Riski

HYDRAULIC ASSESSMENT OF THE UPSTREAM-DOWNSTREAM CONDITIONS OF THE DICLE UNIVERSITY BRIDGE THROUGH FIELD OBSERVATIONS, EXTENDED CROSS-SECTION ANALYSIS, AND MULTI-TEMPORAL (2002-2025) SATELLITE IMAGERY

Abstract

This paper evaluates the upstream and downstream conditions of a multi-span, reinforced-concrete-deck highway bridge over the Tigris (Dicle) River, near the Dicle University campus in Diyarbakır, Türkiye, using field observations, open-channel hydraulic calculations, and multi-temporal satellite imagery together. The study builds on field data collected from the upstream and downstream reaches of the bridge, which are reinterpreted here with additional current literature support and enriched through an extended hydraulic sensitivity analysis. The river cross-section was idealized as a trapezoidal channel with a bottom width of 68.20 m, a bed elevation of 553.91 m, a Manning roughness coefficient of 0.033, and an energy slope of 0.00080. Using Manning's equation, discharge, wetted area, hydraulic radius, Froude number, and bed shear stress were computed for ten water-depth scenarios ranging from 0.31 m to 4.21 m. Results show discharge increasing from 8.29 m^3/s to 636.87 m^3/s as depth increases, with flow remaining subcritical across all scenarios. Satellite imagery from 2002 to 2025 was assessed through direct, live queries of the Google Earth platform; the floodplain was found to retain a braided, multi-channel pattern, while riparian vegetation and agricultural use intensified over time. Findings are compared with a recent HEC-RAS-based flood-modelling study covering the same river reach (Oğraş & Önen, 2020). The findings are further discussed in relation to current methodological developments, including machine-learning-based scour prediction and climate-sensitive, GIS-based vulnerability frameworks (Khan & Ismael, 2026; Gholitabar & Torres, 2026). The bridge opening is found adequate under normal flow conditions; however, local scour around piers, accumulation of drifting debris, and erosion of approach embankments during floods require regular field monitoring and maintenance. The study highlights the value of jointly evaluating hydraulic, environmental, and remote-sensing evidence for river-crossing safety.

Keywords: Bridge Hydraulics; Floodplain; Manning's Equation; Remote Sensing; Scour Risk

1. INTRODUCTION

Bridges are fundamental engineering structures maintaining connectivity between residential areas, campus zones, agricultural land, and urban routes. A bridge's safety over a watercourse depends not only on the strength of its structural elements - deck, girders, bearings, and piers - but also on the river channel's long-term behaviour: velocity increase from cross-sectional constriction, flood discharges, morphological instability, sediment mobility, and scour around pier foundations are the principal hydraulic risks over a structure's service life (AASHTO, 2024; KGM, 2022). Local turbulence at the bridge opening can accelerate bed-material entrainment, exposing foundations and reducing load-carrying safety (Environment Agency, 2021; FHWA, 2012a).

Current literature indicates that bridge safety should be addressed not solely through classical hydraulic calculations, but jointly with regular field monitoring, post-flood inspection, and remote-sensing-based assessment (FHWA, 2009; DSI, 2024). The effect of floodplain vegetation on flow roughness has also been confirmed in recent continental-scale studies, which show that the Manning roughness coefficient can vary substantially with vegetation density and flow conditions (Barinas et al., 2024). Multi-band and multi-temporal satellite imagery is increasingly reported as a reliable, low-cost tool for monitoring river planform, riparian vegetation, and floodplain boundaries (Boothroyd et al., 2021a; Albertini et al., 2022); a recent study on dynamic parameterization of floodplain roughness using remote-sensing data further confirms this seasonal variability (Fortes et al., 2025). Methodological diversification is also notable in assessing pier scour risk: alongside empirical formulae, interpretable machine-learning models (Khan & Ismael, 2026) and regional vulnerability assessments integrating climate-change scenarios with geographic information systems (Gholitabar & Torres, 2026) now offer tools that complement classical hydraulic calculations in long-term bridge-safety monitoring.

The bridge examined in this study is a reinforced-concrete-deck, multi-span highway bridge over the Tigris (Dicle) River that carries traffic between the Dicle University campus and the city centre of Diyarbakır. The field data underlying this paper have been reinterpreted and are supported by additional literature, an extended sensitivity analysis, and a multi-temporal satellite-imagery assessment covering 2002-2025.

The Tigris (Dicle) River, one of the largest watercourses in Southeastern Anatolia, exhibits a pronounced flood topography within Diyarbakır Province: the channel widens and narrows seasonally, dense vegetation develops along its banks, and water levels rise sharply during the rainy season. Producing basin-scale flood hazard/risk

maps and limiting flooding's adverse consequences on life, the environment, and economic activities are priority objectives of official flood-management planning (SYGM, 2022); accordingly, structural adequacy alone is not sufficient for evaluating bridges crossing the Tigris River - flood-management and environmental-monitoring dimensions must also be considered.

The purpose of this study is to present a holistic assessment of the upstream and downstream conditions of the Dicle University Bridge through three complementary approaches: (i) field observations and photographic documentation, (ii) an extended Manning's-equation sensitivity analysis based on a trapezoidal-channel assumption, and (iii) a multi-temporal satellite-imagery assessment covering 2002-2025.

2. MATERIALS AND METHODS

This paper reinterprets field data - the bridge's technical characteristics, photographs, and observation notes - through additional literature, an extended sensitivity analysis, and a re-evaluation of updated satellite imagery.

The bridge under study is located on the Tigris (Dicle) River, near the Dicle University Heart Hospital and the Kıtılbıl neighbourhood, opposite the Diyarbakır Courthouse. It is a reinforced-concrete-deck, multi-span highway bridge whose loads are transferred to the ground through reinforced-concrete central piers; longitudinal girders run beneath the deck, alongside a steel-truss service line. Field observations established a deck soffit elevation of ≈562.60 m, an observed maximum water level of 558.12 m, and a freeboard of 4.48 m (Kaya et al., 2026). Key information is summarized in Table 1.

During fieldwork, the substructure beneath the deck, approach embankments, floodplain vegetation, agricultural/livestock activities along the banks, and traces of drifting debris were documented photographically and assessed qualitatively; these observations served as a complementary data source in interpreting the hydraulic results.

To track changes in the study area over a period approaching a quarter-century, satellite imagery from 2002 to 2025 was queried directly on the Google Earth Web platform (earth.google.com) and assessed systematically; the coverage of the available image layers and the composite comparisons prepared for the two end years and the intervening years are detailed in Section 3.3.

In the hydraulic calculations, the river cross-section was idealized as a trapezoidal channel - an approximate simplification necessitated by the irregularity of the actual terrain profile; precise design would require surveyed cross-sections, long-term discharge records, and two-dimensional hydraulic modelling (Chow, 1959; Henderson, 1966). Indeed, recent studies have shown that two-dimensional HEC-RAS-based sediment-transport

models can yield more consistent scour-depth predictions around piers of different geometries than empirical formulae (Al-Jubouri et al., 2024). A bottom width of b = 68.20 m, a side-slope ratio of z = 1 (horizontal:vertical), and a bed elevation of Zt = 553.91 m were adopted. Mean velocity was computed using Manning's equation, widely used for open-channel flows (Ağıralioğlu, 1993; Bayazıt, 1999):

$$V = (1/n)\, x\, R^{(2/3)}\, x\, S^{(1/2)} \quad and \quad Q = V \,.\, A$$

Here, V is the mean velocity (m/s), n is Manning's roughness coefficient, R is the hydraulic radius (m), S is the energy slope, Q is the discharge (m3/s), and A is the wetted area (m^2). The values n = 0.033 and S = 0.00080 were determined from field observations and are retained in this paper (Kaya et al., 2026). The source study computed results only for the observed maximum (h = 4.21 m) and minimum (h = 0.31 m) water depths; in this paper, a sensitivity analysis was carried out using the same geometry and n-S values for a total of ten water-depth scenarios between 0.31 m and 4.21 m, computing the wetted area (A), wetted perimeter (P), hydraulic radius (R), mean velocity (V), discharge (Q), top width (T), hydraulic depth (D = A/T), Froude number (Fr = V/sqrt(g.D)), and bed shear stress ((τ = ρ·g·R·S)). The accuracy of the computational approach was confirmed by the exact agreement between the extreme values in the extended table (h = 0.31 m and h = 4.21 m) and the source-study results (Q = 8.29 m^3/s and Q = 636.87 m^3/s).

Figure 1. General view of the study area and the bridge

3. RESULTS

3.1. Technical Characteristics of the Bridge and Field Observations

The bridge under study is classified as a reinforced-concrete-deck, multi-span highway bridge. Field observations established that the longitudinal girders beneath the deck are placed at regular intervals, and that

traces of moisture and discoloration exist between them; while these do not directly indicate a loss of load-carrying capacity, they require periodic inspection because of the associated risk of reinforcement corrosion (Kaya et al., 2026). The steel-truss service line remains above normal water levels but was assessed as requiring regular monitoring, since it forms a surface on which drifting debris can become entangled during floods. Key information is summarized in Table 1.

Table 1. Key information on the study area and the bridge (Kaya et al., 2026)

Parameter	Value
Location	Tigris (Dicle) River, near Dicle University Heart Hospital / Kıtılbıl area, Diyarbakır
Structure type	Multi-span, reinforced-concrete-deck highway bridge
Structural system	Reinforced-concrete central piers + longitudinal girders beneath the deck
Additional element	Steel-truss service line parallel to the bridge
Deck soffit elevation	approx. 562.60 m
Observed maximum water level	558.12 m
Freeboard	4.48 m
Bed elevation (Zt)	553.91 m
Bottom width (b)	68.20 m
Side-slope ratio (z, H:V)	1
Manning roughness coefficient (n)	0.033
Energy slope (S)	0.00080

Figure 2. View of the bridge pier and flow during the flood period

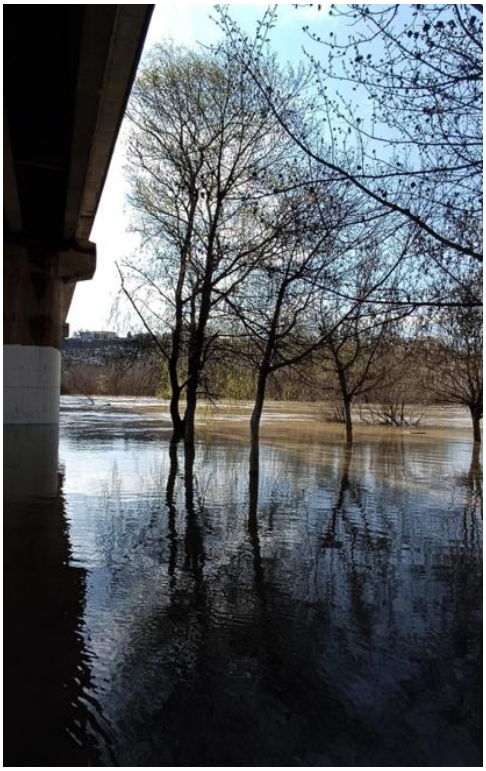


Figure 3. Wooded area submerged within the floodplain

3.2. Extended Hydraulic Cross-Section Analysis

Table 2 presents the hydraulic quantities computed for ten water-depth scenarios ranging from 0.31 to 4.21 m, using the trapezoidal-channel assumption and Manning's equation. The results show that wetted area, hydraulic radius, mean velocity, and discharge increase systematically as water depth increases, whereas the Froude number remains clearly below 1 in all scenarios, indicating subcritical flow throughout. At the lowest water depth (h = 0.31 m), discharge is 8.29 m^3/s, while at the maximum water depth (h = 4.21 m) it reaches 636.87 m3/s; this is accompanied by an approximately twelve-fold increase in bed shear stress (from 2.41 N/m^2 to 29.87 N/m^2). This trend indicates a marked rise in scour potential around the bridge piers at high water levels, consistent with the scour mechanisms defined in FHWA HEC-18 (2012a) and with recent machine-learning-based models using bed shear stress and discharge as key predictors of scour depth (Khan & Ismael, 2026).

Table 2. Hydraulic quantities computed for ten water-depth scenarios using the trapezoidal cross-section and Manning's equation

h (m)	Z (m)	A (m^2)	P (m)	R (m)	V (m/s)	Q (m^3/s)	Fr (-)	tau (N/m^2)	Flow regime
0.31	554.22	21.24	69.08	0.307	0.39	8.29	0.22	2.41	Subcritical
0.75	554.66	51.71	70.32	0.735	0.70	36.11	0.26	5.77	Subcritical
1.00	554.91	69.20	71.03	0.974	0.84	58.29	0.27	7.65	Subcritical
1.50	555.41	104.55	72.44	1.443	1.09	114.44	0.29	11.33	Subcritical
2.00	555.91	140.40	73.86	1.901	1.32	184.66	0.30	14.92	Subcritical
2.50	556.41	176.75	75.27	2.348	1.51	267.64	0.31	18.43	Subcritical
3.00	556.91	213.60	76.69	2.785	1.70	362.43	0.32	21.86	Subcritical
3.50	557.41	250.95	78.10	3.213	1.87	468.36	0.33	25.22	Subcritical
4.00	557.91	288.80	79.51	3.632	2.03	584.88	0.33	28.50	Subcritical
4.21	558.12	304.85	80.11	3.805	2.09	636.87	0.33	29.87	Subcritical

The depth-dependent trends are visualized in Figures 4 and 5. Figure 4 shows wetted area, hydraulic radius, mean velocity, and discharge all increasing systematically with water depth, most sharply at lower depths (h < 1.5 m). Figure 5(a) confirms the Froude number stays clearly below 1 across all scenarios, keeping flow subcritical, while Figure 5(b) shows bed shear stress increasing approximately linearly, explaining the rising scour risk around bridge piers at high water levels.

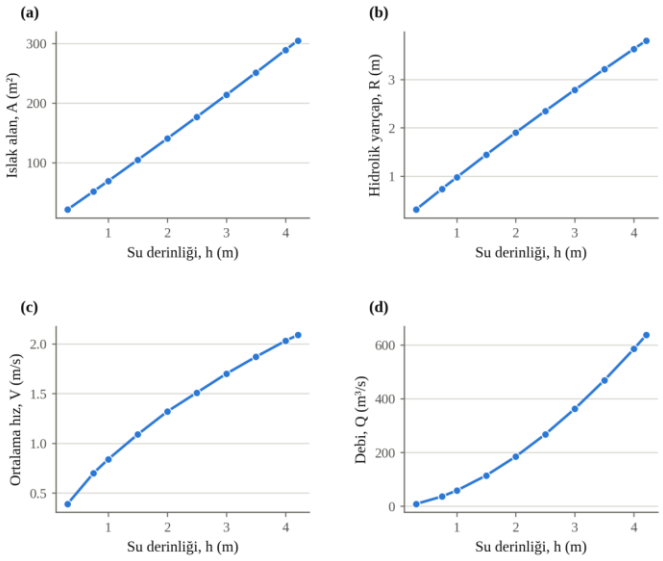


Figure 4. Variation with water depth of (a) wetted area, (b) hydraulic radius, (c) mean velocity, and (d) discharge (trapezoidal cross-section, Manning's equation; n = 0.033, S = 0.00080)

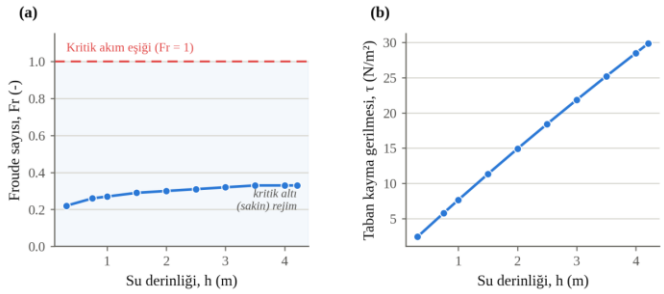


Figure 5. Variation with water depth of (a) Froude number and (b) bed shear stress; the dashed line indicates the critical-flow threshold (Fr = 1)

3.3. Multi-Temporal Satellite-Imagery Assessment: The 2002-2025 Time Series

To assess the hydraulic and environmental conditions of the study area not merely at a single point in time but over nearly a quarter-century, satellite imagery from 2002 to 2025 was examined within a single chronological framework. The May 2002 image - the oldest high-resolution record available in the Google Earth archive for the studied location - was taken as the series' starting point, and the February 2025 image - the most recent record accessible when this paper was prepared - as its endpoint. Figure 6 presents these two end dates comparatively within the same frame, with upstream on the left and downstream on the right.

2002 (May) 2025 (February)

Figure 6. Comparison of satellite images of the study area from 2002 and 2025 (Google Earth, 2026)

The comparison in Figure 6 reveals that, over the 23-year interval, the general position of the river channel and bridge crossing remained stable, whereas riparian vegetation visibly intensified and agricultural/settlement use

expanded toward the river. In the 2002 image, relatively open, sparsely vegetated areas dominate the floodplain, whereas by 2025 the same areas are largely covered by dense tree and shrub cover. This change indicates that afforestation and spontaneously developing riparian vegetation have increased flow roughness over time, consistent with continental-scale findings showing that vegetation density is a significant determinant of Manning's roughness coefficient in floodplains (Barinas et al., 2024); similarly, a study demonstrating that floodplain roughness can be dynamically updated using remote-sensing data (Fortes et al., 2025) supports this finding.

To detail the transition between the two end dates, intermediate images from 2006, 2011, 2015, and 2020 were also assembled within the same framework (Figure 7). These show that the change progressed episodically rather than linearly: the 2006 and 2011 images show shallow flow branches and islets becoming more pronounced downstream, whereas after 2015 riparian vegetation began covering a large portion of the floodplain. Along the same reach - between the Diyarbakır-Silvan highway and the historic Ten-Eyed Bridge, including the Dicle University campus section - Oğraş and Önen (2020) carried out a one-dimensional, HEC-RAS-based flood-modelling study, producing water-surface profiles and flood-hazard maps for the Q25, Q50, Q100, and Q500 return periods. Although obtained with a different method and purpose, this study provides an independent reference dataset well suited to future cross-comparison with the discharge estimates obtained here.

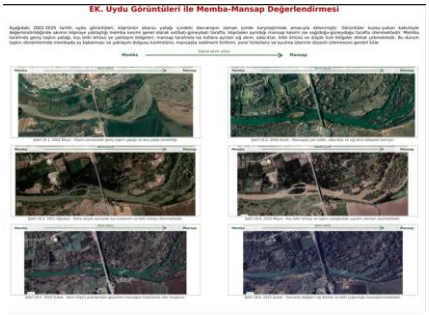


Figure 7. Multi-temporal, flow-direction-based comparison supported by intermediate cross-sections from 2002, 2006, 2011, 2015, 2020, and 2025 (Google Earth, 2026)

Figure 8. Detailed satellite image of the study area from 2022 (Source: Google Earth, 2026; Kaya et al., 2026)

A higher-resolution image from 2022 (Figure 8) is presented separately to detail the post-2020 portion of the series; in this image, the river channel's braided structure, riparian vegetation density, and the bridge's position can be clearly observed.

A direct query on the Google Earth Web platform while preparing this paper (September 2026) confirmed that separate annual image layers for 2023 and 2024 were also available for the studied location; a detailed comparison for these years is left to future work. Considered as a whole, the 2002-2025 time series shows that the river channel remained spatially stable, while riparian vegetation and human use intensified steadily toward the 2020s; this trend is consistent with recent literature on the reliability of remote-sensing-based planform and vegetation-monitoring methods (Boothroyd et al., 2021a, 2021b; Qin et al., 2026).

4. DISCUSSION, CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

4.1. Discussion

The extended hydraulic sensitivity analysis shows that the bridge opening can safely carry normal flow given its current geometry, but that flow character is highly sensitive to water level. The rapid decrease in hydraulic radius at low depths may be an important finding for the river ecosystem during dry periods, whereas the sharp increase in discharge and bed shear stress at high depths explains why pier scour and drifting-debris accumulation require priority monitoring during floods (Environment Agency, 2021; FHWA, 2012a). Recent GIS-based frameworks assessing how climate-driven discharge shifts may alter scour risk regionally (Gholitabar & Torres, 2026) point to the value of extending such findings to a basin-scale vulnerability assessment.

Field observations support these hydraulic findings within their environmental context. Poplar and willow trees within the floodplain were found to be partially submerged during flood periods. Vegetation contributes to bank stability but also increases flow roughness, consistent with recent continental-scale studies showing that vegetation density has a significant, spatially variable effect on Manning's coefficient in floodplains (Barinas et al., 2024). Small-livestock grazing, hobby gardening, and agricultural use observed along the banks were assessed as having the potential to constrain the floodplain's natural function and to pose a risk to life and property during floods (DSI, 2024).

The multi-temporal satellite-imagery assessment covering 2002-2025 (Figures 6 and 7) reveals that the river channel largely retained its braided, multi-channel structure over this quarter-century, while riparian vegetation density and agricultural/settlement pressure increased progressively. That satellite-imagery-based monitoring is a reliable method for documenting planform change and vegetation development is supported by large-scale Google Earth Engine applications (Boothroyd et al., 2021b), by multi-band flood/surface-water detection

studies (Albertini et al., 2022), and by a recent framework for monitoring channel dynamics in braided rivers (Qin et al., 2026).

4.2. Conclusions and Recommendations

In this study, the upstream and downstream conditions of the Dicle University Bridge were addressed through field observations, an extended hydraulic sensitivity analysis, and a multi-temporal satellite-imagery assessment covering 2002-2025. The findings show that the bridge opening safely carries normal flow conditions, and that flow remains subcritical across all scenarios examined. Nevertheless, the marked increase in discharge and bed shear stress with rising water level indicates that local pier scour, drifting-debris accumulation, and approach-embankment erosion during floods must not be overlooked.

The multi-temporal assessment showed that the floodplain's braided structure was largely preserved over this period, while riparian vegetation and agricultural/settlement pressure increased over time. This indicates that uncontrolled floodplain use could constrict the flow cross-section and increase flood risk, necessitating an environmental-planning approach that prioritizes the floodplain's natural function.

In summary, a river bridge's long-term safe service depends not only on its structural condition but also on regular, joint monitoring of upstream-downstream hydraulic conditions, floodplain behaviour, vegetation change, and riparian land use. Future work should: (i) verify the current calculations with surveyed cross-sections and two-dimensional HEC-RAS modelling; (ii) incorporate high-resolution imagery from 2023-2024; (iii) directly monitor scour depth via post-flood bed-elevation surveys; (iv) cross-validate the discharge estimates obtained here against the HEC-RAS-based return-period discharges (Q25-Q500) produced by Oğraş and Önen (2020) for the same reach; and (v) integrate machine-learning-based scour-prediction models (Khan & Ismael, 2026) and climate-scenario GIS-driven vulnerability assessments (Gholitabar & Torres, 2026) into the bridge's risk-management plan.

REFERENCES

AASHTO. (2024). LRFD Bridge Design Specifications (10th ed.). American Association of State Highway and Transportation Officials.

Ağıralioğlu, N. (1993). Su Kaynakları Mühendisliği [Water Resources Engineering]. Beta Yayıncılık.

Albertini, C., Gioia, A., Iacobellis, V., & Manfreda, S. (2022). Detection of surface water and floods with multispectral satellites. Remote Sensing, 14(23), 6005. https://doi.org/10.3390/rs14236005

Al-Jubouri, M., Ray, R. P., & Abbas, E. H. (2024). Prediction of scour depth for diverse pier shapes utilizing two-dimensional Hydraulic Engineering Center's River Analysis System sediment model. Fluids, 9(11), 247. https://doi.org/10.3390/fluids9110247

Barinas, G., Good, S. P., & Tullos, D. (2024). Continental scale assessment of variation in floodplain roughness with vegetation and flow characteristics. Geophysical Research Letters, 51(1), e2023GL105588. https://doi.org/10.1029/2023GL105588

Bayazıt, M. (1999). Hidroloji [Hydrology]. Istanbul Technical University Press.

Boothroyd, R. J., Nones, M., & Guerrero, M. (2021a). Deriving planform morphology and vegetation coverage from remote sensing to support river management applications. Frontiers in Environmental Science, 9, 657354. https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.657354

Boothroyd, R. J., Williams, R. D., Hoey, T. B., Barrett, B., & Prasojo, O. A. (2021b). Applications of Google Earth Engine in fluvial geomorphology for detecting river channel change. Wiley Interdisciplinary Reviews: Water, 8(1), e1496. https://doi.org/10.1002/wat2.1496

Chow, V. T. (1959). Open-Channel Hydraulics. McGraw-Hill.

Environment Agency. (2021). Scour at Bridges and Other Hydraulic Structures Manual. UK Environment Agency.

Federal Highway Administration [FHWA]. (2009). Bridge Scour and Stream Instability Countermeasures: Experience, Selection, and Design Guidance (HEC-23). U.S. Department of Transportation.

Federal Highway Administration [FHWA]. (2012a). Evaluating Scour at Bridges (HEC-18). U.S. Department of Transportation.

Federal Highway Administration [FHWA]. (2012b). Stream Stability at Highway Structures (HEC-20). U.S. Department of Transportation.

Fortes, A. A., Hashimoto, M., & Udo, K. (2025). Application of remote sensing floodplain vegetation data in a dynamic roughness distributed runoff model. Remote Sensing, 17(10), 1672. https://doi.org/10.3390/rs17101672

General Directorate of Highways [KGM]. (2022). Technical principles for bridges and structures. KGM.

General Directorate of State Hydraulic Works [DSI]. (2024). Flood management and river-channel technical publications. DSI General Directorate.

General Directorate of Water Management [SYGM]. (2022). Tigris Sub-Basin Flood Management Plan. Ministry of Agriculture and Forestry.

Gholitabar, S., & Torres, A. (2026). GIS-based assessment of climate change impacts on bridge scour vulnerability and infrastructure performance in New York State. Innovative Infrastructure Solutions, 11, 547. https://doi.org/10.1007/s41062-026-02948-9

Google Earth. (2026). Dicle University Bridge and surroundings, multi-temporal satellite imagery (2002-2025) [Satellite imagery]. https://earth.google.com

Henderson, F. M. (1966). Open Channel Flow. Macmillan.

Kaya, M. C., Yıldız, E., & Yolcu, V. B. (2026). Dicle Üniversitesi köprüsünün memba ve mansap şartlarının incelenmesi [Investigation of the upstream and downstream conditions of the Dicle University bridge] (Unpublished undergraduate graduation thesis; Supervisor: S. Tümür). Dicle University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering.

Khan, A., & Ismael, D. (2026). Interpretable machine learning for bridge-pier scour prediction and flood resilience. Frontiers in Built Environment, 11, 1731114. https://doi.org/10.3389/fbuil.2025.1731114

Oğraş, S., & Önen, F. (2020). Flood analysis with HEC-RAS: A case study of Tigris River. Advances in Civil Engineering, 2020, 6131982. https://doi.org/10.1155/2020/6131982

Qin, M., Liu, J., Liu, X., Xu, H., & Bai, Y. (2026). An integrated remote-sensing framework for channel dynamics monitoring in braided rivers. Remote Sensing, 18(10), 1552. https://doi.org/10.3390/rs18101552

PV-BATARYA DESTEKLİ HİBRİT AA/DA MİKROŞEBEKENİN MODELLENMESİ VE KURAL TABANLI ENERJİ YÖNETİMİ: BİR HAFTALIK BENZETİM ÇALIŞMASI

Öğr. Gör., Ahmet EREN 1/ Prof. Dr., Ahmet Mete VURAL2

1Gaziantep Üniversitesi, Naci Topçuoğlu M.Y.O., Elektronik ve Otomasyon Bölümü, ahmeteren@gantep.edu.tr, 0000-0001-8739-4548

2Gaziantep Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi., Elektrik Elektronik Mühendisliği, mvural@gantep.edu.tr, 0000-0003-2543-4019

Özet

Bu çalışmada, fotovoltaik (FV) ve batarya destekli bir hibrit AA/DA mikroşebekenin ayrıntılı benzetim modeli MATLAB/Simulink ortamında geliştirilmiş ve bu model üzerinde kural tabanlı bir enerji yönetim sistemi (KT-EYS) tasarlanarak bir haftalık enerji performansı benzetimi ile değerlendirilmiştir. Mikroşebeke; DA barasında 45 kW kurulu güce sahip bir FV dizisi ile 196 V, 180 Ah kapasiteli bir batarya enerji depolama sistemini, AA barasında konut, aydınlatma ve sulama yüklerini, DA barasında veri merkezi ve elektrikli araç şarj yüklerini, çift yönlü bir bağlantı dönüştürücüsünü ve şebeke bağlantısını içermektedir. KT-EYS; FV üretiminin önceliklendirilmesi, bataryanın şarj ve deşarj sınırları içinde tutulması ve gerektiğinde şebeke ile güç alışverişi yapılması ilkelerine dayanan önceden tanımlı karar kurallarıyla güç akışını yönetmektedir. Sistem, Gaziantep için 2025 yılı Temmuz ayına ait temsili bir haftalık saatlik ışınım, sıcaklık ve yük profilleri kullanılarak benzetilmiş; performans, üretim-tüketim dengesi, şebeke etkileşimi ve batarya davranışı üzerinden nicel olarak değerlendirilmiştir. Sonuçlara göre, 7.036,60 kWh kümülatif tüketime karşılık 2.546,48 kWh kümülatif FV üretimi elde edilmiş, haftalık tüketimin yaklaşık %36,2'si yerel yenilenebilir üretimle karşılanmış ve net şebeke ithalatı 4.468,85 kWh olmuştur. Batarya şarj gücü ve depolama kapasitesi sınırları, yapılandırmanın ana darboğazı olarak tespit edilmiştir. Geliştirilen model, işletme profilleri ve değerlendirme çerçevesi, gelecekteki çalışmalarda öğrenme tabanlı enerji yönetim stratejilerinin kıyaslanabileceği şeffaf ve yeniden üretilebilir bir temel oluşturmaktadır.

Anahtar kelimeler: Hibrit mikroşebeke, enerji yönetimi, kural tabanlı kontrol, batarya enerji depolama

MODELING AND RULE-BASED ENERGY MANAGEMENT OF A PV-BATTERY SUPPORTED HYBRID AC/DC MICROGRID: A ONE-WEEK SIMULATION STUDY

Abstract

In this study, a detailed simulation model of a photovoltaic (PV) and battery supported hybrid AC/DC microgrid is developed in the MATLAB/Simulink environment, and a rule-based energy management system (RB-EMS) is designed and evaluated on this model through a one-week energy performance simulation. The microgrid comprises a 45 kW PV array and a 196 V, 180 Ah battery energy storage system on the DC bus; residential, lighting, and irrigation loads on the AC bus; data-center and electric-vehicle charging loads on the DC bus; a bidirectional interlinking converter; and a utility grid connection. The RB-EMS directs the power flow through predefined decision rules that prioritize the use of PV generation, keep the battery within its charging and discharging limits, and exchange power with the grid when necessary. The system is simulated over a representative one-week period in July 2025 for Gaziantep, Türkiye, using hourly irradiance, temperature, and load profiles, and its performance is quantified in terms of the generation-consumption balance, grid interaction, and battery behaviour. The results show a cumulative PV generation of 2,546.48 kWh against a cumulative consumption of 7,036.60 kWh, with approximately 36.2% of the weekly demand covered by local renewable generation and a net grid import of 4,468.85 kWh. The battery charging-power and storage capacity limits are identified as the main bottleneck of the configuration. The developed model, operating profiles, and evaluation framework form a transparent and reproducible baseline for benchmarking learning-based energy management strategies in future work.

Keywords: Hybrid microgrid, energy management, rule-based control, battery energy storage

1. INTRODUCTION

The continuous increase in energy demand and the environmental impacts of fossil fuels make the integration of renewable energy sources into power grids inevitable (Das et al., 2024). In particular, photovoltaic (PV) systems and battery energy storage systems (BESS) integrated into direct current (DC) buses have emerged as key technologies to enhance supply security and reduce carbon emissions. However, the inherently variable and unpredictable nature of these resources highlights the need for an effective energy management system (EMS) in microgrids (Akter et al., 2024; Tahir, 2024; Thirunavukkarasu et al., 2022). Hybrid AC/DC microgrids, which host both bus types and exchange power through interlinking converters, have accordingly received significant attention (Nejabatkhah & Li, 2015). In recent years, artificial intelligence (AI) and machine learning (ML) based methods have emerged as powerful alternatives for energy management (Lu et al., 2021). In particular, deep reinforcement learning (DRL) algorithms can learn effective control policies through direct interaction with the environment without requiring a complete mathematical model of the system dynamics, and they have been extensively investigated for battery scheduling and grid interaction in microgrids (Suresh et al., 2020), with hybrid optimization frameworks proposed to further enhance their performance (Ibrahim et al., 2025). In practice, however, the applicability, transparency, and real-time implementability of an energy management strategy are equally important, and rule-based energy management systems (RB-EMS) remain the most widely deployed solutions in field applications owing to their low computational burden and predictable behaviour. Moreover, a well-documented rule-based baseline, evaluated on realistic generation, load, and operating profiles, is a prerequisite for the fair assessment of more advanced learning-based methods. This study develops a detailed model of a PV and battery supported hybrid AC/DC microgrid and proposes a rule-based EMS that manages the power flow among the PV array, the battery, the loads, and the utility grid. The system is simulated over a representative one-week period using hourly irradiance, temperature, and load profiles for Gaziantep, Türkiye, and its performance is quantified in terms of the generation–consumption balance, grid interaction, and battery cycling behaviour. The resulting model, operating profiles, and evaluation framework establish a transparent and reproducible baseline against which learning-based EMS approaches, such as DRL, will be benchmarked in a future study.

2. SYSTEM MODEL

This section presents the system model of the hybrid microgrid (HMG), as illustrated in Fig. 1. The HMG comprises a DC bus hosting the photovoltaic (PV) array and the battery energy storage system (BESS), an AC

bus connected to the utility grid and the aggregated loads, and a bidirectional interlinking converter (BIC) that enables controlled power exchange between the two buses.

2.1. PV System Model

The photovoltaic (PV) system used in this study was modelled using the standard PV Array block in MATLAB/Simulink. The model calculates the current–voltage (I–V) and power–voltage (P–V) characteristics of the panel based on solar irradiance and cell temperature inputs, following the single-diode modelling approach (Villalva et al., 2009)

of the panel based on solar irradiance and cell temperature inputs. In the simulation, the Sunpreme Inc. SNPM-GxB-500 module was selected, each providing approximately 500 W of maximum power. The PV array consists of 9 modules connected in series and 10 parallel strings, yielding an output voltage of approximately 516 V and a peak power of 45 kW.

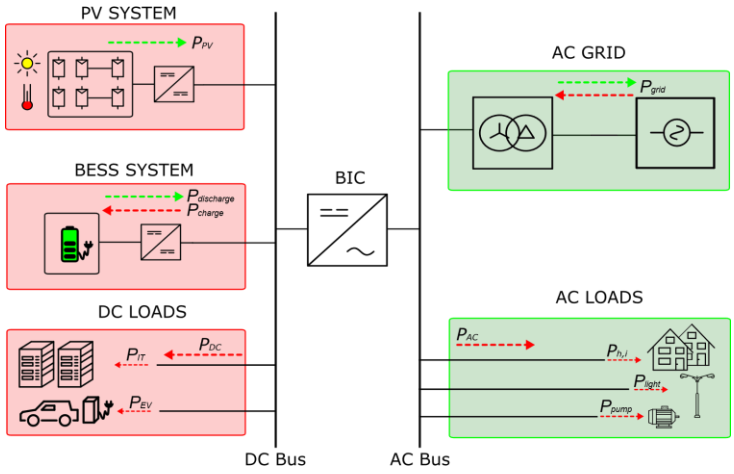


Fig. 1. HMG structure.

To improve computational efficiency, no maximum power point tracking (MPPT) algorithm was implemented. Instead, the output voltage was regulated around 516 V, enabling the PV system to operate in the maximum current region. The efficiency of the boost converter at the PV output was assumed to be 93%. The production constraint of the PV system at time t is expressed in (1). Accordingly, the PV output power always remains between zero and the maximum PV power,

$$0 \leq P_{PV}(t) \leq P_{PV}^{max} \quad (1)$$

2.2. BESS Model

A BESS was utilized to ensure energy continuity of the HMG and to mitigate fluctuations in PV generation. In the simulation, a lead-acid battery bank with a nominal voltage of 196 V and a capacity of 180 Ah was modelled using the Simulink Battery block, which implements the dynamic battery model of Tremblay and Dessaint (2009). The charge/discharge power is determined by the controller and applied to the battery through a controlled current source by converting the instantaneous voltage V_{bat} information into a current reference $I_{bat-ref}$. The most fundamental variables that determine the battery's state are the charge power, discharge power, and state of charge, with the boundary conditions given in (2), (3), and (4), respectively:

$$0 \leq P_{charge}(t) \leq P_{charge}^{max} \tag{2}$$

$$0 \leq P_{discharge}(t) \leq P_{discharge}^{max} \tag{3}$$

$$SoC_{min} \leq SoC(t) \leq SoC_{max} \tag{4}$$

2.3. DC Load Models

Two different DC loads, a data center (IT) and an electric vehicle (EV) fast charging station, are considered at the DC bus of the microgrid model. The IT load represents a critical, continuously operating infrastructure. In the simulation, this load is modelled with a constant power consumption of 15 kW, with an oscillation of approximately 10% added to reflect real operating conditions. Thus, both the stable and variable consumption characteristics of the data center are considered. The EV fast charging station, on the other hand, is modelled as a high-power and variable load. It is assumed that the station demand is modelled as a variable hourly profile with sustained base consumption and intermittent fast-charging events reaching peaks of up to 88 kW. The load demand varies between zero and maximum limits and has a significant impact on the overall energy management performance of the system. The operating boundary conditions for data center and EV charging station power consumption are shown in (5) and (6), respectively.

$$0.9\, P_{IT}^{nom} \leq P_{IT}(t) \leq 1.1\, P_{IT}^{nom} \tag{5}$$

$$0 \leq P_{EV}(t) \leq P_{EV}^{max} \tag{6}$$

2.4. BIC Model

Effective transfer of electrical energy between AC and DC buses within the microgrid structure is ensured through a BIC, which enables the coordinated operation of the two subgrids (Loh et al., 2013). This configuration allows for the transfer of DC power $P_{DC}(t)$ from PV and BESS sources to the AC grid when needed, and conversely, the transfer of AC power $P_{AC}(t)$ from the grid to the DC bus when energy is required. The converter efficiency η_{BIC} is assumed to be 98% in the simulation. The same efficiency value is assumed to be valid for power transfer in both directions. Accordingly, when power is transferred from the DC bus to the AC bus, the total power demand, $P_{tot}^{DC\rightarrow AC}(t)$, is defined as a function of $P_{DC}(t)$ where $P_{DC}(t) = P_{IT}(t) + P_{EV}(t)$. Conversely, when power is transferred from the AC bus to the DC bus, the total power demand will be $P_{tot}^{AC\rightarrow DC}(t)$. Both power demand expressions are given in (7) and (8) respectively.

$$P_{tot}^{DC\rightarrow AC}(t) = P_{DC}(t) + {}^{1}/_{\eta_{BIC}} \cdot P_{AC}(t) \tag{7}$$

$$P_{tot}^{AC\rightarrow DC}(t) = P_{AC}(t) + {}^{1}/_{\eta_{BIC}} \cdot P_{DC}(t) \tag{8}$$

2.5. AC Load Models

On the AC side of the microgrid, three different load groups were modelled: residential loads, common street lighting, and an irrigation system. Ten separate detached houses on the same street were defined with individual load profiles. Each house has a variable power consumption at different times of the day, with a maximum consumption of up to 10 kW. The residential loads are not equivalent and exhibit different demand behaviours at various times, which increases the dynamism of the system.

The common street lighting system used by the houses is also included in the model. This load is defined as a constant consumption element that becomes active at night and can consume up to 4 kW of power. Finally, a common irrigation system is added. This system operates at specific times depending on the need and can demand a maximum of 8 kW of power. The boundary conditions for the power consumption of detached houses $P_{h_i}(t)$, lighting system $P_{light}(t)$ and the irrigation system $P_{pump}(t)$ are given in (9), (10), and (11), respectively.

$$0 \leq P_{h_i}(t) \leq P_{h_i}^{max} \tag{9}$$

$$0 \leq P_{light}(t) \leq P_{light}^{max} \tag{10}$$

$$0 \leq P_{pump}(t) \leq P_{pump}^{max} \tag{11}$$

In this case, the total active power consumption at the AC bus will be as shown in (12).

$$P_{AC}(t) = \sum_{i=1}^{10} P_{h_i}(t) + P_{light}(t) + P_{pump}(t) \tag{12}$$

2.6. AC Grid Model

The AC grid side of the microgrid is modelled with the assumption of an infinite busbar at a voltage level of 380 V, 50 Hz. The power exchange between the DC and AC busbars is carried out through a BIC, which allows the microgrid to either draw energy from the grid or transfer excess energy to it when necessary. The total energy $E_{grid}(t)$ drawn from or transferred to the grid is calculated as the time-dependent sum of the instantaneous power values. This relationship is given in (13):

$$E_{grid}(t) = \sum_{i=1}^{N} P_{grid}(t_i) \cdot \Delta t \tag{13}$$

The power at each time step in the grid is measured as P_{grid} which represents the net power remaining from all consumption and generation within the HMG system. It is assumed that if the P_{grid} value is negative, the surplus power in the system is exported to the grid, and if it is positive, power is imported from the grid. The cumulative import and export energies obtained from (13) are used in Section 4 to quantify the grid interaction of the microgrid over the simulation week.

3. METHODS

This section outlines the rule-based energy management strategy considered in this study. The RB-EMS is implemented in MATLAB/Simulink and executed on the hybrid microgrid model shown in Fig. 1 under realistic weekly profiles of irradiance, load, and ambient temperature. The operational constraints and limits (e.g., charging/discharging bounds) are enforced by the controller, and a fixed converter efficiency is assumed in both power transfer directions.

The increasing use of microgrids for the integration of distributed energy resources necessitates the development of controllers that include an integrated EMS. These systems play a critical role in the effective management and efficient operation of assets within the microgrid. In addition to the widely used RB-EMS, optimization-based EMSs (OT-EMS) have also been reported in the literature (Restrepo et al., 2021). The RB-EMS directs microgrid resources within the framework of predefined logical rules to ensure that the energy produced from renewable sources is appropriately consumed or stored, and such schemes have been

experimentally demonstrated on laboratory-scale renewable microgrids (Merabet et al., 2017). In contrast, OT-EMS is a more advanced approach that typically includes optimization-based models aimed at minimizing operating costs while considering various technical constraints. In this study, an RB-EMS is used to provide a simple, clear, and easily applicable reference method for microgrid energy management. This allows the control system to direct energy flow within the microgrid according to simple and predefined rules.

The RB-EMS proposed in this study is designed with a decision-making mechanism based on simple rules that consider PV generation, battery status (SoC), AC and DC load demands, and grid interaction. The main objective of the algorithm is to primarily use PV generation to supply the loads, operate the battery within safe limits, and perform energy exchange with the grid when necessary. The RB-EMS flowchart is shown in Fig. 2.

As shown in Fig. 2, the algorithm first compares the available PV power with the total demand referred to the DC bus through the BIC efficiency, as defined in (7), and then decides on battery charging or discharging based on the battery status. For the battery, the maximum charging current is specified as 18 A and the maximum discharging current as 36 A. When the SoC reaches its lower limit, the battery is protectively charged from the grid at the maximum charging current, whereas at the upper limit the battery is kept idle and any PV surplus is exported to the grid. The rule set is evaluated at a 1 s simulation time step over the one-week horizon, while the weather and load profiles are defined at hourly resolution. Additionally, the algorithm calculates the consumption of AC and DC loads, the grid exchange, and the battery current reference at each time step.

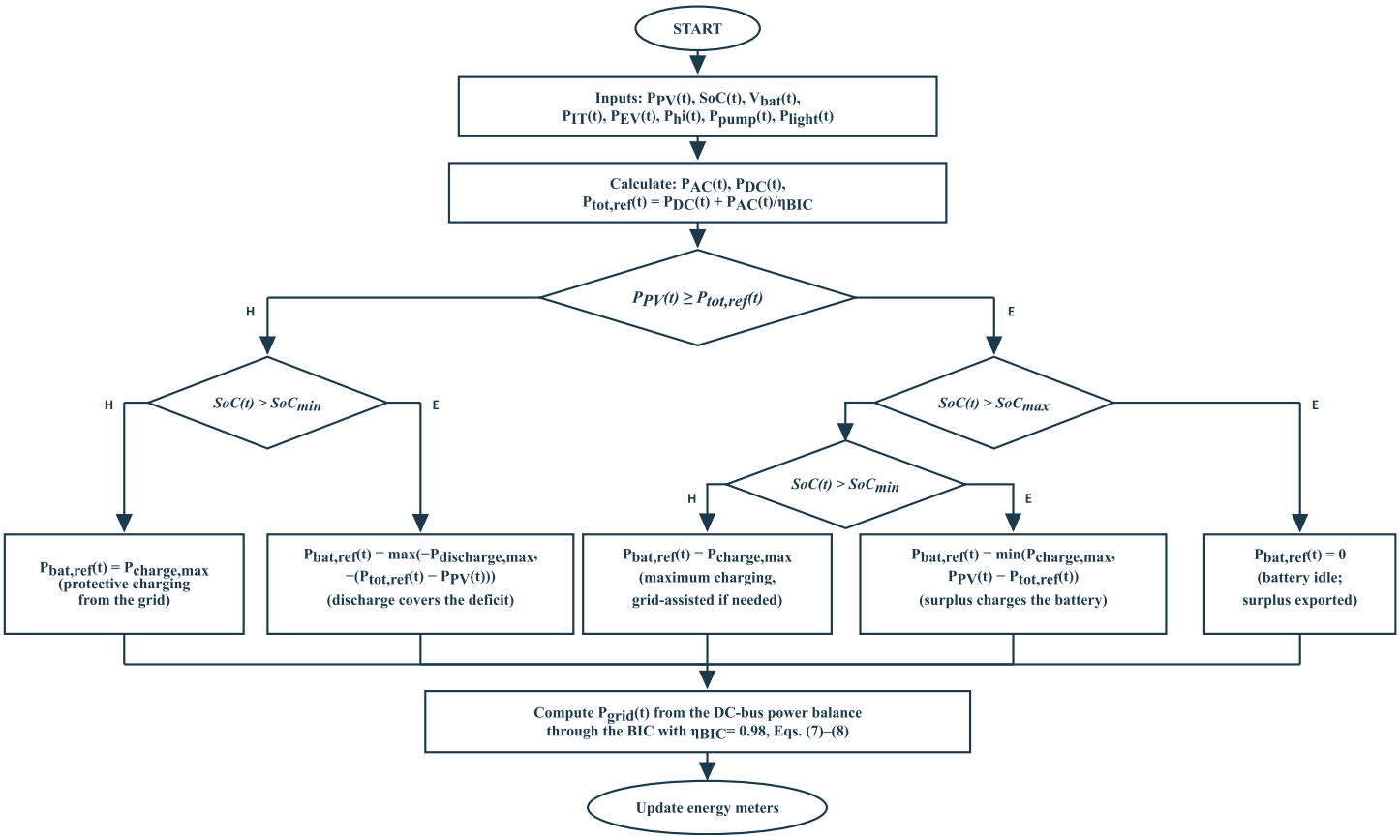


Fig. 2. RB-EMS flowchart.

AC, DC, and total energy consumption and generation are monitored separately at each time step. The cumulative import and export energies over the simulation horizon are recorded as the primary indicators of grid interaction and are complemented by the battery state-of-charge trajectory for the assessment of cycling behaviour.

The RB-EMS, which operates with these rules, offers a solution suitable for real-time application due to its low computational complexity, while also serving as a reference method for comparisons with more advanced optimization-based and learning-based methods.

4. RESULTS

To evaluate the RB-EMS under realistic conditions, a representative one-week window in July 2025 is used for Gaziantep, providing the hourly irradiance and ambient temperature profiles shown in Fig. 3. The irradiance exhibits a pronounced diurnal cycle peaking at 950–1000 W/m² around midday, while the temperature varies

between about 21–26 °C in the early morning and 42–44 °C in the afternoon. The PV power closely tracks the irradiance, peaking at 38.0 kW near noon; the temperature-induced efficiency reduction keeps this peak below the 45 kW nameplate rating. These profiles serve as the exogenous inputs for all simulations in this section.

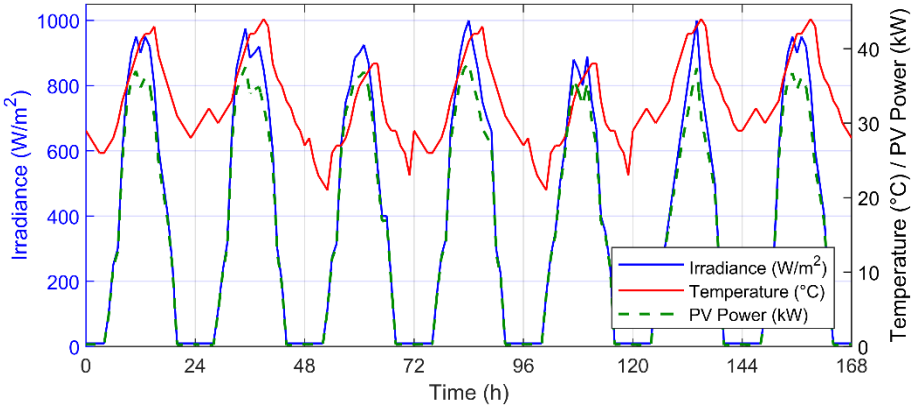


Fig. 3. Hourly irradiance, ambient temperature, and resulting PV output power for the one-week window in July 2025, Gaziantep

The BESS is a 196 V, 180 Ah lead-acid bank; the controller limits the charging and discharging currents to 18 A and 36 A and constrains the SoC to a 10–95% window as shown in Fig. 4.

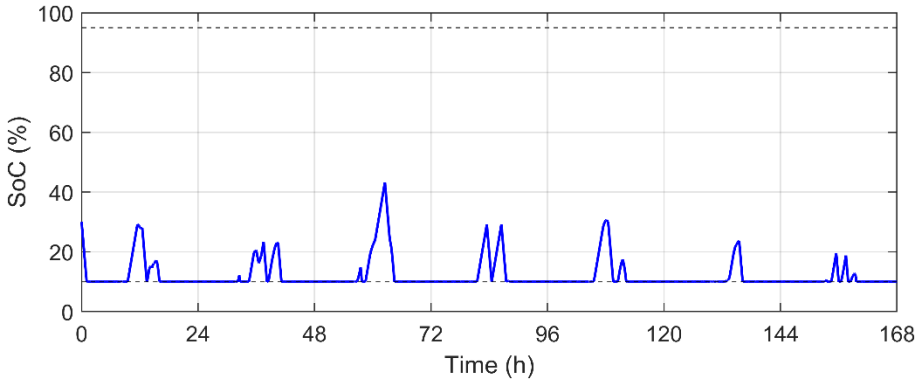


Fig. 4. BESS SoC profile under the RB-EMS over one week.

Starting from 30%, the trajectory in Fig. 4 remains near the lower bound for most of the week, with midday surpluses lifting the SoC to at most 43.3%: the 18 A cap admits only ~3.5 kW of surplus, while the evening deficit repeatedly drains the battery. The charging-power capability and the storage capacity, rather than the rule structure, are therefore the main bottlenecks of the present configuration.

As shown in Fig. 5 and summarized in Table 1, the cumulative PV generation of 2,546.48 kWh covers approximately 36.2% of the weekly consumption of 7,036.60 kWh, with a net grid import of 4,468.85 kWh and

a negligible export of 56.94 kWh. The import-dominated balance reflects the load-heavy sizing of the system, in which the average demand of about 42 kW persists around the clock while the PV peak reaches only 38 kW at midday. Together with the SoC analysis above, these results indicate that a higher renewable coverage would require increased charging-power and storage capacity or a more anticipatory battery scheduling, motivating the learning-based extension planned as future work.

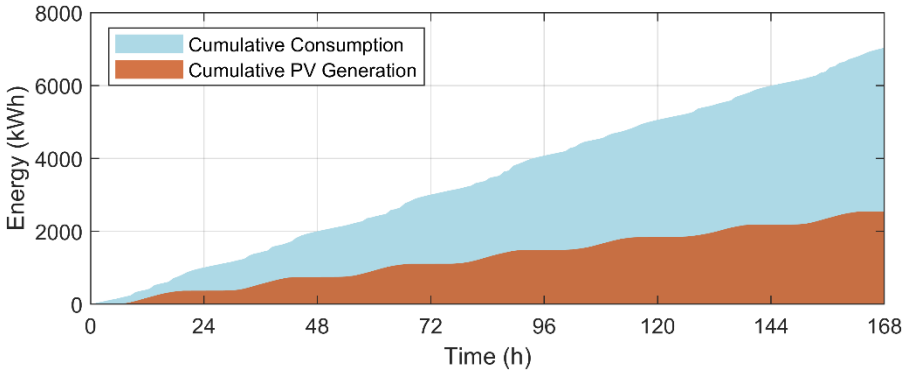


Fig. 5. Weekly cumulative energy under the RB-EMS: cumulative consumption and cumulative PV generation

Table 1. Weekly energy balance of the microgrid under the RB-EMS

Metric	Value
Cumulative PV generation	2,546.48 kWh
Cumulative consumption	7,036.60 kWh
Renewable coverage ratio	36.2%
Gross grid import	4,525.79 kWh
Gross grid export	56.94 kWh
Net grid import	4,468.85 kWh
Observed SoC range	10.0-43.3%

5. CONCLUSION

In this study, a PV and battery supported hybrid AC/DC microgrid was modelled in MATLAB/Simulink and a rule-based EMS was evaluated through a one-week simulation for Gaziantep, Türkiye. The RB-EMS covered 36.2% of the weekly demand of 7,036.60 kWh with the local PV generation of 2,546.48 kWh, while the 18 A charging limit and the limited storage capacity kept the battery near its lower SoC bound and were identified as the main bottlenecks. The developed model and rule set are directly applicable in real time and constitute a transparent baseline for future work, in which learning-based strategies such as deep reinforcement learning will be benchmarked on the same model and profiles.

REFERENCES

Akter, A., et al. (2024). A review on microgrid optimization with meta-heuristic techniques: Scopes, trends and recommendation. Energy Strategy Reviews, 51, 101298.

Das, S., et al. (2024). Review of multi-criteria decision-making for sustainable decentralized hybrid energy systems. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 202, 114676.

Ibrahim, O., et al. (2025). Integrated DDPG-PSO energy management systems for enhanced battery cycling and efficient grid utilization. Energy Nexus, 100448.

Loh, P. C., Li, D., Chai, Y. K., & Blaabjerg, F. (2013). Autonomous operation of hybrid microgrid with AC and DC subgrids. IEEE Transactions on Power Electronics, 28(5), 2214–2223.

Lu, R., et al. (2021). A hybrid deep learning-based online energy management scheme for industrial microgrid. Applied Energy, 304, 117857.

Merabet, A., Ahmed, K. T., Ibrahim, H., Beguenane, R., & Ghias, A. M. Y. M. (2017). Energy management and control system for laboratory scale microgrid based wind-PV-battery. IEEE Transactions on Sustainable Energy, 8(1), 145–154.

Nejabatkhah, F., & Li, Y. W. (2015). Overview of power management strategies of hybrid AC/DC microgrid. IEEE Transactions on Power Electronics, 30(12), 7072–7089.

Restrepo, M., et al. (2021). Optimization- and rule-based energy management systems at the Canadian Renewable Energy Laboratory microgrid facility. Applied Energy, 290, 116760.

Suresh, V., et al. (2020). Microgrid energy management system with embedded deep learning forecaster and combined optimizer. IEEE Access, 8, 202225–202239.

Tahir, H. (2024). Optimization of energy storage systems for integration of renewable energy sources—A bibliometric analysis. Journal of Energy Storage, 94, 112497.

Thirunavukkarasu, G. S., et al. (2022). Role of optimization techniques in microgrid energy management systems—A review. Energy Strategy Reviews, 43, 100899.

Tremblay, O., & Dessaint, L.-A. (2009). Experimental validation of a battery dynamic model for EV applications. World Electric Vehicle Journal, 3(2), 289–298.

Villalva, M. G., Gazoli, J. R., & Ruppert Filho, E. (2009). Comprehensive approach to modeling and simulation of photovoltaic arrays. IEEE Transactions on Power Electronics, 24(5), 1198–1208.

IMPACT OF IMPERFECT CSI AND PORT JITTER ON THE ERGODIC CAPACITY OF SLOW FLUID ANTENNA MULTIPLE ACCESS SYSTEMS

Merih Leblebici[1]/ Ali Çalhan[2]

[1]Duzce University, Department of Electrical and Electronics Engineering, merihleblebici@duzce.edu.tr, 0000-0002-7709-2906

[2]Duzce University, Department of Computer Engineering, alicalhan@duzce.edu.tr, 0000-0002-5798-3103

Abstract

Fluid antenna systems (FAS) offer a revolutionary approach toward realizing massive connectivity, allowing users to move their antennas to spatial points of deep fades through physical movements. While slow fluid antenna multiple access (s-FAMA) greatly cuts down the switching rate compared to fast FAMA, the actual performance of such schemes in the presence of hardware limitations and estimation errors has been left as an open problem. In this paper, we analyze the ergodic capacity of an s-FAMA downlink system in the face of hardware challenges, specifically the lack of perfect channel state information (CSI) and spatial port jitter due to mechanical movements. Using Monte Carlo simulations, it is shown that while s-FAMA is capable of achieving a significant increase in capacity over a simple single-input single-output (SISO) system, it is highly sensitive to channel estimation errors and spatial jitter. These results emphasize robust design for practical s-FAMA under realistic conditions.

Keywords: FAMA, CSI, ergodic capacity, hardware impairments

1. INTRODUCTION

One of the key objectives of 6G and future wireless networks include the ability to provide massive connectivity for a globally interconnected environment that comprises pervasive intelligence (Pennanen et al., 2025). Currently, some of the main physical layer techniques used for this purpose are massive multiple-input multiple-output (MIMO) and non-orthogonal multiple access (NOMA). However, these traditional techniques have several limitations. For example, massive MIMO requires a large number of radio frequency (RF) chains and complex baseband precoding in the base station (BS), while NOMA relies heavily on sophisticated multi-user power allocation and successive interference cancellation (SIC) (Akbar et al., 2025).

Recent innovations in fluid antenna systems (FAS) have put antennas into play as potential revolutionary solutions compared to conventional fixed antenna designs (Wong et al., 2021). Any radiating structure that is controllable by means of software and is either in the form of a liquid medium or RF pixels is considered a fluid antenna that can change shape or location within a confined space. Taking advantage of the spatial variability of the fading channels, a single RF chain fluid antenna allows the user to "tune" to the location where sum-interference encounters a deep fade. From this principle, the concept of fluid antenna multiple access (FAMA) was introduced to allow hundreds of users to operate on the same time-frequency resource block (Wong & Tong, 2022).

In the earlier design of fast-FAMA, there was a need to switch antenna ports per symbol, which made the process computationally and physically difficult. On the contrary, in a slow-FAMA (s-FAMA) system, the users only switch their optimal port locations when there is a change in the large-scale fading channel state, making it a significantly more practical paradigm for real-world deployment (Wong et al., 2023).

Although there has been great theoretical potential shown through s-FAMA, significant deficiencies remain in the analysis of the algorithm’s practical performance (Pakravan et al., 2026). Current analytical methods assume that the receiver knows the exact channel state information (CSI) of all possible ports and that the antenna itself can be moved to the exact spatial point. The reality is that it is impossible in the real world for the receiver to know the exact CSI values of all ports due to pilot contamination, noise, and estimation complexity. In addition, it is difficult to switch the physical port precisely because of inherent mechanical tolerances, referred to as port jitter (Tong et al., 2025). Since s-FAMA depends on finding very narrow pockets of spatial interference nulls, slight inaccuracies in spatial position and channel estimation may affect the signal-to-interference-plus-noise ratio (SINR).

To bridge this critical gap in the literature, this paper investigates the ergodic capacity of an s-FAMA downlink network in realistic impairment conditions of imperfect CSI and spatial port jitter. Unlike previous studies, which focuses on theoretical outage probability in ideal conditions, we propose a more realistic model taking into consideration the variance of estimation errors (τ) and the spatial jitter standard deviation (σ_j). Through Monte Carlo simulations, we are able to determine the capacity loss due to the hardware and estimation impairments. Furthermore, it is demonstrated that even with the existence of the aforementioned imperfections, the s-FAMA still outperforms the traditional SISO in terms of multiplexing gain, as long as number of ports (N) is sufficiently high.

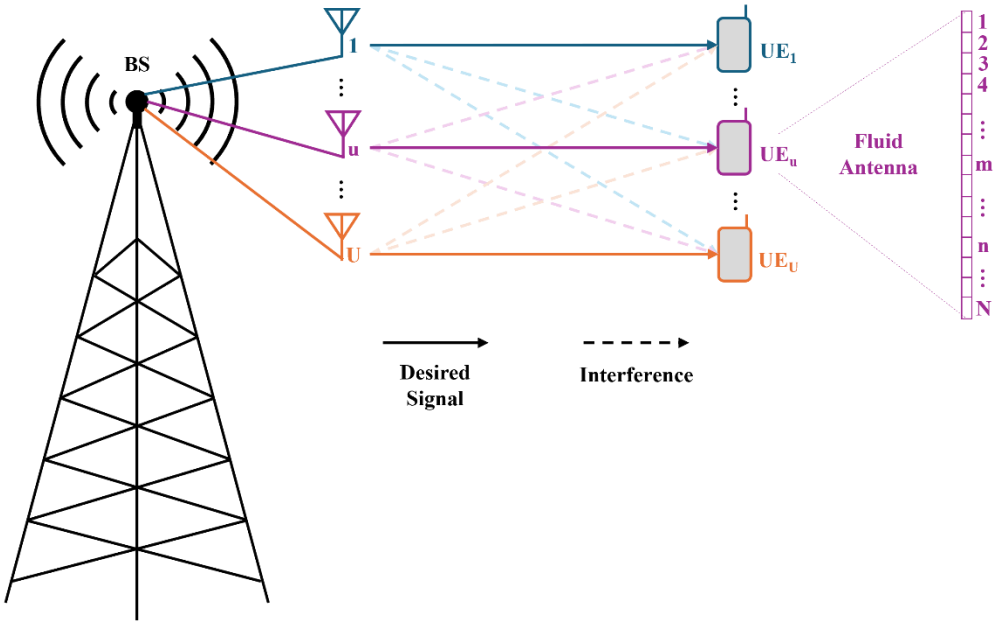


Fig. 1. System model

2. SYSTEM MODEL

2.1. Network Topology and Nominal Channel Model

We consider a downlink interference-limited multiple access channel as shown in Fig. 1, where a BS having U antennas serves U single-antenna users. Each BS antenna is used for transmission of data to its corresponding user. All users employ a linear fluid antenna system that operates over a physical length $W\lambda$, where λ is the wavelength of the carrier. This spatial span is quantized to N equally-spaced nominal ports such that the antenna can move between the pre-defined ports.

Consider $h_{k,p}^{(u)} \in \mathbb{C}$ as the complex baseband channel between the k-th BS antenna and the p-th nominal port of the u-th user. We have the assumption that there is flat Rayleigh fading among the channels, which can be treated as zero-mean circularly symmetric complex Gaussian (CSCG) random variables. Due to the presence of physical proximity among the ports in the limited space W, the correlation is present between the observations of channels on different ports. This spatial correlation between the m-th and n-th nominal ports is defined using the classical Jakes' model:

$$R_{m,n} = J_0(2\pi|d_m - d_n|) \tag{1}$$

where $J_0(\cdot)$ is the zero-order Bessel function of the first kind, and d_m, $d_n \in [0, W]$ are the normalized spatial positions of the respective ports.

2.2. Practical s-FAMA Impairments: Imperfect CSI and Port Jitter

While traditional s-FAMA frameworks assume idealized operating conditions, this paper introduces two critical practical hardware and estimation impairments:

2.2.1. Imperfect CSI

Acquiring accurate CSI for N tightly clustered antenna elements poses difficulties due to pilot contamination and thermal noise. Estimated CSI at the user can be represented as:

$$\hat{h}_{k,p}^{(u)} = \sqrt{1-\tau^2} h_{k,p}^{(u)} + \tau e_{k,p}^{(u)} \tag{2}$$

where $\tau \in [0, 1]$ denotes the magnitude of the estimation error variance, and $e_{k,p}^{(u)} \sim \mathcal{CN}(0, 1)$ represents the independent estimation noise, which is subjected to the same spatial correlation matrix R as the true channel.

2.2.2. Mechanical Port Jitter

The fluid antenna mechanics in their attempt to move the radiating element to the required ideal port index p will experience mechanical errors that will lead to small spatial movements. The physical location of the antenna is given by:

$$d_p^{act} = d_p^{ide} + \Delta d \tag{3}$$

where the spatial jitter is modeled as a zero-mean Gaussian random variable $\Delta d \sim \mathcal{N}(0, \sigma_j^2)$, with σ_j being the spatial jitter standard deviation. Here, d_p^{ide} and d_p^{act} represent the required ideal location and adjusted actual location of port, respectively. This displacement essentially changes the true distances between the antenna and

the received multipath signals, causing an error in the true channel impulse response compared to the expected channel impulse response.

2.3. Port Selection Strategy and Ergodic Capacity

For the s-FAMA algorithm, the users choose their own best port p^* which will maximize the expected SINR. Since the user can have only the information about the estimated channel, therefore, the decision-making process is performed based on:

$$p^* = \arg \max_{p \in \{1,\dots,N\}} \frac{\left|\hat{h}_{u,p}^{(u)}\right|^2}{\sum_{k \neq u} \left|\hat{h}_{k,p}^{(u)}\right|^2 + \frac{1}{\text{SNR}}} \tag{4}$$

where SNR denotes the signal-to-noise ratio. Having found the desired port p^*, the fluid antenna shifts to this location, hence encountering the mentioned port jitter. In turn, the user's actual SINR is calculated based on the real channel that accounts for the effects of the port jitter:

$$\text{SINR}_u^{act} = \frac{\left|h_{u,p^*}^{act}\right|^2}{\sum_{k \neq u} \left|h_{k,p^*}^{act}\right|^2 + \frac{1}{\text{SNR}}} \tag{5}$$

Finally, to determine the performance limits of the system under these combined practical impairments, the ergodic capacity is expressed as:

$$C = \mathbb{E}\left[\log_2\left(1 + \text{SINR}_u^{act}\right)\right] \tag{6}$$

where the expectation operation is performed over the small-scale fading channel realizations and the CSI error statistics and spatial jitter.

3. PRACTICAL IMPAIRMENTS IN s-FAMA

The conventional theoretical basis behind the s-FAMA algorithm is based on idealistic considerations that assume perfect CSI and precise mechanical alignment in spatial port switching. However, when it comes to implementation of FAS, it becomes apparent that there are many limitations that arise from both the hardware and the processing aspects. Two important practical considerations that have been taken into account to determine the ergodic capacity are as follows: imperfect channel estimation and spatial port jitter.

3.1. Imperfect CSI

In a dense fluid antenna setup with N number of ports, it is not feasible to get complete CSI at each of the possible spatial locations due to heavy pilot overheads, thermal noise, and pilot contamination. The SINR value

for each of the ports will be calculated under the s-FAMA framework, and the spatial location that is evaluated best is determined by the user. If this evaluation is faulty, the sub-optimal port is selected and thus the user faces a severe interference.

To model this, we use the estimated channel matrix which can be computed by the user. Let, $\mathbf{H} \in \mathbb{C}^{UxUxN}$ represents the actual channel matrix covering all users and ports. The estimated channel, $\widehat{\mathbf{H}}$, is defined using the following Gauss-Markov formulation:

$$\widehat{\mathbf{H}} = \sqrt{1-\tau^2}\mathbf{H} + \tau\mathbf{E} \tag{7}$$

where parameter $\tau \in [0,1]$ captures the quality of the knowledge about the CSI, which is related to the variance of the channel estimation error. The term $\mathbf{E}$ is the independent error matrix with zero-mean complex Gaussian variables, all sharing the nominal spatial correlation matrix $\mathbf{R}_{ide}$ of the true channel. In the case of ideal CSI, $\tau = 0$, while in the opposite case of uncorrelated estimates, $\tau = 1$. In the current case of imperfect CSI, the user chooses the target port p^* based on the maximum value of the SINR calculated on the basis of the estimated channel $\widehat{\mathbf{H}}$.

3.1. Port Jitter

Apart from inaccuracies in estimating values, fluid antennas based either on the movement of liquid metal or RF pixels are subject to hardware and mechanical limitations. While instructing the antenna to move into the required nominal port position of d_p^{ide}, due to minor mechanical inaccuracies, the antenna moves to a position just offset from it.

This can be represented as port jitter and the actual physical position achieved by the antenna, d_p^{act}, is mathematically formulated as in Equ. (3).

The micro-displacement changes the physical distances between ports and thus changes the spatial correlation matrix. According to Jakes' formula, the true spatial correlation between two physically existing ports is represented by the equation:

$$R_{m,n}^{act} = J_0(2\pi|d_m^{act} - d_n^{act}|) \tag{8}$$

As s-FAMA uses extremely narrow spatial areas where the envelopes of two or more interfering signals concurrently experience deep fades, any spatial jitter (σ_j) would make the antenna fall out of the optimum position of interference nulls. As such, the actual SINR, and therefore ergodic capacity, has to be calculated based on the actual channel $\mathbf{H}^{act}$ instead of the ideal channel $\mathbf{H}$.

4. SIMULATION RESULTS AND DISCUSSION

To evaluate the performance of the proposed system, the Monte Carlo simulation was carried out for this purpose. For the analysis of the ergodic capacity of the downlink s-FAMA system, different SNR values and port resolution values (N) are analyzed. In total, two types of the network load have been considered in this paper; one has a lower network load, where $U = 2$ and the other has higher network load with $U = 4$. For practical purposes, the channel estimation error value has been chosen as $\tau = 0.3$ and spatial port jitter as $\sigma_j = 0.03\lambda$. The simulation parameters are presented in Table 1.

Table 1. Simulation parameters

Parameter	Value
Number of users, U	$2, 4$
Number of ports, N	$[10, 100]$
Normalized antenna size, W	$1\lambda, 2\lambda$
SNR	$[0, 30]$ dB
Channel estimation error, τ	0.3
Port jitter standard deviation, σ_j	0.03λ
Monte Carlo trials	5000

4.1. Impact of SNR on Ergodic Capacity

As shown in Fig. 2, the ergodic capacity estimation was performed for an SNR of 0 dB to 30 dB. As expected, s-FAMA system for the perfect CSI shows a strong logarithmic relationship with the value of SNR. The fluid antenna is able to take advantage of the spatial fading distribution and locate low-interference areas.

The addition of practical impairments changes this profile substantially. Over the range of results obtained for both cases of $U = 2$ and $U = 4$, the capacity of the imperfect CSI and jitter scenario displays a clear degradation from the ideal case scenario. In particular, as SNR increases, there is a tendency for the capacity profile of the impaired model to become saturated. Such saturation is a clear indication of an interference

limited scenario. Due to the imperfections in the channel estimation as well as the micro-mechanical movement of the port positions, the antenna fails to be aligned with the nulls of spatial interference.

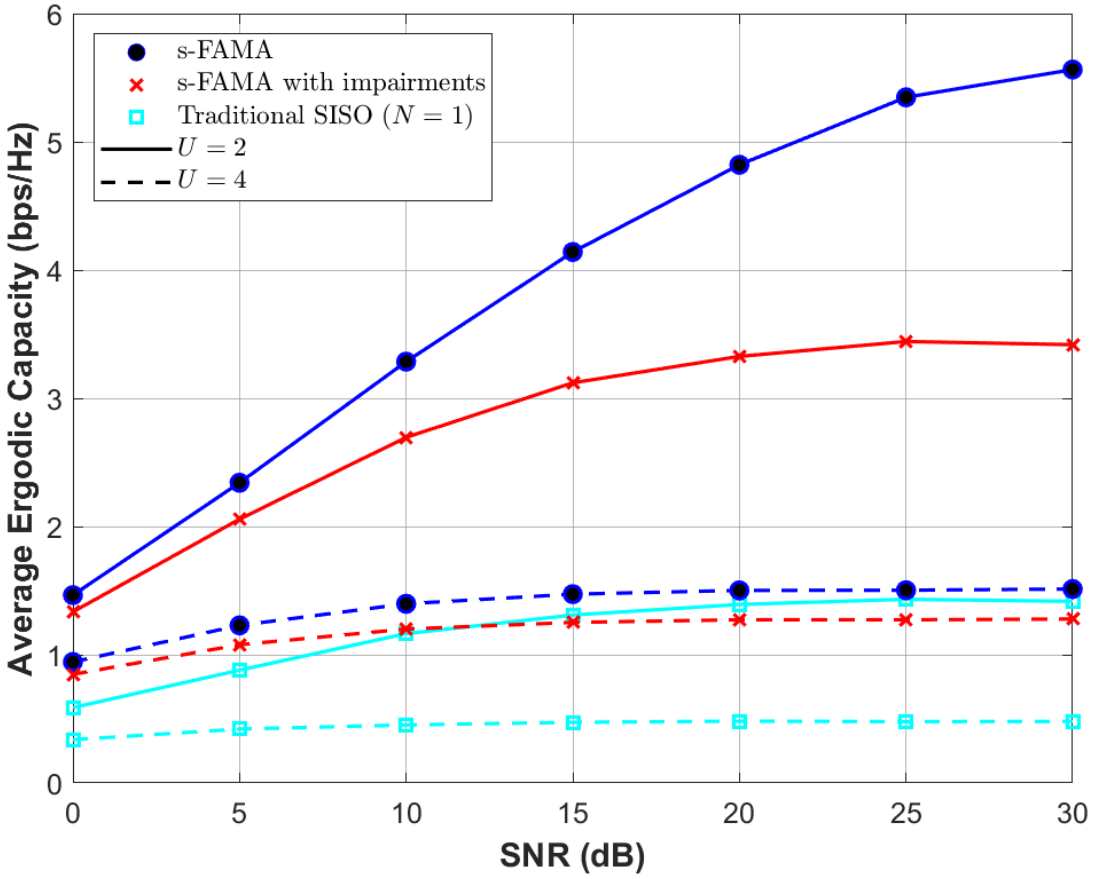


Fig. 2. Impact of SNR

With an increase in the number of users from $U = 2$ to $U = 4$, the number of spatial degrees of freedom needed to counter all the interfering signals independently becomes very high. This results in a decrease in capacity per user and the system becomes sensitive to hardware tolerance. Despite the high cost incurred in doing so, it is necessary to understand that, regardless of all the costs involved, the underperforming s-FAMA system always outperforms the traditional single-input single-output (SISO) system in all cases considered. Even with $\tau = 0.3$ and $\sigma_j = 0.03\lambda$, the fluid antenna's ability to selectively avoid severe fading dips provides a decisive advantage over a rigid, single-antenna design.

4.2. Impact of Port Resolution and Hardware Limits

To investigate the feasibility of using a dense fluid antenna in reducing estimation and mechanical errors, the study evaluates the ergodic capacity as a function of the number of ports (N) with varying between 10 to 100, as presented in Fig. 3. This is done under a fixed SNR of 5 dB with a normalized antenna size of 2λ.

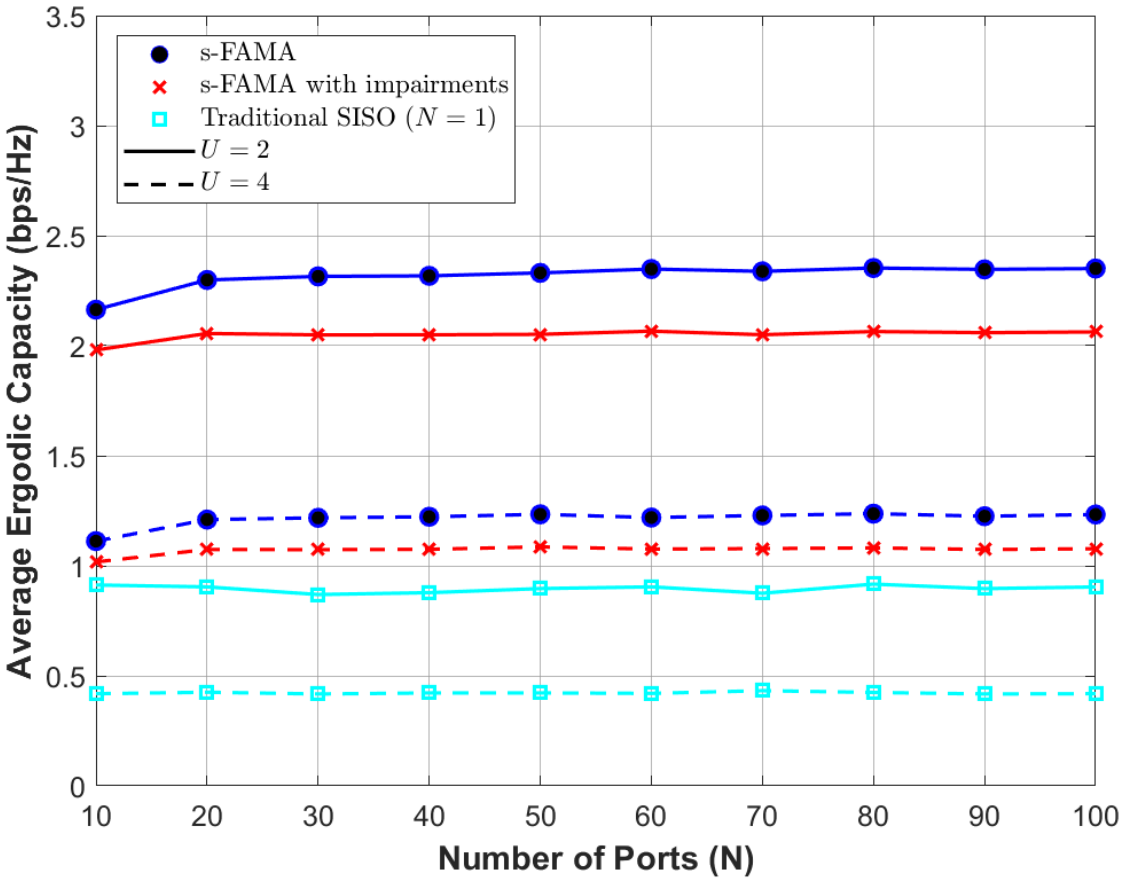


Fig. 3. Impact of port resolution

Under perfect CSI, an increase in the value of N would consistently improve the ergodic capacity. As N increases, there is an increase in the number of possible samples, thus making it more likely to sample a deep fade region in the W-space.

The capacity benefits that come with an increase in N in the case of imperfect CSI and jitter setting are severely limited. The capacity curve quickly saturates, showing diminishing marginal gains after around $N = 30$ to $N = 50$ ports. The fact that the curve starts to saturate quickly implies that simply using spatial resolution will not help in overcoming the limitations of mechanical jitter and imperfect CSI. If the physical location of the port

differs from its nominal location by a value of $\sigma_j = 0.03\lambda$, there is no need to further divide the space because the physical jitter range is more than the distance between adjacent nominal ports.

These findings lead to an important takeaway for future FAS systems: while the s-FAMA system has significant multi-access capabilities, merely trying to add more ports is not a good strategy when considering the imperfections of the system.

5. CONCLUSION

In this paper, we analyze the ergodic capacity of s-FAMA with practical degradations such as imperfect CSI and mechanical port jitter, which provides a much more accurate analysis compared to theoretical models in the literature. Simulation results show that due to these degradations, there is an interference limited region where the capacity reaches a saturation point with high SNR values, and further improvement by increasing the number of ports becomes ineffective due to the mechanical port jitter exceeding spatial resolution. In spite of that, the performance of s-FAMA still outperforms the rigid SISO systems, emphasizing the huge potential of s-FAMA in future 6G communications.

REFERENCES

Akbar, M. S., Hussain, Z., Ikram, M., Sheng, Q. Z., & Mukhopadhyay, S. C. (2025). On challenges of sixth-generation (6G) wireless networks: A comprehensive survey of requirements, applications, and security issues. In *Journal of Network and Computer Applications* (Vol. 233). Academic Press. https://doi.org/10.1016/j.jnca.2024.104040

Pakravan, S., Ahmadzadeh, M., Zeng, M., Ajib, W., Wang, J., & Li, X. (2026). *Fluid Antenna Systems under Channel Uncertainty and Hardware Impairments: Trends, Challenges, and Future Research Directions*. https://doi.org/10.48550/arXiv.2601.22989

Pennanen, H., Hanninen, T., Tervo, O., Tolli, A., & Latva-Aho, M. (2025). 6G: The Intelligent Network of Everything. *IEEE Access*, *13*, 1319–1421. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3521579

Tong, K. F., Liu, B., & Wong, K. K. (2025). Designs and Challenges in Fluid Antenna System Hardware. In *Electronics (Switzerland)* (Vol. 14, Number 7). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). https://doi.org/10.3390/electronics14071458

Wong, K. K., Morales-Jimenez, D., Tong, K. F., & Chae, C. B. (2023). Slow Fluid Antenna Multiple Access. *IEEE Transactions on Communications*, *71*(5), 2831–2846. https://doi.org/10.1109/TCOMM.2023.3255904

Wong, K. K., Shojaeifard, A., Tong, K. F., & Zhang, Y. (2021). Fluid Antenna Systems. *IEEE Transactions on Wireless Communications*, *20*(3), 1950–1962. https://doi.org/10.1109/TWC.2020.3037595

Wong, K. K., & Tong, K. F. (2022). Fluid Antenna Multiple Access. *IEEE Transactions on Wireless Communications*, *21*(7), 4801–4815. https://doi.org/10.1109/TWC.2021.3133410

AŞIRI YAYILIM GÖSTEREN SAYMA VERİLERİNDE ÇOKLU DOĞRUSAL BAĞLANTININ LIU TİPİ TAHMİN EDİCİLERLE ELE ALINMASI: 2024 YILI TÜRKİYE İL DÜZEYİ TRAFİK KAZALARINA DAİR BİR UYGULAMA

Arş. Gör. Erdem Korhan AKÇAY[1]/ Doç. Dr. Y. Murat BULUT[2]

[1]Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, İstatistik Bölümü, erdemkorhan.akcay@ogu.edu.tr, 0009-0000-4809-8156

[2]Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, İstatistik Bölümü, ymbulut@ogu.edu.tr, 0000-0002-0545-7339

Özet

Trafik kazaları, hem can kayıplarına hem de ekonomik maliyetlere yol açtığı için ulaşım güvenliği politikalarının temel sorunlarından biridir. Kaza sayılarının doğru biçimde istatistiksel olarak modellenmesi, risk faktörlerinin belirlenmesi ve etkili önleme politikalarının geliştirilmesi açısından önemlidir. Bu çalışmada, 2024 yılında Türkiye'nin 81 ilinde meydana gelen ölümlü ve yaralanmalı trafik kazası sayıları, sayma verileri için uygun regresyon modelleriyle incelenmiştir. İlk aşamada, sayma verileri için standart model olması nedeniyle Poisson regresyon modeli başlangıç modeli olarak kurulmuştur. Ancak varyansın ortalamaya oranı 6624,03 gibi çok yüksek bir değer olarak bulunmuş ve Cameron–Trivedi sınaması ($t = 2,680$; $p = 0,0089$) aşırı yayılım lehine anlamlı sonuç vermiştir. Bu bulgular, veride güçlü bir aşırı yayılım bulunduğunu göstermiştir. Bu nedenle negatif binom (NB) ve Poisson ters Gauss (PIG) regresyon modelleri karşılaştırılmış ve Akaike bilgi ölçütü, NB modeli (AIC = 1241,0) yerine PIG modelini (AIC = 1237,8) seçmiştir. PIG regresyon modelinde açıklayıcı değişkenler arasında, özellikle nüfus (VIF = 34,17) ile sürücü belgesi sayısı (VIF = 34,00) arasında güçlü bir çoklu bağlantı bulunmuştur. Çoklu bağlantı, en çok olabilirlik tahmin edicisinin (MLE) tahmin belirsizliğini artırdığı için yanlı tahmin ediciler kullanılmıştır. PIG ridge tahmin edicisi (PIGRE), PIG Liu tahmin edicisi (PIGLE) ve iki PIG Liu-type tahmin edicisi (PIGLTE1 ve PIGLTE2) uygulanmış ve hata kareler ortalaması (MSE) ölçütüyle karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, Liu-type tahmin edicilerinin en iyi performansı gösterdiğini ve MLE'ye kıyasla MSE'yi %55,42'ye varan oranda azalttığını ortaya koymuştur. Bu bulgular, yüksek düzeyde ilişkili sosyoekonomik ve trafik değişkenleriyle yapılan kaza modellemesinde Liu-type yaklaşımının pratik ve kullanışlı bir alternatif olduğunu göstermektedir.

Anahtar kelimeler: yanlı tahmin, büzülme tahmini, Liu tipi tahmin edici, aşırı yayılım, kaza modellemesi

HANDLING MULTICOLLINEARITY IN OVERDISPERSED COUNT DATA WITH LIU-TYPE ESTIMATORS: AN APPLICATION TO 2024 TRAFFIC ACCIDENTS IN TURKISH PROVINCES

Abstract

Traffic accidents are a major concern for transport safety policy, as they cause both loss of life and substantial economic costs. Accurate statistical modeling of accident counts is essential for identifying risk factors and designing effective prevention policies. This study analyzes the number of fatal and injury traffic accidents recorded in the 81 provinces of Türkiye in 2024 using count regression models. A Poisson regression was fitted first, as the benchmark specification for count data. However, the variance-to-mean ratio was 6624.03, and the Cameron–Trivedi test indicated significant overdispersion ($t = 2.680$, $p = 0.0089$). Negative binomial (NB) and Poisson inverse Gaussian (PIG) regressions were therefore compared, and the Akaike information criterion favored PIG (AIC = 1237.8) over NB (AIC = 1241.0). Within the PIG model, severe multicollinearity was detected among the explanatory variables, most notably between population (VIF = 34.17) and the number of driving licenses (VIF = 34.00). Since multicollinearity inflates the variance of the maximum likelihood estimator (MLE), biased estimators were considered: the PIG ridge estimator (PIGRE), the PIG Liu estimator (PIGLE), and two PIG Liu-type estimators (PIGLTE1 and PIGLTE2), all compared through the mean squared error (MSE) criterion. The Liu-type estimators performed best, reducing the MSE by up to 55.42% relative to the MLE. These results indicate that the Liu-type approach is a practical alternative for accident modeling with highly correlated socioeconomic and traffic variables.

Keywords: biased estimation, shrinkage estimation, Liu-type estimator, overdispersion, accident modeling

IŞIK KİRLİLİĞİNİN PEYZAJ ÜZERİNDEKİ OLUMSUZ ETKİLERİ

Dr. Öğr. Üyesi Fizyon SÖNMEZ ERDOĞAN

Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi

fizyon.sonmezerdogan@mku.edu.tr , ORCID: 0000-0002-8648-0687

Özet

Günümüzde hızlı kentleşme, nüfus artışı ve gece aydınlatmasının kontrolsüz biçimde yaygınlaşması, doğal gece ortamlarının giderek bozulmasına neden olmaktadır. Işık kirliliği; gereğinden fazla, yanlış yönlendirilmiş, aşırı yoğun veya uygun olmayan zamanlarda kullanılan yapay ışığın doğal karanlık ortamı değiştirmesi olarak tanımlanmaktadır. Bu durum yalnızca astronomik gözlem koşullarını değil, aynı zamanda peyzajların ekolojik, görsel ve işlevsel bütünlüğünü de olumsuz yönde etkilemektedir. Bu çalışmanın amacı, ışık kirliliğinin doğal ve kentsel peyzajlar üzerindeki başlıca olumsuz etkilerini peyzaj mimarlığı perspektifinden değerlendirmektir.

Işık kirliliğinin doğal peyzajlar üzerindeki etkileri; bitkilerin gelişim ve çiçeklenme dönemlerinin değişmesi, gece aktif olan canlıların davranış ve habitat kullanımının bozulması, kuşların göç ve yön bulma süreçlerinin etkilenmesi ve ekosistem içerisindeki doğal ritimlerin değişmesi şeklinde ortaya çıkmaktadır. Özellikle yapay ışığın habitat parçalanmasını artırarak ekolojik bağlantılılığı zayıflatması, gece ekosistemlerinin sürekliliği açısından önemli bir tehdit oluşturmaktadır. Kentsel peyzajlarda ise aşırı ve yanlış tasarlanmış aydınlatma; görsel konforun azalmasına, kamaşmaya, gece peyzaj karakterinin bozulmasına ve doğal peyzaj bileşenlerinin algılanabilirliğinin değişmesine neden olabilmektedir. Ayrıca gereksiz enerji tüketimi ve karbon emisyonlarındaki artış, ışık kirliliğinin sürdürülebilirlik açısından da değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır.

Sonuç olarak, peyzaj planlama ve tasarım süreçlerinde aydınlatmanın yalnızca güvenlik ve estetik açısından değil, ekolojik işlevler ve doğal gece karanlığının korunması açısından da ele alınması gerekmektedir. Doğru armatür seçimi, ışığın yalnızca gerekli alanlara yönlendirilmesi, uygun renk sıcaklığının kullanılması, aydınlatma düzeylerinin sınırlandırılması ve hassas ekolojik alanlarda karanlık koridorların oluşturulması, ışık kirliliğinin azaltılmasına yönelik temel peyzaj planlama stratejileri olarak değerlendirilebilir.

Anahtar Kelimeler: Işık kirliliği, peyzaj, yapay gece aydınlatması, ekolojik peyzaj, sürdürülebilir peyzaj planlama

NEGATİVE EFFECTS OF LİGHT POLLUTİON ON LANDSCAPES

Abstract

Rapid urbanization, population growth, and the widespread use of artificial lighting have increasingly altered natural nighttime environments. Light pollution, defined as excessive, misdirected, or inappropriately timed artificial light, affects not only astronomical observation conditions but also the ecological, visual, and functional integrity of landscapes. This study aims to evaluate the major negative effects of light pollution on natural and urban landscapes from a landscape architecture perspective. The impacts of light pollution on natural landscapes include changes in plant growth and flowering cycles, disruption of nocturnal animal behavior and habitat use, disturbance of bird migration and orientation, and alteration of natural ecological rhythms. Artificial lighting can also contribute to habitat fragmentation and reduce ecological connectivity, posing a significant threat to the continuity of nocturnal ecosystems. In urban landscapes, excessive and poorly designed lighting may cause glare, reduce visual comfort, alter nighttime landscape character, and affect the perception of natural landscape elements. Furthermore, unnecessary energy consumption and associated carbon emissions highlight the importance of addressing light pollution within the context of environmental sustainability. Consequently, lighting should be considered in landscape planning and design not only in terms of safety and aesthetics but also in relation to ecological processes and the preservation of natural darkness. Appropriate luminaire selection, controlled light distribution, suitable color temperature, reduced lighting levels, and the establishment of dark corridors in ecologically sensitive areas can serve as important strategies for mitigating light pollution. Integrating these principles into landscape planning can contribute to the protection of nocturnal ecosystems and the development of more sustainable landscapes.

Keywords: Light pollution, landscape, artificial nighttime lighting, ecological landscape, sustainable landscape planning

4-{[(4-OKSOTİYAZOLİDİN-2-İLİDEN)HİDRAZONO]METİL}FENİL PROPİYONAT BİLEŞİĞİNİN α-GLUKOZİDAZ İNHİBİSYON AKTİVİTESİNİN *in vitro* DEĞERLENDİRİLMESİ

Doç. Dr. Orhan ULUÇAY[1]/ Doç Dr. Feyzi Sinan TOKALI[2]

[1]Kafkas Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Biyomühendislik Bölümü, 36100, Kars, Türkiye, orhanulucay@kafkas.edu.tr, 0000-0002-0820-5372

[2]Kafkas Üniversitesi, Kars Meslek Yüksekokulu, Malzeme ve Malzeme İşleme Teknolojileri Bölümü, 36100, Kars, Türkiye, feyzitokali@kafkas.edu.tr, 0000-0001-5532-8802

Özet

Diyabet, dünya genelinde görülme sıklığındaki sürekli artış ve yol açtığı çeşitli komplikasyonlar nedeniyle önemli bir sağlık problemi olmayı sürdürmektedir. Karbohidratların sindirim sürecinde rol oynayan α-glukozidaz (α-Glu), postprandiyal kan glukoz düzeylerinin düzenlenmesinde kritik öneme sahip enzimlerden biridir. Bu nedenle, α-Glu aktivitesinin baskılanması, özellikle tip 2 diyabette postprandiyal hipergliseminin kontrol altına alınmasına yönelik etkili yaklaşımlardan biri olarak kabul edilmektedir. Bu çalışmada, α-Glu inhibitörü olma potansiyeline sahip bir tiyazolidin-4-on türevinin sentezlenmesi ve *in vitro* inhibitör aktivitesinin araştırılması hedeflenmiştir. Sentezlenen bileşiğin yapısal doğrulaması NMR ve HRMS analizleri ile gerçekleştirilmiştir. α-Glu inhibisyon çalışmaları *Saccharomyces cerevisiae* kaynaklı α-glukozidaz kullanılarak yürütülmüş ve akarboz referans inhibitör olarak değerlendirilmiştir. Tiyazolidin-4-on türevi, 22.81 nM'lik IC_{50} değeri ile belirgin bir α-Glu inhibitör aktivitesi sergilemiş ve 68.85 nM IC_{50} değerine sahip akarboza göre yaklaşık üç kat daha yüksek inhibisyon potansiyeli göstermiştir. Ayrıca, elde edilen bulgular bileşiğin α-Glu inhibisyonu açısından dikkat çekici bir aday olduğunu ve yeni antidiyabetik bileşiklerin geliştirilmesine yönelik ileri çalışmalarda değerlendirilebileceğini ortaya koymaktadır.

Anahtar kelimeler: Diyabet; α-Glukozidaz; İnhibisyon, Tiyazolidin-4-on

EVALUATION (*in vitro*) of THE α-GLUCOSIDASE INHIBITORY ACTIVITY of 4-{[(4-OXOTHIAZOLIDIN-2-YLIDENE) HYDRAZONO]METHYL}PHENYL PROPIONATE

Abstract

Diabetes remains a major global health concern due to its steadily increasing prevalence and the wide range of complications associated with the disease. α-Glucosidase (α-Glu), an enzyme involved in carbohydrate digestion, plays an important role in the regulation of postprandial blood glucose levels. Accordingly, inhibition of α-Glu activity is considered an effective strategy for controlling postprandial hyperglycemia, particularly in type 2 diabetes. In the present study, a thiazolidin-4-one derivative with potential α-Glu inhibitory activity was synthesized and its *in vitro* inhibitory effect was investigated. The structure of the synthesized compound was confirmed by NMR and HRMS analyses. α-Glu inhibition assays were performed using α-glucosidase from *Saccharomyces cerevisiae*, with acarbose employed as the reference inhibitor. The thiazolidin-4-one derivative exhibited pronounced α-Glu inhibitory activity, with an IC_{50} value of 22.81 nM. Under the same experimental conditions, acarbose showed an IC_{50} value of 68.85 nM, indicating that the synthesized compound displayed approximately threefold greater inhibitory potency than the reference inhibitor. These findings demonstrate the promising α-Glu inhibitory activity of the synthesized thiazolidin-4-one derivative and suggest that this compound may warrant further investigation in studies aimed at the development of new antidiabetic agents.

Keywords: Diabetes; α-Glucosidase; Inhibition; Thiazolidin-4-one

1. INTRODUCTION

Diabetes is a chronic metabolic disorder characterized by insufficient insulin secretion, resistance to the biological effects of insulin, or a combination of both conditions [1, 2]. Persistent hyperglycemia can lead to serious complications, including cardiovascular disease, nephropathy, retinopathy, and neuropathy, resulting in a substantial decline in quality of life and imposing a considerable economic and social burden on healthcare systems [3, 4]. The continuing global rise in the prevalence of diabetes has transformed the disease from an individual health concern into an increasingly important public health problem. This growing burden highlights the need for safer and more effective therapeutic approaches capable of achieving adequate control of blood glucose levels.

α-Glucosidase (α-Glu) is an important enzyme involved in the final stage of carbohydrate digestion, catalyzing the breakdown of oligosaccharides and disaccharides into glucose in the intestine [5]. Inhibition of α-Glu activity slows the conversion of complex carbohydrates into glucose, thereby reducing intestinal glucose absorption and limiting the rapid rise in postprandial blood glucose levels [6]. For this reason, α-Glu is regarded as an important therapeutic target, particularly for the treatment of type 2 diabetes and the control of postprandial hyperglycemia. However, clinically available α-Glu inhibitors may cause several adverse effects, including gastrointestinal discomfort, abdominal bloating, and diarrhea, highlighting the need for the development of more effective and safer inhibitors [7, 8].

Thiazolidin-4-one derivatives constitute an important class of heterocyclic compounds that can accommodate a variety of chemical groups and exhibit diverse biological activities. Their broad range of pharmacological properties, including antimicrobial, anti-inflammatory, anticancer, and antidiabetic activities, has attracted considerable interest in medicinal chemistry research [9-14]. The thiazolidin-4-one scaffold can be readily functionalized with different substituents, providing opportunities to expand molecular diversity and systematically investigate structure-activity relationships. In this context, the thiazolidin-4-one framework represents a useful chemical platform for the development of new biologically active molecules, particularly those intended for the treatment of metabolic disorders.

In this study, a derivative containing a thiazolidin-4-one core was synthesized and structurally characterized using spectroscopic methods. The inhibitory activity of the synthesized compound against α-Glu was investigated *in vitro*, and the results were compared with those obtained for acarbose as the reference

inhibitor. The study was therefore designed to assess the potential of this thiazolidin-4-one derivative as an α-Glu inhibitor and to provide a chemical basis for the development of new antidiabetic candidates.

2. RESULTS AND DISCUSSION

Chemistry

In this study, a thiazolidin-4-one derivative (4) was synthesized to investigate its α-Glu inhibitory potential. In the first step of the synthetic route, 4-hydroxybenzaldehyde (1) was reacted with propionyl chloride in the presence of triethylamine to afford the ester derivative (2) [15]. Compound 2 was then subjected to a condensation reaction with thiosemicarbazide in the presence of acetic acid, yielding the corresponding thiosemicarbazone derivative (3) [16]. In the final step, compound 3 was reacted with ethyl bromoacetate and sodium acetate to obtain the target thiazolidin-4-one derivative (4) (Figure 1) [17]. Structural characterization of the synthesized compounds was carried out by NMR and HRMS analyses, and the corresponding spectral data are presented in Figures 2-4.

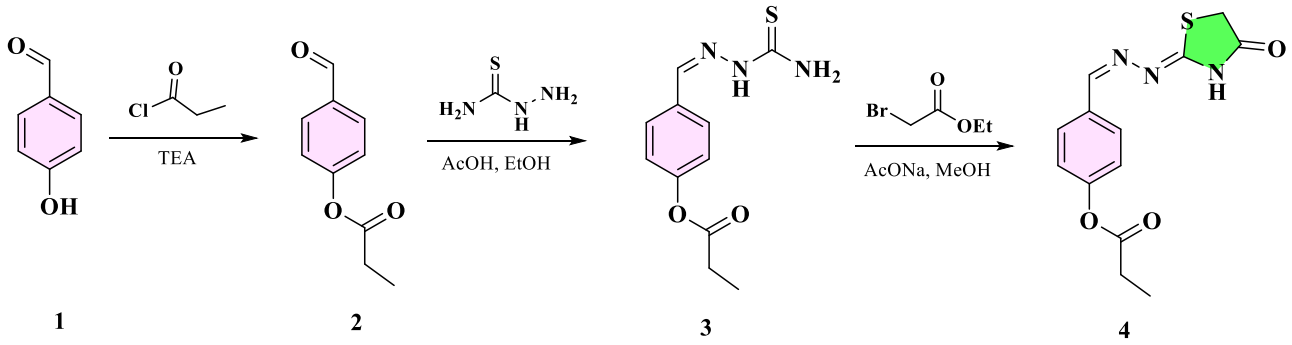


Figure 1. Synthetic Route for Compound 4

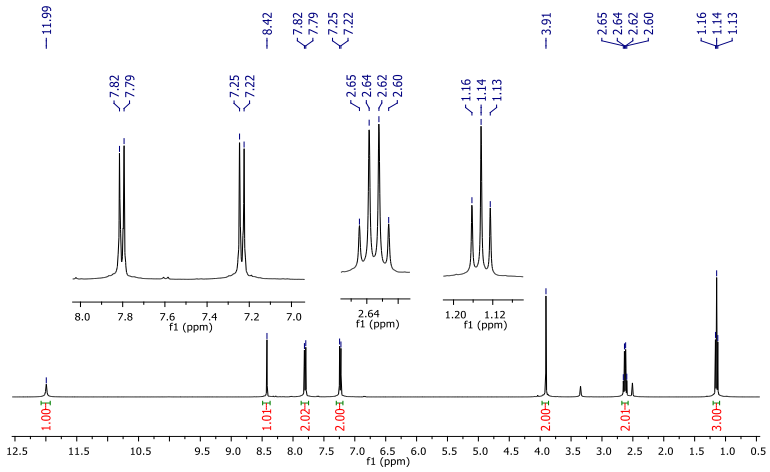


Figure 2. ^{1}H NMR Spectrum of Compound 4

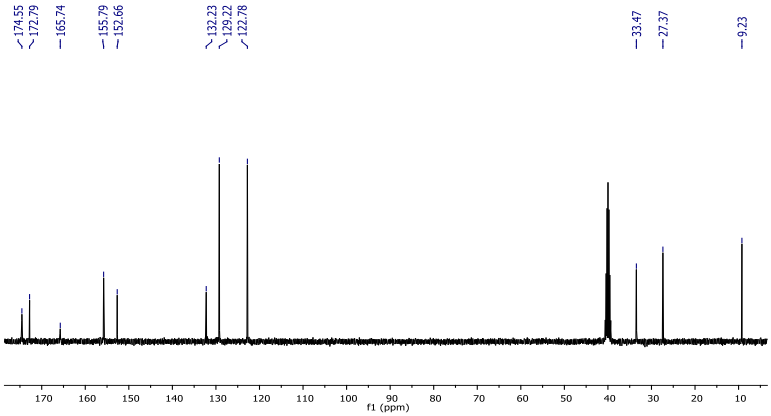


Figure 3. ^{13}C NMR Spectrum of Compound 4

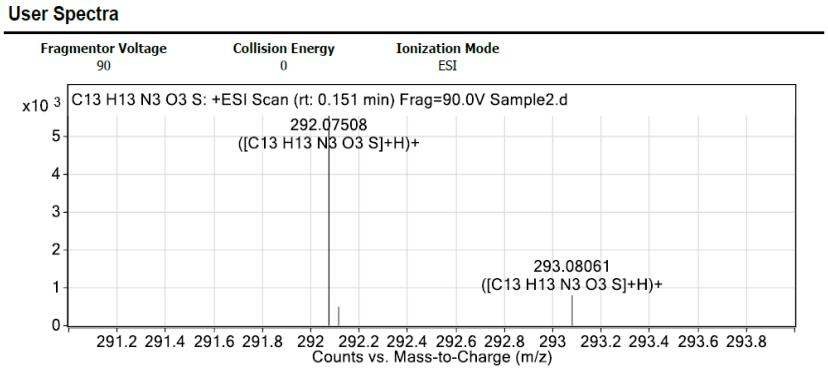


Figure 4. HRMS Spectrum of Compound 4

In vitro α-Glu Inhibition

The *in vitro* α-Glu inhibitory activity of the synthesized target compound (4) was evaluated. Acarbose was used as the reference inhibitor, and the inhibitory activity of the synthesized compound was compared with that of acarbose [18]. The inhibition results obtained are presented in Table 1.

Table 1. α-Glu Inhibitory Properties of Compound 4 and the Reference Inhibitor Acarbose

Compounds	α-Glu		
	IC_{50} (nM)	R^2	K_i (nM)
4	22.81	0.933	24.91 ± 4.55
Acarbose	68.85	0.973	71.13 ± 5.60

Compound 4 exhibited potent competitive inhibition of α-Glu, with an IC_{50} value of 22.81 nM. This value was approximately threefold lower than the IC_{50} value of 68.85 nM determined for acarbose. Kinetic analysis yielded a K_i value of 24.91 ± 4.55 nM for Compound 4, compared with 71.13 ± 5.60 nM for acarbose, indicating a markedly higher apparent binding affinity of Compound 4 for α-Glu. Furthermore, Compound 4 was found to act through a competitive inhibition mechanism, whereas acarbose displayed noncompetitive inhibition. These findings indicate that the two inhibitors interact with α-Glu through distinct inhibitory mechanisms. Nevertheless, as the present findings are based on *in vitro* enzyme inhibition assays, further mechanistic and structural studies are required to characterize the interactions between the compound and the enzyme in greater detail. Overall, the results demonstrate that Compound 4 exhibits notable α-Glu inhibitory activity and suggest that thiazolidin-4-one derivatives may represent promising scaffolds for further studies targeting α-Glu.

3. MATERIALS AND METHODS

Synthesis of Compound 4

In the first step, 4-hydroxybenzaldehyde (10 mmol) was dissolved in 30 mL of ethyl acetate, followed by the addition of propionyl chloride (10 mmol). The reaction mixture was cooled to 0-5 °C in an ice bath, and triethylamine (12 mmol) was added dropwise. The mixture was then stirred at room temperature for 1 h. After completion of the reaction, the mixture was filtered and the solvent was removed under reduced pressure. The resulting crude product (2) was purified by recrystallization from ethanol. In the second step, compound 2 (10 mmol) was dissolved in 20 mL of ethanol and thiosemicarbazide (10 mmol) was added. After the addition of 3-4 drops of acetic acid, the reaction mixture was refluxed for 2 h. Upon completion of the reaction, the mixture

was allowed to cool to room temperature, and the resulting solid product (3) was collected by filtration and dried in air. In the final step, compound 3 (10 mmol) was dissolved in 30 mL of methanol. Ethyl bromoacetate (12 mmol) and sodium acetate (10 mmol) were added to the resulting solution, and the reaction mixture was refluxed for 1 h. After completion of the reaction, the mixture was cooled to room temperature, and the resulting crude product (4) was isolated by filtration. The target compound 4 was purified by recrystallization from ethanol.

4-{[(4-Oxothiazolidin-2-ylidene)hydrazono]methyl}phenyl propionate ***(4)*** [17]: White solid; yield: 96%; mp: 203-205 °C. FTIR (cm^{-1}): νmax 3059, 2685, 1750, 1713, 1630, 1251, 836. ^{1}H NMR (400 MHz, DMSO) δ 11.99 (s, 1H), 8.42 (s, 1H), 7.80 (d, J = 8.6 Hz, 2H), 7.24 (d, J = 8.6 Hz, 2H), 3.91 (s, 2H), 2.63 (q, J = 7.5 Hz, 2H), 1.14 (t, J = 7.5 Hz, 3H). ^{13}C NMR (101 MHz, DMSO) δ 174.6, 172.8, 165.7, 155.8, 152.7, 132.2, 129.2, 122.8, 33.5, 27.4, 9.2. HRMS (Q-TOF) m/z calcd for $C_{13}H_{13}N_3O_3S$ $[M+H]^+$: 292.0756; found: 292.0751.

α-Glu Inhibition

α-Glucosidase (α-Glu) inhibitory activity was determined using a modified version of the method reported by Tao et al. [19]. *p*-Nitrophenyl-α-D-glucopyranoside (*p*-NPG) was used as the substrate, and α-glucosidase from *Saccharomyces cerevisiae* was used as the enzyme source. The *p*-NPG solution was prepared in phosphate buffer (pH 7.4) at a concentration of 5 mM. The reaction mixture consisted of 75 µL of phosphate buffer, 20 µL of α-glucosidase solution (0.15 U/mL), and the test compound at different concentrations. The mixtures were incubated at 40 °C for 30 min, after which the absorbance of *p*-nitrophenol produced by the enzymatic reaction was measured at 405 nm. The percentage inhibition of α-Glu was calculated relative to the control, and IC_{50} values were determined from the corresponding dose–response curves [20]. Acarbose was used as the reference inhibitor for comparison.

Generative AI statement: AI-assisted tools solely for language enhancement and readability improvement during the manuscript preparation process.

Funding: Not applicable.

Competing interests: The authors declare no competing interests.

REFERENCES

[1] Mohd, S., Kumar, L. L., Harish, V., Kumar, R., Chaudhary, A., & Sharma, V. (2025). Diabetes mellitus: Complications, emerging therapeutic targets, and evolving treatment approaches. Obesity Medicine, 58, 100652. https://doi.org/10.1016/j.obmed.2025.100652

[2] Hossain, M. J., Al-Mamun, M., & Islam, M. R. (2024). Diabetes mellitus, the fastest growing global public health concern: Early detection should be focused. Health Science Reports, 7(3), e2004. https://doi.org/10.1002/hsr2.2004

[3] Islam, K., Islam, R., Nguyen, I., Malik, H., Pirzadah, H., Shrestha, B., Lentz, I. B., Shekoohi, S., & Kaye, A. D. (2025). Diabetes Mellitus and Associated Vascular Disease: Pathogenesis, Complications, and Evolving Treatments. Advances in Therapy, 42(6), 2659. https://doi.org/10.1007/s12325-025-03185-9

[4] Tomic, D., Shaw, J. E., & Magliano, D. J. (2022). The burden and risks of emerging complications of diabetes mellitus. Nature Reviews. Endocrinology, 18(9), 525. https://doi.org/10.1038/s41574-022-00690-7

[5] Hossain, U., Das, A. K., Ghosh, S., & Sil, P. C. (2020). An overview on the role of bioactive α-glucosidase inhibitors in ameliorating diabetic complications. Food and Chemical Toxicology, 145, 111738. https://doi.org/10.1016/j.fct.2020.111738

[6] Dong, Q., Hu, N., Yue, H., & Wang, H. (2020). Inhibitory Activity and Mechanism Investigation of Hypericin as a Novel α-Glucosidase Inhibitor. Molecules, 26(15), 4566. https://doi.org/10.3390/molecules26154566

[7] Du, C., & Zhao, Z. (2025). Characteristic analysis of adverse reactions to natural and synthetic alpha-glucosidase inhibitors: A descriptive analysis using World Health Organisation-VigiAccess. Journal of Chromatography B, 1267, 124800. https://doi.org/10.1016/j.jchromb.2025.124800

[8] Gong, L., Feng, D., Wang, T., Ren, Y., Liu, Y., & Wang, J. (2020). Inhibitors of α-amylase and α-glucosidase: Potential linkage for whole cereal foods on prevention of hyperglycemia. Food Science & Nutrition, 8(12), 6320. https://doi.org/10.1002/fsn3.1987

[9] Drzał, W., & Trotsko, N. (2025). Review of Recent Advances in Thiazolidin-4-One Derivatives as Promising Antitubercular Agents (2021–Present). Molecules, 30(10), 2201. https://doi.org/10.3390/molecules30102201

[10] Aqlan, F. M., Al-Bogami, A. S., Alqahtani, N. F., Wani, M. Y., & Khan, S. A. (2022). Thiazolidinone: A structural motif of great synthetic and biological importance. Journal of Molecular Structure, 1250, 131771. https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2021.131771

[11] Mech, D., Kurowska, A., & Trotsko, N. (2020). The Bioactivity of Thiazolidin-4-Ones: A Short Review of the Most Recent Studies. International Journal of Molecular Sciences, 22(21), 11533. https://doi.org/10.3390/ijms222111533

[12] De Siqueira, L. R. P., De Moraes Gomes, P. A. T., De Lima Ferreira, L. P., De Melo Rêgo, M. J. B., & Leite, A. C. L. (2019). Multi-target compounds acting in cancer progression: Focus on thiosemicarbazone, thiazole and thiazolidinone analogues. European Journal of Medicinal Chemistry, 170, 237-260. https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2019.03.024

[13] Roszczenko, P., Holota, S., Szewczyk, O. K., Dudchak, R., Bielawski, K., Bielawska, A., & Lesyk, R. (2021). 4-Thiazolidinone-Bearing Hybrid Molecules in Anticancer Drug Design. International Journal of Molecular Sciences, 23(21), 13135. https://doi.org/10.3390/ijms232113135

[14] Pradhan, T., Gupta, O., Kumar, V., & Chawla, G. (2023). A comprehensive review on the antidiabetic attributes of thiazolidine-4-ones: Synthetic strategies and structure–activity relationships. Archiv der Pharmazie, 356(2), 2200452.https://doi.org/10.1002/ardp.202200452

[15] Tokalı, F. S., Alım, Z., & Yırtıcı, Ü. (2023). Carboxylate- and sulfonate-containing quinazolin-4(3H)-one rings: Synthesis, characterization, and carbonic anhydrase I–II and acetylcholinesterase inhibition properties. ChemistrySelect, 8(8), e202204191. https://doi.org/10.1002/slct.202204191

[16] Demir, Y., Şenol, H., Uluçay, O., Ateşoğlu, Ş., & Tokalı, F. S. (2026). Morpholine-modified thiosemicarbazones and thiazolidin-4-ones against Alzheimer's key enzymes: From synthesis to inhibition. Computational Biology and Chemistry, 120, 108683. https://doi.org/10.1016/j.compbiolchem.2025.108683

[17] Tokalı, F. S., Taşlımı, P., Tüzün, B., Karakuş, A., Sadeghian, N., & Gülçin, İ. (2023). Synthesis of new carboxylates and sulfonates containing thiazolidin-4-one ring and evaluation of inhibitory properties against some metabolic enzymes. Journal of the Iranian Chemical Society, 20(10), 2631–2642. https://doi.org/10.1007/s13738-023-02861-3

[18] Farid, S. M., Noori, M., Montazer, M. N., Ghomi, M. K., Mollazadeh, M., Dastyafteh, N., Irajie, C., Zomorodian, K., Mirfazli, S. S., Mojtabavi, S., Faramarzi, M. A., Larijani, B., Iraji, A., & Mahdavi, M. (2023).

Synthesis and structure–activity relationship studies of benzimidazole-thioquinoline derivatives as α-glucosidase inhibitors. Scientific Reports, 13, 4392. https://doi.org/10.1038/s41598-023-31080-2

[19] Tao, Y., Zhang, Y., Cheng, Y., & Wang, Y. (2013). Rapid screening and identification of α-glucosidase inhibitors from mulberry leaves using enzyme-immobilized magnetic beads coupled with HPLC/MS and NMR. Biomedical Chromatography, 27(2), 148-155. https://doi.org/10.1002/bmc.2761

[20] Tokalı, F. S., Demir, Y., Ateşoğlu, Ş., Tokalı, P., & Şenol, H. (2025). Development of phenolic Mannich bases as α-glucosidase and aldose reductase inhibitors: In vitro and in silico approaches for managing diabetes mellitus and its complications. Bioorganic & Medicinal Chemistry, 128, 118264. https://doi.org/10.1016/j.bmc.2025.118264

TİYAZOLİDİN-4-ON HALKASI İÇEREN BİR SÜLFONİK ESTERİN α-GLUKOZİDAZ İNHİBİSYONUNUN BELİRLENMESİ

Doç. Dr. Orhan ULUÇAY[1]/ Doç Dr. Feyzi Sinan TOKALI[2]

[1]Kafkas Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Biyomühendislik Bölümü, 36100, Kars, Türkiye, orhanulucay@kafkas.edu.tr, 0000-0002-0820-5372

[2]Kafkas Üniversitesi, Kars Meslek Yüksekokulu, Malzeme ve Malzeme İşleme Teknolojileri Bölümü, 36100, Kars, Türkiye, feyzitokali@kafkas.edu.tr, 0000-0001-5532-8802

Özet

α-Glukozidaz (α-Glu), karbonhidratların parçalanması ve buna bağlı olarak postprandiyal glukoz düzeylerinin kontrolünde rol oynayan önemli bir enzimdir. α-Glu aktivitesinin baskılanması, karbonhidratların glukoza dönüşümünü ve bağırsaklardan glukoz emilimini yavaşlatarak postprandiyal hipergliseminin sınırlandırılmasına katkıda bulunmaktadır. Bu çalışmada, aril sülfonat ve tiyazolidin-4-on gruplarını aynı moleküler yapı içerisinde bulunduran bir türevin α-Glu üzerindeki inhibitör etkisinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda, başlangıç maddesi olarak 4-hidroksibenzaldehit kullanılarak üç aşamalı bir sentez dizisi uygulanmış ve 2-nitrobenzensülfonat fonksiyonelliği taşıyan tiyazolidin-4-on türevi elde edilmiştir. Sentezlenen bileşiğin yapısal doğrulaması NMR ve HRMS analizleri ile gerçekleştirilmiştir. α-Glu inhibitör aktivitesi, *Saccharomyces cerevisiae* kaynaklı α-glukozidaz ve *p*-nitrofenil-α-D-glukopiranozit (*p*-NPG) substratı kullanılarak *in vitro* koşullarda incelenmiş; akarboz ise referans inhibitör olarak kullanılmıştır. Bileşik, α-Glu üzerinde 18.40 nM IC_{50} değeri sergilemiş ve 68.85 nM IC_{50} değerine sahip akarboza göre yaklaşık 3.7 kat daha yüksek inhibitör etkinlik göstermiştir. Bununla birlikte, elde edilen bulgular aril sülfonat ve tiyazolidin-4-on yapısal özelliklerinin bir arada bulunduğu bileşiklerin α-Glu inhibisyonu açısından araştırılmaya değer bir kimyasal sınıf oluşturabileceğine işaret etmektedir.

Anahtar kelimeler: α-Glukozidaz; Aril sülfonatlar; Tiyazolidin-4-on; inhibisyon; sentez

DETERMINATION OF α-GLUCOSIDASE INHIBITION BY A SULFONIC ESTER CONTAINING A THIAZOLIDIN-4-ONE RING

Abstract

α-Glucosidase (α-Glu) is an important enzyme involved in carbohydrate breakdown and the regulation of postprandial glucose levels. Inhibition of α-Glu activity slows the conversion of carbohydrates into glucose and reduces intestinal glucose absorption, thereby contributing to the control of postprandial hyperglycemia. In this study, the inhibitory effect of a derivative incorporating both aryl sulfonate and thiazolidin-4-one moieties within the same molecular structure was evaluated against α-Glu. For this purpose, a three-step synthetic route starting from 4-hydroxybenzaldehyde was employed to obtain a thiazolidin-4-one derivative bearing a 2-nitrobenzenesulfonate functionality. The structure of the synthesized compound was confirmed by NMR and HRMS analyses. The *in vitro* α-Glu inhibitory activity was investigated using α-glucosidase from *Saccharomyces cerevisiae* and *p*-nitrophenyl-α-D-glucopyranoside (*p*-NPG) as the substrate, with acarbose used as the reference inhibitor. The compound exhibited an IC_{50} value of 18.40 nM against α-Glu, corresponding to approximately 3.7-fold greater inhibitory potency than acarbose, which showed an IC_{50} value of 68.85 nM. Taken together, these findings suggest that compounds combining aryl sulfonate and thiazolidin-4-one structural features may constitute a chemical class worthy of further investigation as α-Glu inhibitors.

Keywords: α-Glucosidase; Aryl Sulfonates; Thiazolidin-4-one; Inhibition; Synthesis

1. INTRODUCTION

α-Glucosidase (α-Glu) is an important hydrolytic enzyme located at the brush border of small intestinal epithelial cells and functions in the final stage of carbohydrate digestion [1]. By catalyzing the hydrolysis of oligosaccharides and disaccharides into monosaccharides, α-Glu plays an important role in the conversion of dietary carbohydrates into glucose and its subsequent intestinal absorption [2, 3]. Inhibition of this enzyme slows carbohydrate breakdown and absorption, thereby helping to control the rapid increase in blood glucose that occurs particularly after meals. Indeed, α-Glu inhibitors have been reported to reduce postprandial glucose levels and contribute to improved glycemic control [4].

Acarbose, miglitol, and voglibose are among the principal α-Glu inhibitors currently used in clinical practice. These agents delay the enzymatic breakdown of carbohydrates in the intestine, thereby contributing to the control of postprandial hyperglycemia, and may be used either as monotherapy or in combination with other antidiabetic treatments [5]. Nevertheless, their clinical use is associated with several important limitations. In particular, adverse gastrointestinal effects may negatively affect treatment adherence [6]. Gastrointestinal symptoms such as flatulence, abdominal distension, abdominal pain, and diarrhea are frequently associated with the use of acarbose and other α-Glu inhibitors, underscoring the need for alternative inhibitors with improved tolerability [7, 8].

In this context, the search for new chemical structures capable of overcoming the limitations of existing α-Glu inhibitors while providing potent enzyme inhibition remains important. In particular, combining different heterocyclic scaffolds and functional groups within a single molecular framework may enable distinct molecular interactions with α-Glu and lead to new inhibitory profiles. Accordingly, investigation of heterocyclic systems with structural features suitable for biological activity represents a promising strategy in the search for new α-Glu inhibitors.

Thiazolidin-4-one derivatives are heterocyclic structures of considerable interest in medicinal chemistry because of their functional diversity and their potential to interact with different biological targets [9]. The thiazolidin-4-one core can be readily derivatized with different substituents, allowing its molecular properties and associated biological activity to be modulated through structural modification. In addition, compounds bearing aryl sulfonate groups have been investigated in the design of biologically active molecules because of the electron-withdrawing character of the sulfonyl group and the ability of its oxygen atoms to participate in hydrogen-bonding interactions [10-12]. The hydrophobic character and potential π-interactions provided by the

aryl moiety may further contribute to molecular interactions with amino acid residues within the binding region of the target protein. On the basis of these structural features, incorporation of an aryl sulfonate functionality into the thiazolidin-4-one scaffold was considered a potentially useful molecular approach for α-Glu inhibition.

In this study, we investigated the α-Glu inhibitory potential of a derivative incorporating aryl sulfonate and thiazolidin-4-one structural motifs within the same molecular framework. For this purpose, a thiazolidin-4-one derivative bearing a 4-chlorobenzenesulfonyl group was synthesized from 4-hydroxybenzaldehyde and structurally characterized using spectroscopic methods. The inhibitory effect of the synthesized compound on α-Glu was subsequently evaluated *in vitro* to examine the potential of an aryl sulfonate-functionalized thiazolidin-4-one scaffold for α-Glu inhibition.

2. RESULTS AND DISCUSSION

Chemistry

The thiazolidin-4-one–aryl sulfonate hybrid (d), designed for the evaluation of its α-Glu inhibitory potential, was prepared through a three-step synthetic sequence. In the first step, 4-hydroxybenzaldehyde (a) was reacted with 2-nitrobenzenesulfonyl chloride in the presence of triethylamine to afford the corresponding sulfonate derivative (b) [13]. Subsequently, condensation of intermediate b with thiosemicarbazide in the presence of acetic acid as a catalyst yielded the thiosemicarbazone derivative (c) [14]. In the final step, compound c was subjected to a cyclization reaction with ethyl bromoacetate in the presence of sodium acetate to afford the target thiazolidin-4-one derivative (d) (Figure 1) [15]. The structure of the target compound was characterized by NMR and HRMS analyses, and the resulting spectral data were consistent with the proposed molecular structure (Figures 2-4).

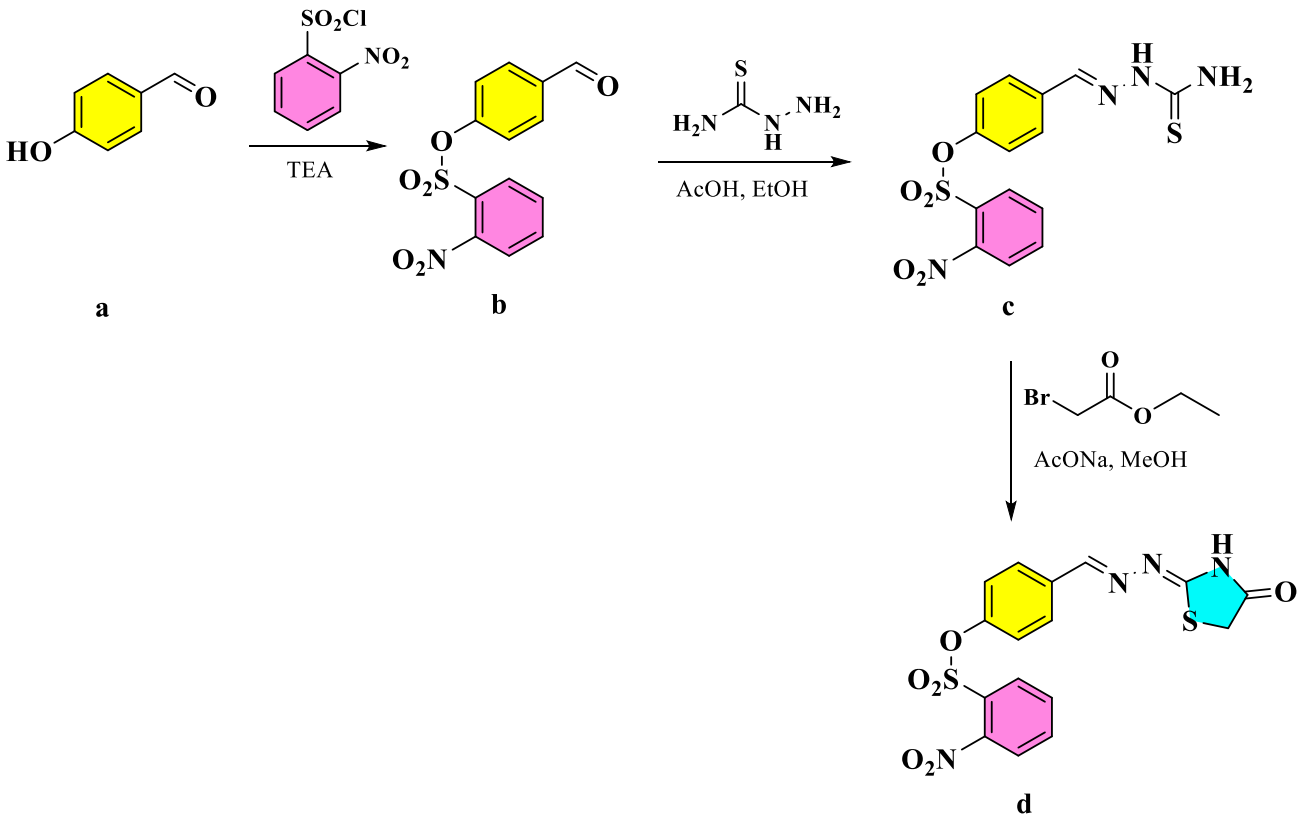


Figure 1. Synthesis of Compounds b–d

Analysis of the ^{1}H NMR spectrum of compound d revealed a singlet at δ 12.03 ppm corresponding to the NH proton, while the imine proton resonated as a singlet at δ 8.42 ppm. The protons of the methylene group at the 5-position of the thiazolidin-4-one ring were observed as a singlet at δ 3.92 ppm (Figure 2) [16]. In the ^{13}C NMR spectrum, the characteristic methylene carbon of the thiazolidin-4-one ring resonated at approximately δ 33 ppm, providing further evidence for the formation of the target structure (Figure 3) [16].

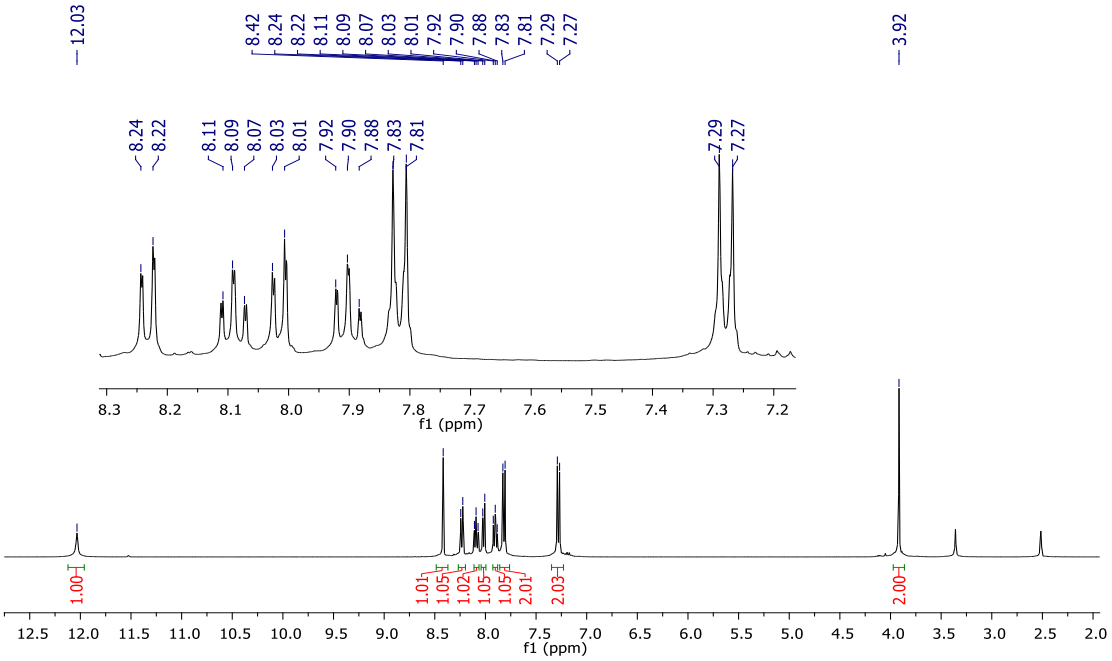


Figure 2. ^{1}H NMR Spectrum of Compound d

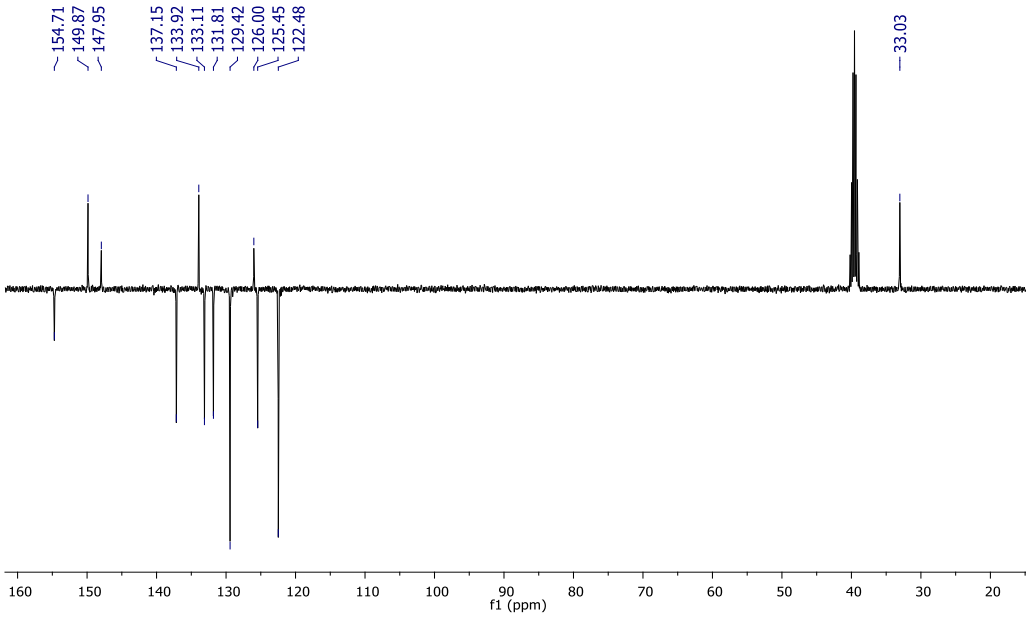


Figure 3. ^{13}C NMR Spectrum of Compound d

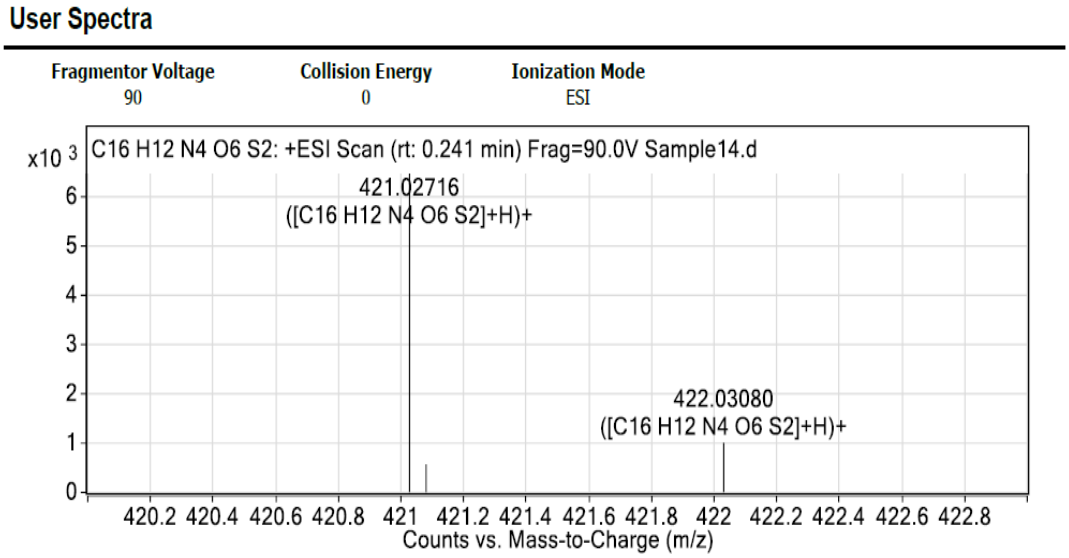


Figure 4. HRMS Spectrum of Compound d

In vitro α-Glu Inhibition

The inhibitory effect of compound d on α-glucosidase (α-Glu) was investigated using an *in vitro* enzyme inhibition assay. Acarbose was used as the reference inhibitor, and the inhibitory potency of the compound was compared with that of acarbose on the basis of IC_{50} values determined over a range of concentrations [17, 18]. The experimental data and calculated IC_{50} values are presented in Table 1.

Table 1. α-Glu Inhibition Profile of Compound d

Compounds	α-Glu		
	IC_{50} (nM)	R^2	K_i (nM)
d	18.40	0.942	20.75 ± 2.32
Acarbose	68.85	0.973	71.13 ± 5.60

Evaluation of the α-Glu inhibitory activity of compound d revealed an IC_{50} value of 18.40 nM, indicating approximately 3.7-fold greater inhibitory potency than acarbose (68.85 nM). Kinetic analysis yielded a K_i value of 20.75 ± 2.32 nM for compound d, whereas the corresponding value for acarbose was 71.13 ± 5.60 nM. These results support a higher apparent binding affinity of compound d for α-Glu compared with acarbose. The two inhibitors, however, were found to exhibit different modes of inhibition. Compound d inhibited α-Glu through a competitive mechanism, whereas acarbose displayed noncompetitive inhibition. This difference suggests that compound d and acarbose inhibit α-Glu through distinct modes of interaction.

Nevertheless, further studies, including molecular docking and more detailed mechanistic and kinetic analyses, are required to clarify the structural contributions underlying the observed inhibitory activity. Overall, the findings indicate that aryl sulfonate-containing thiazolidin-4-one derivatives may represent a noteworthy structural class for further investigation as α-Glu inhibitors.

3. MATERIALS AND METHODS

Synthesis of Compound b-d

For the preparation of compound b, 4-hydroxybenzaldehyde (10 mmol) was dissolved in ethyl acetate (30 mL), followed by the addition of 2-nitrobenzenesulfonyl chloride (10 mmol). After the mixture was cooled to 0–5 °C, triethylamine (12 mmol) was added dropwise. The reaction mixture was then refluxed for 3 h. Upon completion of the reaction, the mixture was filtered and the ethyl acetate was removed under reduced pressure. The resulting crude product (b) was purified by recrystallization from ethanol [13].

For the synthesis of thiosemicarbazone derivative c, compound b (10 mmol) was dissolved in 20 mL of ethanol, and thiosemicarbazide (10 mmol) was added. After the addition of 3-4 drops of acetic acid, the reaction mixture was refluxed for 2 h. Upon completion of the reaction, the mixture was cooled to room temperature, and the resulting solid was collected by filtration and allowed to dry in air [14].

For the synthesis of the target thiazolidin-4-one derivative d, compound c (10 mmol) was dissolved in 30 mL of methanol. Ethyl bromoacetate (12 mmol) and sodium acetate (10 mmol) were added to the solution, and the reaction mixture was refluxed for 1 h. After completion of the reaction, the mixture was cooled to room temperature, and the precipitated product was collected by filtration. The final product (d) was purified by recrystallization from ethanol [15].

4-{[(4-Oxothiazolidin-2-ylidene)hydrazono]methyl}phenyl 2-nitrobenzenesulfonate ***(d)*** [19]: White solid; yield: 97%; mp: 253-255 °C. FTIR (cm^{-1}): vmax 3115, 3062, 2745, 1715, 1637, 1599, 1530, 1373, 1320, 1146, 839. ^{1}H NMR (400 MHz, DMSO) δ 12.03 (s, 1H), 8.42 (s, 1H), 8.23 (d, J = 8.0 Hz, 1H), 8.09 (t, J = 7.1 Hz, 1H), 8.02 (d, J = 8.0 Hz, 1H), 7.90 (t, J = 7.7 Hz, 1H), 7.82 (d, J = 8.8 Hz, 2H), 7.28 (d, J = 8.7 Hz, 2H), 3.92 (s, 2H). ^{13}C NMR (101 MHz, DMSO) δ 154.7, 149.9, 147.9, 137.1, 133.9, 133.1, 131.8, 129.4, 126.0, 125.5, 122.5, 33.0. HRMS (Q-TOF) m/z calcd for $C_{16}H_{12}N_4O_6S_2$ $[M+H]^+$: 421.0276; found: 421.0272.

Determination of α-Glu Inhibitory Activity

The inhibitory effect of compound d on α-glucosidase (α-Glu) was evaluated using the spectrophotometric method reported by Tao et al. [20]. α-Glucosidase from Saccharomyces cerevisiae was used as the enzyme

source, while p-nitrophenyl-α-D-glucopyranoside (p-NPG) served as the substrate for the enzymatic reaction. The substrate solution was prepared at a concentration of 5 mM in phosphate buffer (pH 7.4). For the activity assay, reaction mixtures containing 75 µL of phosphate buffer, 20 µL of α-Glu solution (0.15 U/mL), and compound d at different concentrations were prepared. The reaction mixtures were incubated at 40 °C for 30 min, after which the amount of p-nitrophenol formed was determined from the absorbance measured at 405 nm. The percentage inhibition of compound d was calculated relative to the control reaction, and the IC_{50} value was obtained from the döşe-response curve. Acarbose was used as the reference α-Glu inhibitor to compare the inhibitory potency of compound d [21].

Generative AI statement: AI-assisted tools solely for language enhancement and readability improvement during the manuscript preparation process.

Funding: Not applicable.

Competing interests: The authors declare no competing interests.

REFERENCES

[1] Wang, L., Luo, W., Zhao, Y., Guo, X., Bai, X., Guo, L., & Zhu, N. (2023). Synthesis and Evaluation of Phenyltriazole-Deoxynojirimycin Hybrids as Potent α-Glucosidase Inhibitors. *Molecules*, *29*(21), 5062. https://doi.org/10.3390/molecules29215062

[2] Mitra, J., Sajeevan, A., Sujith, S., Paramasivam, S., Shanmugam, K., & Solomon, A. P. (2026). α-Glucosidase-driven metabolism as a potential therapeutic vulnerability in Candida albicans. *Frontiers in Microbiology*, *17*, 1812644. https://doi.org/10.3389/fmicb.2026.1812644

[3] Khan, S., Iqbal, T., Khan, M. B., Hussain, R., Islam, M. S., & Alzahrani, E. (2025). Novel oxazole based oxadiazole conjugates: Synthesis, DFT study and in silico confirmation as potent anti-diabetic agents. *Computational Biology and Chemistry*, *119*, 108537. https://doi.org/10.1016/j.compbiolchem.2025.108537

[4] Alssema, M., Ruijgrok, C., Blaak, E. E., Egli, L., Dussort, P., Vinoy, S., Dekker, J. M., & Robertson, M. D. (2021). Effects of alpha-glucosidase-inhibiting drugs on acute postprandial glucose and insulin responses: A systematic review and meta-analysis. *Nutrition & Diabetes*, *11*, 11. https://doi.org/10.1038/s41387-021-00152-5

[5] Li, M., Sun, J., Liang, B., Min, X., Hu, J., Wu, R., & Xu, X. (2024). Thiazolidine-2,4-dione derivatives as potential α-glucosidase inhibitors: Synthesis, inhibitory activity, binding interaction and hypoglycemic activity. *Bioorganic Chemistry*, *144*, 107177. https://doi.org/10.1016/j.bioorg.2024.107177

[6] Han, X., Wang, P., Zhang, J., Lv, Y., Zhao, Z., Zhang, F., Shang, M., Liu, G., Wang, X., Cai, S., & Xu, F. (2025). α-Glucosidase Inhibition Mechanism and Anti-Hyperglycemic Effects of Flavonoids from Astragali Radix and Their Mixture Effects. *Pharmaceuticals*, *18*(5), 744. https://doi.org/10.3390/ph18050744

[7] Tokalı, F. S., Demir, Y., Ateşoğlu, Ş., Tokalı, P., & Şenol, H. (2025). Development of phenolic Mannich bases as α-glucosidase and aldose reductase inhibitors: In vitro and in silico approaches for managing diabetes mellitus and its complications. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, *128*, 118264. https://doi.org/10.1016/j.bmc.2025.118264

[8] Tokalı, F. S., Demir, Y., Tokalı, P., Ateşoğlu, Ş., & Şenol, H. (2025). New Quinazolin-4(3H)-One–Thiazolidine-2,4-Dione Hybrids as Dual Inhibitors of α-Glycosidase and Aldose Reductase: The Synthetic, In Vitro, and In Silico Approaches. *Journal of Biochemical and Molecular Toxicology*, *39*(8), e70412. https://doi.org/10.1002/jbt.70412

[9] Aqlan, F. M., Al-Bogami, A. S., Alqahtani, N. F., Wani, M. Y., & Khan, S. A. (2022). Thiazolidinone: A structural motif of great synthetic and biological importance. *Journal of Molecular Structure*, *1250*, 131771. https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2021.131771

[10] Anbar, H. S., El-Gamal, R., Ullah, S., Zaraei, S., Al-Rashida, M., Zaib, S., Pelletier, J., Sévigny, J., Iqbal, J., & El-Gamal, M. I. (2020). Evaluation of sulfonate and sulfamate derivatives possessing benzofuran or benzothiophene nucleus as inhibitors of nucleotide pyrophosphatases/phosphodiesterases and anticancer agents. *Bioorganic Chemistry*, *104*, 104305. https://doi.org/10.1016/j.bioorg.2020.104305

[11] Mehta, M., & Mahapatra, M. K. (2021). Synthesis and anti-hyperglycaemic study of aryl sulfonate ester conjugated 5-arylidene-thiazolidine-2,4-diones. *Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research, 55*(3), 894–903. https://doi.org/10.5530/ijper.55.3.164

[12] Yao, H., Guo, Q., Wang, M., Wang, R., & Xu, Z. (2021). Discovery of pyrazole N-aryl sulfonate: A novel and highly potent cyclooxygenase-2 (COX-2) selective inhibitors. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, *46*, 116344. https://doi.org/10.1016/j.bmc.2021.116344

[13] Tokalı, F. S., Demir, Y., Demircioğlu, İ. H., Türkeş, C., Kalay, E., Şendil, K., & Beydemir, Ş. (2022). Synthesis, biological evaluation, and in silico study of novel library sulfonates containing quinazolin-4(3H)-one derivatives as potential aldose reductase inhibitors. *Drug Development Research*, *83*(3), 586-604. https://doi.org/10.1002/ddr.21887

[14] Zareen, W., Ahmed, N., Siddique, F., Taslimi, P., Khan, M. A., Islam, T., Ismail, M. A., Al-Rashida, M., Zaki, M. E., Gomha, S. M., Alharthy, R. D., & Shafiq, Z. (2026). Synthesis and biological evaluation of 6-hydroxychromone based thiosemicarbazones as potential antidiabetic and antioxidant agents. *Scientific Reports*, *16*(1), 7512. https://doi.org/10.1038/s41598-026-40449-y

[15] Tokalı, F. S., Şenol, H., Katmerlikaya, T. G., Dağ, A., & Şendil, K. (2023). Novel thiosemicarbazone and thiazolidin-4-one derivatives containing vanillin core: Synthesis, characterization, and anticancer activity studies. *Journal of Heterocyclic Chemistry*, *60*(4), 645-656. https://doi.org/10.1002/jhet.4619

[16] Demir, Y., Şenol, H., Uluçay, O., Ateşoğlu, Ş., & Tokalı, F. S. (2026). Morpholine-modified thiosemicarbazones and thiazolidin-4-ones against Alzheimer's key enzymes: From synthesis to inhibition. *Computational Biology and Chemistry*, *120*, 108683. https://doi.org/10.1016/j.compbiolchem.2025.108683

[17] Akdağ, M., Demir, Y., Susam, T. T., Kurban, B., Beydemir, Ş., & Özçelik, A. B. (2026). Novel pyridazinone-based N-phenylacetamides as α-glucosidase-selective and dual α-glucosidase/aldose reductase inhibitors: Synthesis, SAR analysis, and cytotoxicity evaluation. *Bioorganic Chemistry*, *179*, 110061. https://doi.org/10.1016/j.bioorg.2026.110061

[18] Kesebir, A. Ö., Demir, Y., Sağlamtaş, R., & Öztekin, A. (2026). Evaluation of 2-Aminothiazoles as α-Glucosidase Inhibitors: DFT, Molecular Docking, and Antioxidant Studies. *Biotechnology and Applied Biochemistry*, *73*(2), 645-654. https://doi.org/10.1002/bab.70054

[19] Tokalı, F. S., Taşlımı, P., Tüzün, B., Karakuş, A., Sadeghian, N., & Gülçin, İ. (2023). Synthesis of new carboxylates and sulfonates containing thiazolidin-4-one ring and evaluation of inhibitory properties against some metabolic enzymes. *Journal of the Iranian Chemical Society, 20*(10), 2631–2642. https://doi.org/10.1007/s13738-023-02861-3

[20] Tao, Y., Zhang, Y., Cheng, Y., & Wang, Y. (2013). Rapid screening and identification of α-glucosidase inhibitors from mulberry leaves using enzyme-immobilized magnetic beads coupled with HPLC/MS and NMR. *Biomedical Chromatography*, *27*(2), 148-155. https://doi.org/10.1002/bmc.2761

[21] Aslan, O. N., Kalın, Ş. N., Kalay, E., Türkeş, C., & Demir, Y. (2026). Design, synthesis, in vitro and in silico evaluation of thiazole-hydrazine hybrids incorporating an isoindole-1,3-dione scaffold as potent α-glucosidase inhibitors. *Bioorganic Chemistry*, *174*, 109767. https://doi.org/10.1016/j.bioorg.2026.109767

N-ASETİL-5-METOKSİTRİPTAMİN YAPISININ SWİSS ADME PARAMETRELERİNİN İNCELENMESİ

Prof. Dr. Kamuran SARAÇ

ORCID: 0000-0001-6684-8969

E-mail:ksarac@beu.edu.tr

Bitlis Eren Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Bitlis, Türkiye

Absrtact

İlaç keşfi sürecinde bir molekülün biyolojik aktivite potansiyelinin yanı sıra farmakokinetik özellikleri de büyük önem taşımaktadır. Günümüzde bu özelliklerin ön değerlendirilmesi için kullanılan önemli araçlardan biri SwissADME hesaplama platformudur. Bu çalışmada melatonin olarak da bilinen N-asetil-5-metoksitriptamin molekülünün bazı temel ADME (Absorption, Distribution, Metabolism, Excretion) parametreleri incelenmiştir. Molekül için hesaplanan molekül ağırlığı 232 g/mol, dönebilen bağ sayısı 5, topolojik polar yüzey alanı (TPSA) 54.12 Å², Csp3 fraksiyonu 0.31, Consensus LogP değeri 1.83 ve LogS (ESOL) değeri −2.34 olarak belirlenmiştir. Bu parametreler incelendiğinde molekülün uygun lipofilisite, yeterli çözünürlük ve kabul edilebilir moleküler esneklik özellikleri gösterdiği görülmektedir. Elde edilen sonuçlar molekülün oral biyoyararlanım açısından uygun özellikler taşıdığını ve ilaç benzerliği kriterleriyle uyumlu olduğunu göstermektedir

Giriş

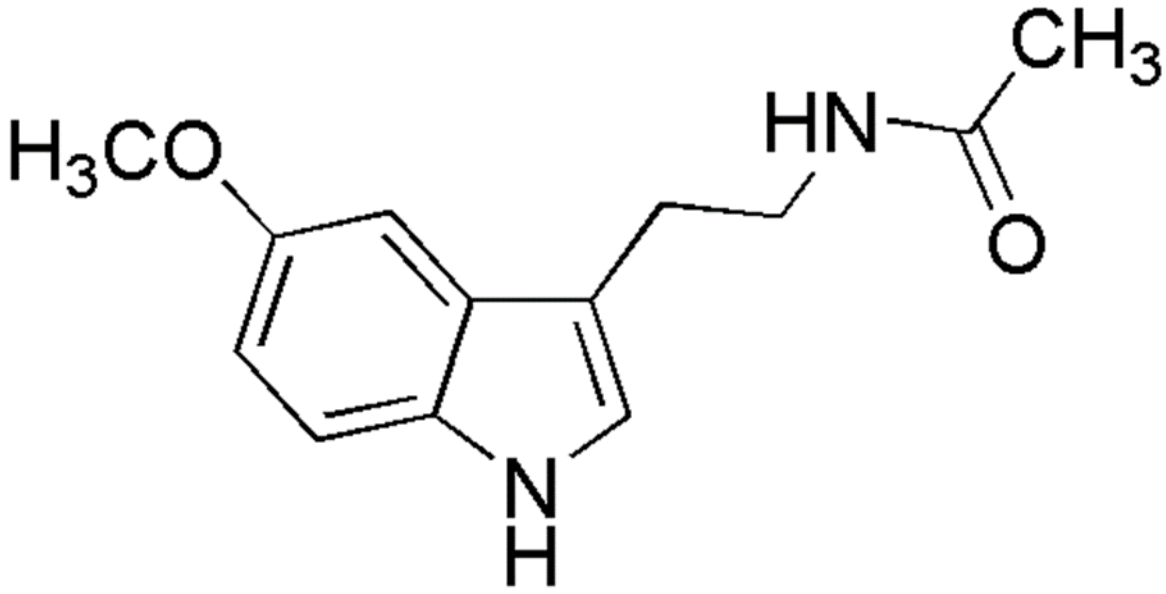
İlaç geliştirme çalışmalarında aday moleküllerin yalnızca biyolojik aktivite göstermesi yeterli değildir. Aynı zamanda uygun farmakokinetik özelliklere sahip olmaları da gereklidir. Bu özellikler genel olarak ADME (absorpsiyon, dağılım, metabolizma ve eliminasyon) parametreleri ile değerlendirilmektedir [1]

Son yıllarda hesaplamalı kimya ve kemoinformatik yöntemleri ilaç tasarım süreçlerinde önemli rol oynamaktadır. Bu yöntemler sayesinde moleküllerin deneysel çalışmalara başlamadan önce farmakokinetik özellikleri tahmin edilebilmektedir. Bu amaçla kullanılan önemli platformlardan biri SwissADME web aracıdır. SwissADME, moleküllerin lipofilisite, çözünürlük, polarite ve moleküler esneklik gibi birçok önemli özelliğini hesaplayarak ilaç benzerliği değerlendirmesi yapmaktadır [2].

Melatonin (N-asetil-5-metoksitriptamin), indol türevi bir molekül olup memelilerde epifiz bezi tarafından sentezlenen önemli bir biyomoleküldür. Uyku düzeni, antioksidan aktivite ve çeşitli biyolojik süreçlerde rol oynadığı bilinmektedir[3]. Melatonin yapısının içerdiği indol çekirdeği, metoksi grubu ve asetil amid fonksiyonu, molekülün hem lipofilik hem de hidrofilik özellikler göstermesine olanak sağlamaktadır.

Bu çalışmada melatonin molekülünün SwissADME aracılığıyla hesaplanan bazı temel parametreleri değerlendirilmiş ve molekülün ilaç benzerliği özellikleri incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: N-asetil-5-metoksitriptamin, Swiss ADME, Pharmacokinetics



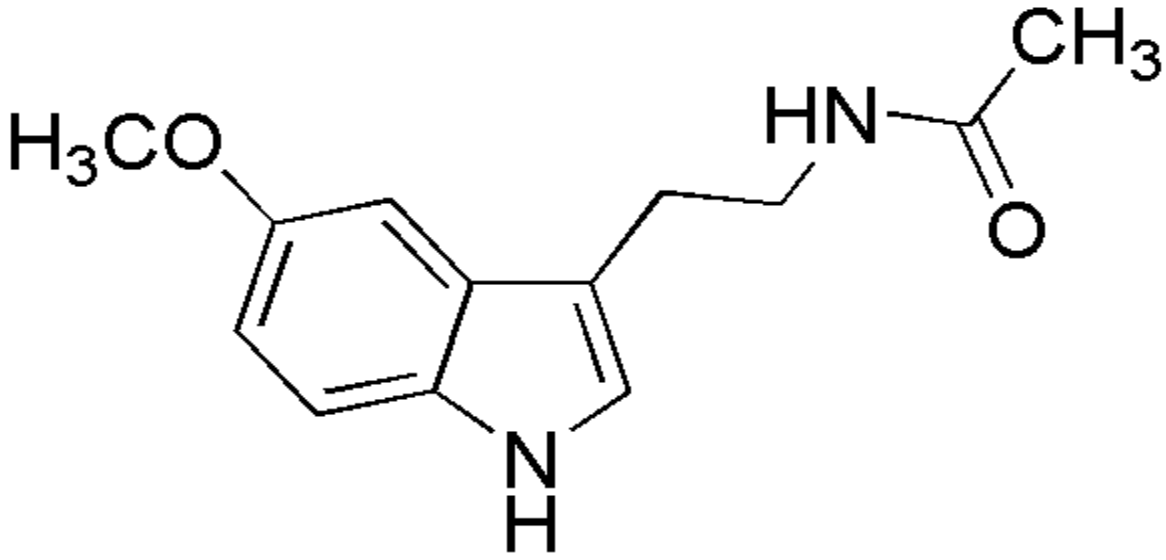
Şekil 1: N-asetil-5-metoksitriptaminin yapısı

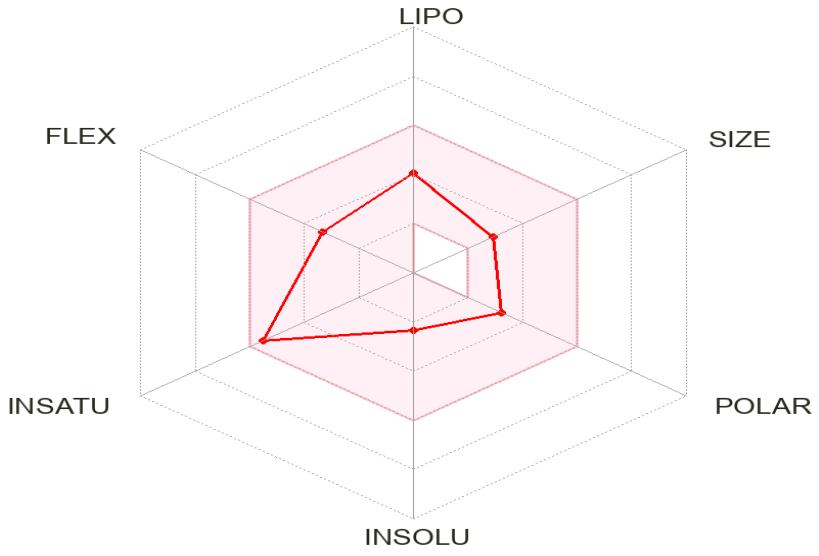
Materyal ve Metod

Tahminler için SwissADME özellikleri [4] ve ProTox-II araçları [5,6] kullanılmıştır.

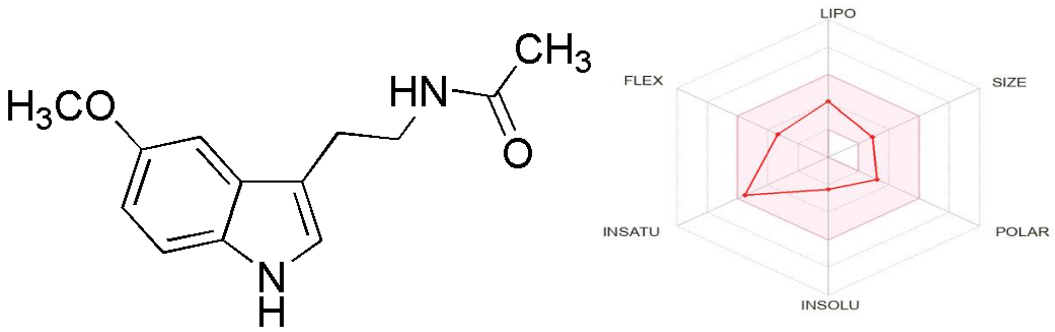
Sonuç ve Tartışma

SwissADME; bir veya daha fazla küçük molekülün ADME parametrelerinin, farmakokinetik özelliklerinin, ilaç benzerliğinin ve tıbbi kimya açısından uygunluğunun öngörülmesini sağlar ve bunların fizikokimyasal tanımlayıcılarını hesaplar. Geleneksel olarak terapötik ajanlar, Lipinski'nin Beş Kuralı'na (yani; 500'ün altında moleküler kütle, en fazla 5 hidrojen bağı vericisi, en fazla 10 hidrojen bağı alıcısı ve 5'i aşmayan log P değeri) uyan küçük moleküllerdir.


H3CO
HN
CH3
O
N
H

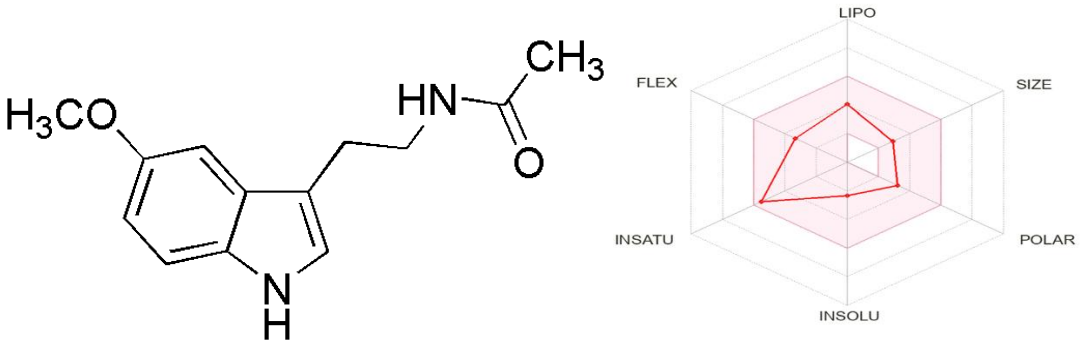

LIPO
SIZE
POLAR
INSOLU
INSATU
FLEX

İlk olarak molekülün molekül ağırlığı 232 g/mol olarak hesaplanmıştır. Bu değer, Lipinski tarafından önerilen 500 g/mol sınırının oldukça altında olup molekülün biyoyararlanım açısından avantajlı olduğunu göstermektedir [1].



Molecular Weight (SIZE):232.28

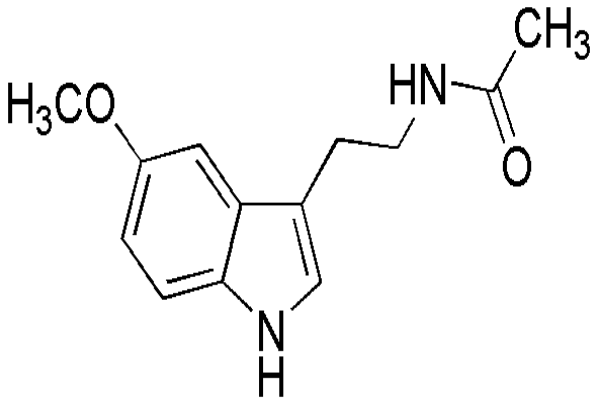
Molekülün dönebilen bağ sayısının 5 olması, molekülün orta düzeyde bir konformasyonel esnekliğe sahip olduğunu göstermektedir. Bu durum molekülün biyolojik hedeflere bağlanabilmesi açısından olumlu bir özellik olarak değerlendirilmektedir. Veber kuralına göre dönebilen bağ sayısının 10'dan az olması iyi oral biyoyararlanım ile ilişkilidir [7].

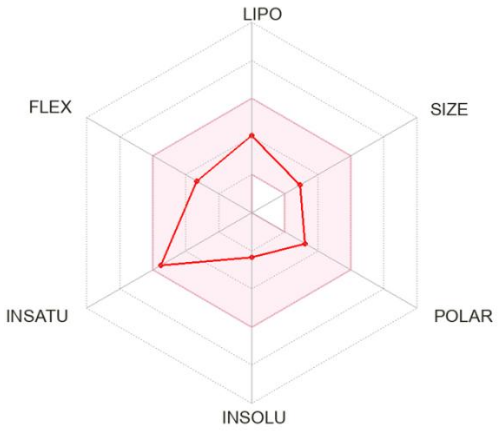


Num. rotatable bonds 5

Bir diğer önemli parametre topolojik polar yüzey alanı (TPSA) olup melatonin için 54.12 Å² olarak hesaplanmıştır. TPSA değeri 140 Å²'nin altında olan moleküllerin genellikle iyi membran geçirgenliği

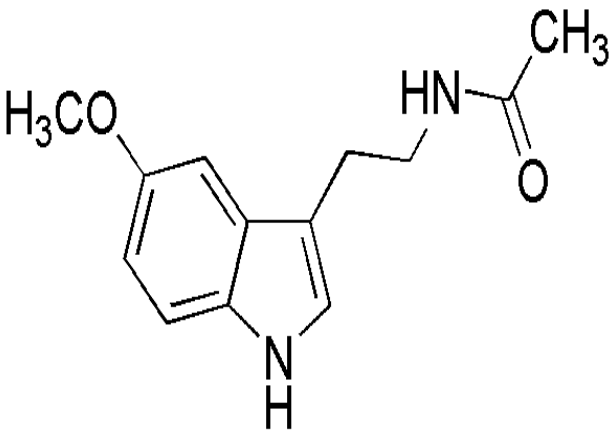
gösterdiği bilinmektedir. Bu nedenle melatonin molekülünün hücre zarından geçiş potansiyelinin yüksek olduğu söylenebilir.

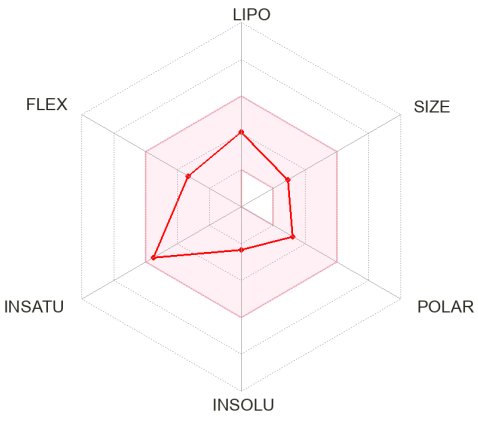




TPSA: 54.12 Å²

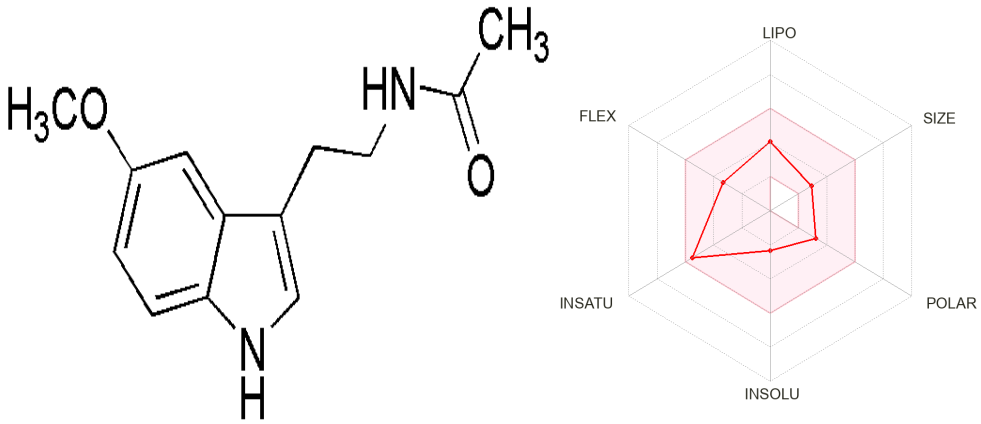
Molekül için hesaplanan Csp3 fraksiyonu 0.31 olup molekülün kısmen aromatik karakter taşıdığını göstermektedir. Aromatik sistemlerin varlığı genellikle biyolojik hedeflerle π-π etkileşimlerinin oluşmasına katkı sağlayabilmektedir.





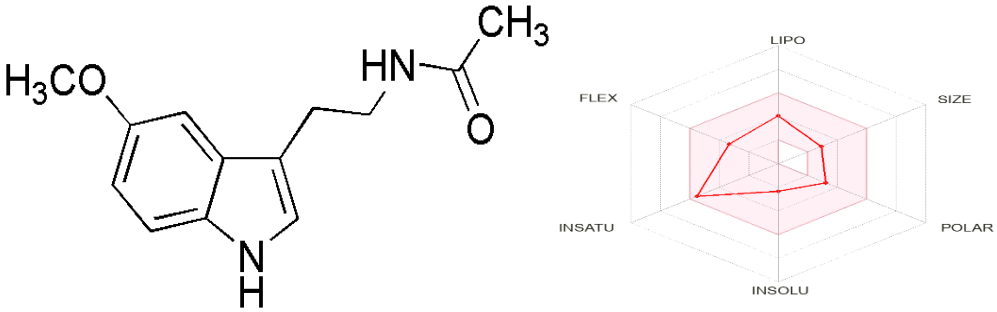
Fraction Csp^3=0.31

Lipofilisite değerleri ilaç adaylarının membran geçirgenliği açısından kritik parametrelerden biridir. Melatonin için hesaplanan Consensus LogP değeri 1.83 olup bu değer molekülün dengeli bir hidrofilik-lipofilik karaktere sahip olduğunu göstermektedir. Genellikle LogP değerinin 1–3 aralığında olması iyi farmakokinetik özellikler ile ilişkilendirilmektedir [8].



Consensus Log Po/w 1.83

Çözünürlük parametresi olan LogS (ESOL) değeri −2.34 olarak hesaplanmıştır. Bu değer molekülün orta derecede suda çözünür olduğunu göstermektedir. Yeterli çözünürlük, ilaçların gastrointestinal sistemde emilimi açısından önemli bir faktördür.



Log S (ESOL) -2.34

Sonuç

Bu çalışmada melatonin molekülünün SwissADME platformu kullanılarak hesaplanan bazı temel farmakokinetik parametreleri değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar molekülün **düşük molekül ağırlığı, uygun lipofilisite, yeterli çözünürlük ve uygun polarite** özelliklerine sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca dönebilen bağ sayısının düşük olması molekülün biyoyararlanım açısından avantajlı olduğunu ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak SwissADME analizleri melatonin molekülünün **ilaç benzerliği kriterleri ile uyumlu olduğunu** ve farmasötik araştırmalar açısından uygun bir aday molekül olduğunu göstermektedir. Bu tür hesaplamalı yöntemler, ilaç geliştirme süreçlerinde deneysel çalışmalardan önce moleküllerin farmakokinetik potansiyelinin değerlendirilmesi açısından önemli bir araçtır.

Kaynaklar

1. Lipinski, C. A., Lombardo, F., Dominy, B. W., & Feeney, P. J. (2001). **Experimental and computational approaches to estimate solubility and permeability in drug discovery and development settings.** *Advanced Drug Delivery Reviews*, 46, 3–26.
2. Daina, A., Michielin, O., & Zoete, V. (2017). **SwissADME: A free web tool to evaluate pharmacokinetics, drug-likeness and medicinal chemistry friendliness of small molecules.** *Scientific Reports*, 7, 42717.
3. Reiter, R. J., Tan, D. X., & Fuentes-Broto, L. (2014). **Melatonin: A multitasking molecule.** *Progress in Brain Research*, 181, 127–151.
4. Daina A., Michielin O., Zoete V., SwissADME: A free web tool to evaluate pharmacokinetics, drug-likeness and medicinal chemistry friendliness of small molecules, Sci. Rep., 2017, vol. 7, no. 1, art. 42717. https://doi.org/10.1038/srep4271761
5. Banerjee P., Eckert A.O., Schrey A.K., Preissner R., ProTox-II: A webserver for the prediction of toxicity of chemicals, Nucleic Acids Res., 2018, vol. 46, no. W1, pp. W257–W263. https://doi.org/10.1093/nar/gky31863
6. Panicker C.Y., Varghese H.T., Ambujakshan K.R., Mathew S., Ganguli S., Nanda A.K., Van Alsenoy C., Title not provided, J. Raman Spectrosc., 2009, vol. 40, pp. 1262–1273. https://doi.org/10.1002/jrs.2276
7. Veber, D. F., Johnson, S. R., Cheng, H. Y., Smith, B. R., Ward, K. W., & Kopple, K. D. (2002). **Molecular properties that influence the oral bioavailability of drug candidates.** *Journal of Medicinal Chemistry*, 45, 2615–2623.
8. Waring, M. J. (2010). **Lipophilicity in drug discovery.** *Expert Opinion on Drug Discovery*, 5, 235–248.

INVESTIGATION OF SWISS ADME PARAMETERS OF SCHIFF BASE STRUCTURE

Prof. Dr. Kamuran SARAÇ

Bitlis Eren University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Chemistry, Bitlis, Türkiye E-email:ksarac@beu.edu.tr

ORCID: 0000-0001-6684-8969

Absrtact

Pharmacokinetics, defined by absorption, distribution, metabolism, and excretion (ADME), determines the disposition of therapeutic compounds in the body. Early and accurate prediction of ADME properties is essential to reduce pharmacokinetics-related failures in later clinical trials. Computational models offer rapid and cost-effective tools for screening large compound sets, particularly when material availability is limited. Nonetheless, experimental validation remains indispensable when data or biological information are insufficient. The integration of computational and experimental methods is therefore crucial for enhancing drug discovery efficiency and clinical success.

Introduction

In drug discovery, numerous compounds are evaluated based on multiple parameters, and the selection of candidates for synthesis and testing is of critical importance [1]. Ideal compounds are expected to exhibit low toxicity, high biological activity, and the ability to reach therapeutic targets at effective concentrations[2]. Pharmacokinetics and ADME (Absorption, Distribution, Metabolism, and Excretion) parameters play a central role in this evaluation[3-4]. Early prediction of ADME properties helps reduce pharmacokinetics-related failures in clinical phases [5-8]. While computational methods provide rapid and cost-effective alternatives, experimental approaches remain essential for reliable assessment, particularly in early stages with limited synthesis capacity.

Keywords: Swiss ADME, Pharmacokinetics, Schiff base

(E)-N-(2-ethylphenyl)-2-(3-oxo-1,3-dihydro-2H-pyrrol-2-ylidene)hydrazine-1-carbothioamide

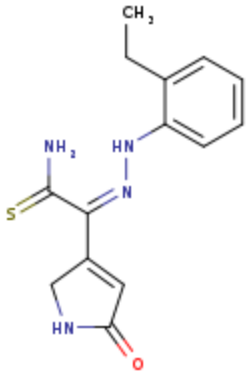


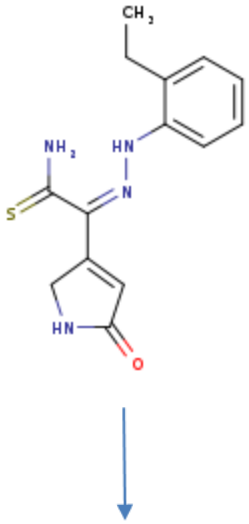
Figure 1:Structures of the compound

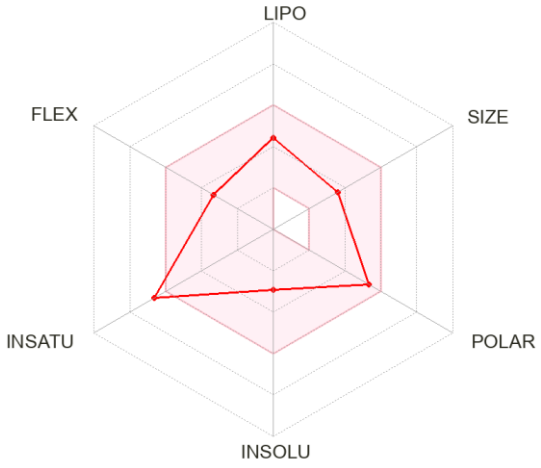
Materials and Methods

SwissADME properties [9] and ProTox-II tools [10,11] were used for predictions.

Results and Discussion

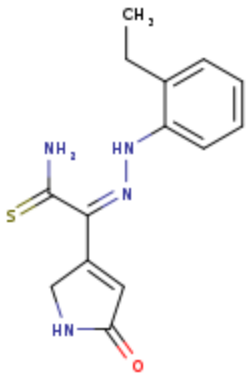
SwissADME facilitates the prediction of ADME parameters, pharmacokinetic properties, drug-likeness, and medicinal chemistry friendliness for one or more small molecules, while also calculating their physicochemical descriptors. Traditionally, therapeutic agents are small molecules that adhere to Lipinski's Rule of Five: a molecular weight below 500 Da, no more than 5 hydrogen bond donors, no more than 10 hydrogen bond acceptors, and a log P value not exceeding 5.





1 = Molecular Weight (SIZE):(150 ve 500 g/mol $^{-1}$)

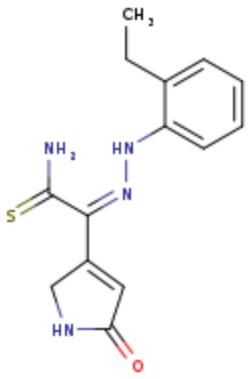
Molecular weight (MW) is an important factor in assessing drug-likeness using tools such as SwissADME. Compounds with lower molecular weight typically demonstrate enhanced membrane permeability, whereas those with higher molecular weight may face challenges in intracellular transport, potentially diminishing their bioavailability.



MW:288.37 g/mol

2=Flexibility: (up to nine rotatable bonds).

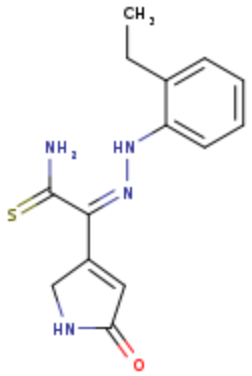
Which bonds are rotatable? A rotatable bond is defined as any single bond outside the ring attached to a nonterminal, nonhydrogen atom.



Num. rotatable bonds 5

3= Polarity (Polar) : (TPSA between 20 and 130 $Å^2$),

The polar surface area (PSA), also known as the topological polar surface area (TPSA), represents the total surface area of a molecule occupied by polar atoms—typically oxygen, nitrogen, and the hydrogen atoms attached to them.



TPSA: 111.60 Å²

4=Saturation (Insatu):

saturation (INSATU), the carbon fraction in sp3 hybridization should not be less than 0.25.

The Importance of Saturation and Unsaturation

1. Lipophilicity and Permeability

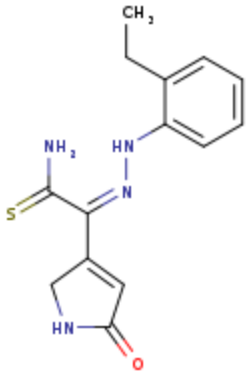
Saturated compounds (those with higher saturation) may generally be more lipophilic and better able to pass through cell membranes

Unsaturated compounds (those with higher saturation) may have different pharmacokinetic properties due to the presence of double bonds.

2.Metabolic Stability

Compounds with high unsaturation (those with high saturation) are generally more rapidly metabolized.

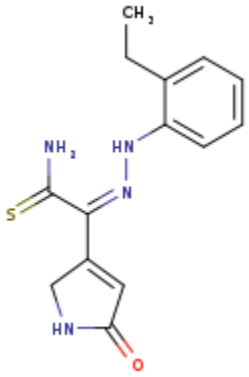
Saturated compounds (those with high saturation) may be more stable and bioavailable for longer.



Fraction Csp^3=0.21

5 = Lıpophılıque or Lıpophılıque =

Lipophilicity refers to a compound's ability to dissolve in oils, lipids, and non-polar solvents such as hexane or toluene. These solvents are inherently lipophilic. LogP is a crucial parameter in Lipinski's Rule of Five, which helps predict the drug-likeness of newly synthesized compounds. For optimal oral and intestinal absorption, Lipinski's guidelines suggest that the LogP value should be less than 5, ideally ranging between 1.35 and 1.8.



Consensus Log Po/w 2.87

6= Water Solubılıty

The Importance of Log S (ESOL) in SwissADME

Log S values are used to classify compounds based on their aqueous solubility:

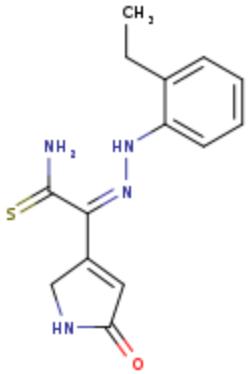
• Greater than 0 indicates very high solubility (high concentration in mg/mL)

• Between 0 and -2 suggests moderate solubility

• Between -2 and -4 reflects low solubility

• Less than -4 denotes very low solubility, meaning the compound is either insoluble or poorly soluble in water

SwissADME's Log S estimation is a vital tool in drug discovery and development, aiding in the early-stage selection of promising candidate compounds.



Log S (ESOL) -2.92

Discussion and Conclusion

In this study, the SwissADME properties of the title compound were investigated. On the other hand, the SwissADME values measured for the compound generally yielded favorable results.

References

1. Banerjee P., Eckert A.O., Schrey A.K., Preissner R., ProTox-II: A webserver for the prediction of toxicity of chemicals, *Nucleic Acids Res.*, 2018, vol. 46, no. W1, pp. W257–W263. https://doi.org/10.1093/nar/gky31863
2. Koparir M., Cansiz A., Cetin A., Kazaz C., Title not provided, *Chem. Nat. Comp.*, 2005, vol. 41, pp. 539–571.
3. Temple Jr C., Kussner C.L., Montgomery J.A., Diazo-β-azomethine-v-triazine equilibrium, *J. Org. Chem.*, 1967, vol. 32, no. 7, pp. 2241–2245.
4. Ozturk S., Akkurt M., Cansiz A., Koparir M., Sekerci M., Heinemann F.W., Title not provided, *Acta Cryst. E.*, 2004, vol. 60, pp. o820–o821.
5. Benson F.R., Tetrazoles, Tetrazines and Purines and Related Ring Systems, in *Heterocyclic Compounds*, vol. 8, edited by R.C. Elderfield, New York: Wiley, 1967, pp. 1–104.
6. Daina A., Michielin O., Zoete V., SwissADME: A free web tool to evaluate pharmacokinetics, drug-likeness and medicinal chemistry friendliness of small molecules, *Sci. Rep.*, 2017, vol. 7, no. 1, art. 42717. https://doi.org/10.1038/srep4271761
7. Ahmedzade M., Cukurovali A., Koparir M., Synthesis and antimicrobial activity of some of new 1,1,3-trisubstituted cyclobutane containing thiazoles, succinimide and phthalimide derivatives, *J. Chem. Soc. Pak.*, 2003, vol. 25, no. 1, pp. 51–55.
8. Stillings M.R., Welbourn A.P., Walter D.S., Title not provided, *J. Med. Chem.*, 1986, vol. 29, pp. 2280–2284.
9. Koparir M., Cansiz A., Ahmedzade M., Cetin A., Cyclobutane-substituted diacetamido sulfides and 2,5-diacylthiophenes, *Heteroatom Chem.*, 2004, vol. 15, no. 1, pp. 26–31. https://doi.org/10.1002/hc.10207
10. Panicker C.Y., Varghese H.T., Ambujakshan K.R., Mathew S., Ganguli S., Nanda A.K., Van Alsenoy C., Title not provided, *J. Raman Spectrosc.*, 2009, vol. 40, pp. 1262–1273. https://doi.org/10.1002/jrs.2276
11. Ozturk O.F., Cansiz A., Koparir M., Title not provided, *Trans. Met. Chem.*, 2007, vol. 32, pp. 224–227.

DFT INVESTIGATION OF STRUCTURAL, ELECTRONIC, AND VIBRATIONAL PROPERTIES OF 2-ACETYLTHIOPHENE-N-METHYL THIOSEMICARBAZONE

Prof. Dr. İbrahim İsmet ÖZTÜRK[1] / Dr. Öğr. Üyesi Okan UÇAR[2]

[1]Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Chemistry, Inorganic Chemistry, iiozturk@nku.edu.tr, ORCID: 0000-0003-3164-0038

[2]Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Chemistry, Inorganic Chemistry, oucar@nku.edu.tr, ORCID: 0000-0001-5921-3324

Abstract

2-Acetylthiophene-N-methyl thiosemicarbazone (Hatmtsc) was investigated theoretically using Density Functional Theory calculations at the B3LYP/6-31G(d,p) level. The optimized molecular geometry and frontier molecular orbital analyses yielded HOMO and LUMO energy values of −5.307 and −1.914 eV, respectively, corresponding to a HOMO–LUMO energy gap of 3.393 eV, indicating moderate chemical stability and reactivity. Quantum chemical descriptors including ionization energy, electron affinity, hardness, softness, electronegativity, and electrophilicity index were determined. The calculated hardness and softness parameters provided further insight into the resistance of the molecular electron cloud to deformation and the overall reactivity of Hatmtsc. The relatively high electrophilicity value suggests an important tendency of the molecule to interact with electron-rich species and supports its potential application as a ligand in coordination chemistry. In addition, vibrational frequency calculations were performed to evaluate the characteristic functional groups of the compound. The calculated infrared frequencies showed good agreement with experimental values reported in the literature, particularly for the N–H, C=N, and C=S stretching vibrations, confirming the reliability of the computational methodology. Overall, the theoretical results provide useful information on the structural stability, electronic characteristics, reactivity, and vibrational behavior of Hatmtsc and may contribute to a better understanding of its potential coordination properties.

Keywords

Thiosemicarbazone; DFT; HOMO-LUMO; Vibrational Spectra; Quantum Chemistry

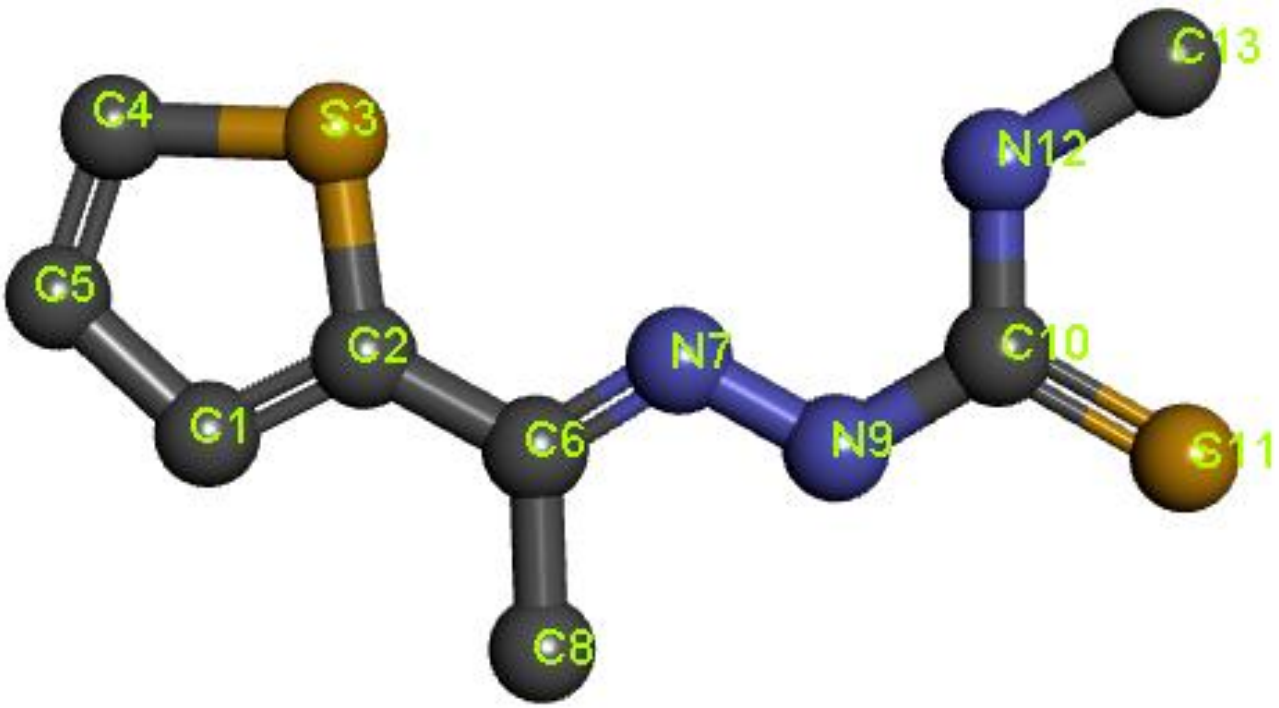
1. INTRODUCTION

I. Schiff base compounds, first described in 1864 by Hugo Schiff, constitute an important class of ligands in coordination chemistry (Singh et al., 2025). These compounds are generally synthesized through the condensation reaction between amines and carbonyl compounds (Ashraf et al., 2025). The simplicity and versatility provided by this classical synthetic method enable the development of novel materials and contribute significantly to advances in coordination chemistry and related fields (Isalm et al., 2025; Mohamed et al., 2025). In these compounds, possessing the general skeleton of R′-CR=N–R″, the R groups may consist of different chemical moieties such as heterocyclic, aromatic, or aryl groups (Nartop et al., 2024; Ucar et al., 2025a). This structural diversity enables Schiff base compounds to be widely utilized in various fields and to be designed according to specific purposes(Ali et al., 2026).

II. Thiosemicarbazones, possessing the general structural formula $R_2C=N–NH–C(=S)–NH_2$, represent one of the important classes of Schiff base compounds (Atasever-Arslan et al., 2025; Manakkadan et al., 2025). They can be synthesized through the condensation reaction of thiosemicarbazides with carbonyl compounds (Hassan et al., 2025; Jacob et al., 2025). Thiosemicarbazones exhibit thione/thiol tautomeric forms (Terenti et al., 2024). Owing to this property, as well as their ability to undergo deprotonation, they can readily coordinate to a metal center. In addition to the sulfur atom of the thione group and the azomethine nitrogen atom, substituted donor atoms originating from carbonyl groups may also participate in different coordination modes (Zahra et al., 2025; Shrestha et al., 2024; Maniyampara et al., 2023). Thiosemicarbazones are capable of coordinating to a metal center in either neutral or anionic forms by forming monodentate, bidentate, or polydentate chelates (Ucar et al., 2025b; Ucar & Ozturk, 2024)

III. In addition to their chemical properties, thiosemicarbazones have also attracted considerable attention due to their bioactive nature. The therapeutic responses they exhibited against several important diseases in the 1950s significantly increased interest in these compounds (Pósa et al., 2022). Thiosemicarbazones exhibit various biological activities, including antiviral, anticancer, antibacterial, antineurotoxic, antimalarial, and antituberculosis properties (Arockia Doss et al., 2023; Findik et al., 2023; Savir et al., 2021). Metal complexes of five-membered heterocyclic substituted thiosemicarbazones have been reported to exhibit effective activity against human breast cancer cells (Yildirim et al., 2014). Considering both their chemical properties and biological significance, the theoretical properties of a thiophene-containing thiosemicarbazone were investigated in this study (2-acetylthiophene-N-methyl thiosemicarbazone: Hatmtsc

(Fig. 1)). Calculations were performed using the B3LYP functional with the 6-31G(d,p) basis sets through the Gaussian 16W program. The obtained results were visualized using the GaussView 6.0.16 software. Quantum chemical parameters were calculated based on the energy values of the frontier molecular orbitals.



IV.

V. **Fig. 1.** The molecular structure of 2-acetylthiophene-N-methyl thiosemicarbazone (Hatmtsc).

2. METHOD

VI. The crystal structure of the 2-acetylthiophene-N-methyl thiosemicarbazone compound had previously been reported in the literature (Ozturk, 2023). The studies were carried out using the CIF file obtained from this report. The theoretical investigations of this compound were performed within the framework of the DFT method using the B3LYP functional and the 6-31G(d,p) basis set with the Gaussian 16W and GaussView 6.0.16 programs. Quantum chemical parameters, vibrational infrared bands, and geometric optimization results were obtained. The quantum chemical parameters were calculated by substituting the HOMO and LUMO energy values obtained from the geometric optimization results into the equations given below (Uçar, 2025).

VII.

VIII.

IX. Ionization energy (I) = $-E_{HOMO}$ (1)

X. Electron affinity (EA) = $-E_{LUMO}$ (2)

XI. Energy gap (ΔE) = ELUMO − EHOMO (3)

XII. Electronegativity (χ) = (I + EA)/2 = $-\mu$ (chemical potential) (4)

XIII. Chemical hardness (η) = (I − EA)/2 (5)

XIV. Chemical softness (σ) = $1/\eta$ (6)

XV. Electrophilicity (ω) = $\chi^2/2\eta$ (7)

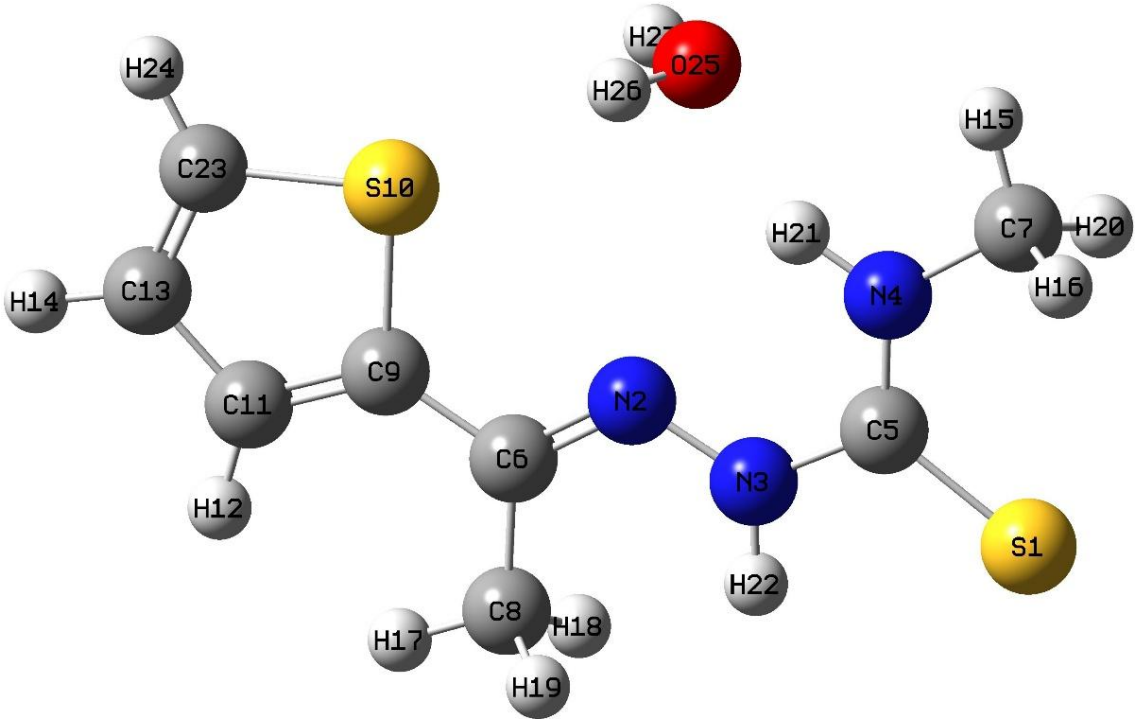
XVI.

XVII.

3. RESULTS

XVIII. Geometric optimization studies (Fig. 2) and HOMO–LUMO energy calculations of 2-acetylthiophene-N-methyl thiosemicarbazone were carried out within the DFT framework employing the B3LYP/6-31G(d,p) basis set. Based on the calculated orbital energies, the ionization energy (I), electron affinity (EA), energy gap (ΔE), electronegativity (χ), dipole moment (□), chemical hardness (η), chemical softness (□), and electrophilicity index (ω) values were evaluated and are presented in Table 1. The mathematical expressions used to obtain these quantum chemical parameters are given in the methodology section (Equations 1–7).

XIX.



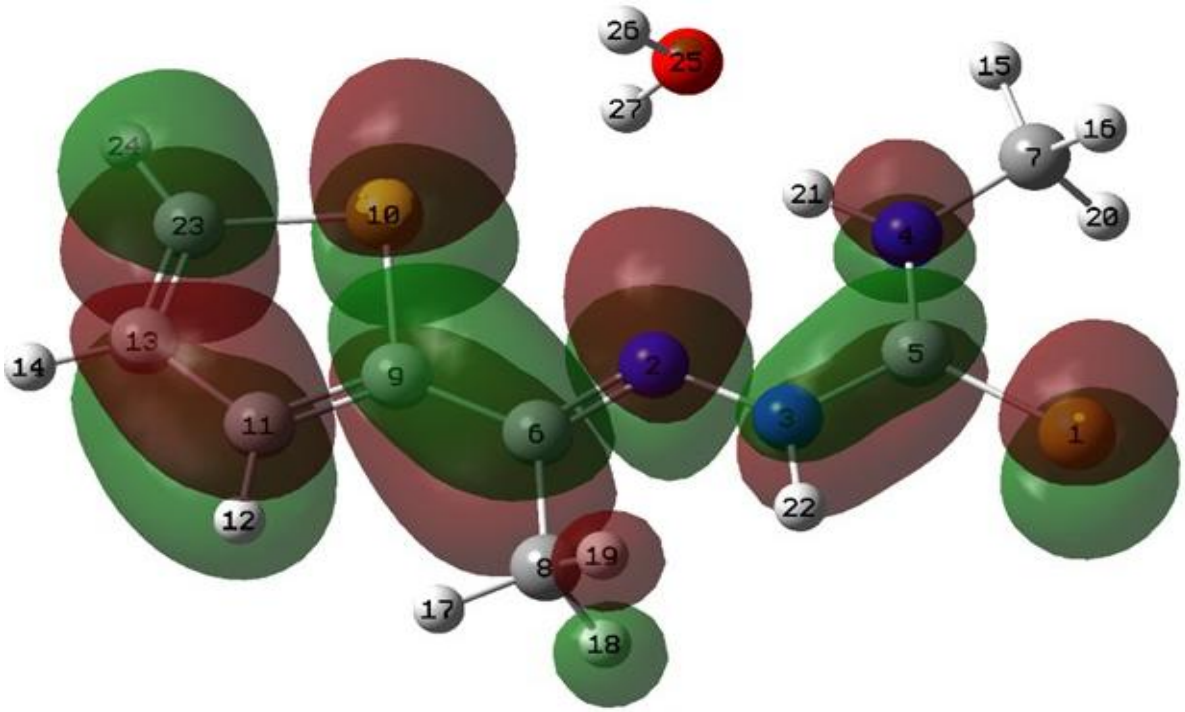
XX.

XXI. **Fig. 2**. The proposed molecular structure of the 2-acetylthiophene-N-methyl thiosemicarbazone (Hatmtsc).

XXII.

XXIII. To investigate the chemical activity of 2-acetylthiophene thiosemicarbazone, the frontier molecular orbital energy levels were determined (Figs. 3-4). The HOMO energy of the compound was calculated as −5.307 eV, indicating a moderate tendency to donate electrons. The LUMO energy level was found to be −1.914 eV, suggesting that the molecule also possesses the ability to accept electrons. The energy gap between the HOMO and LUMO orbitals (ΔE = 3.39 eV) indicates that the compound has moderate chemical stability. This relatively small energy gap suggests that electron transitions within the molecule can occur more readily, implying that the compound may exhibit considerable chemical reactivity. Furthermore, the frontier orbital energy values provide important insights into the coordination ability and potential biological activity of the compound (Chakkarapani et al., 2025; Marni et al., 2024).

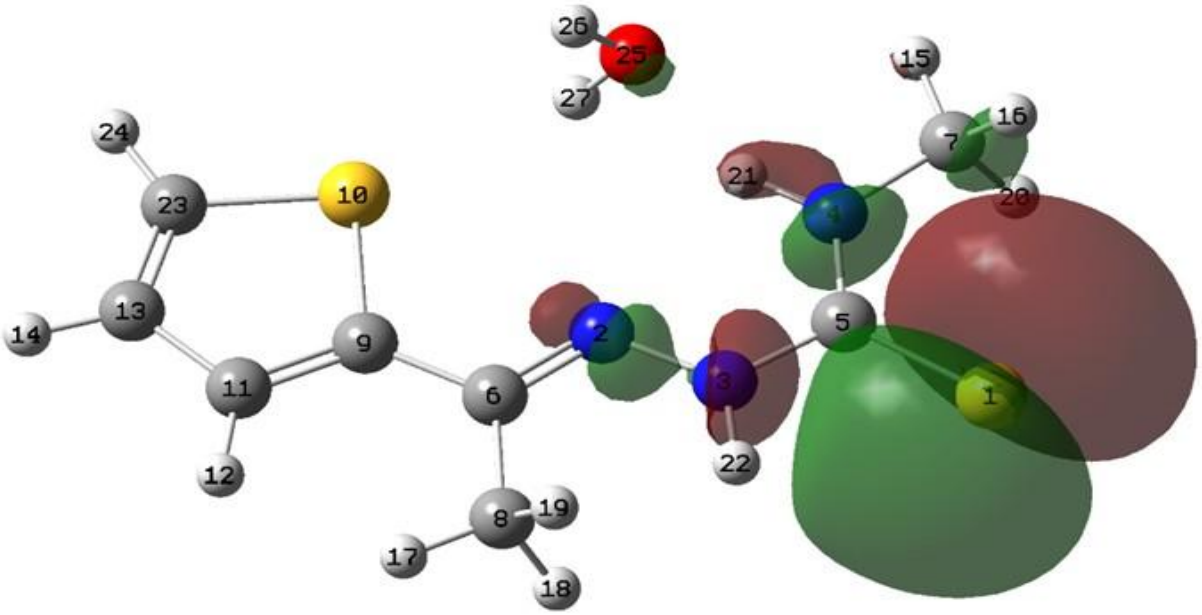
XXIV.



XXV.

XXVI. **Fig. 3**. The highest occupied molecular orbital of the 2-acetylthiophene-N-methyl thiosemicarbazone (Hatmtsc).

XXVII.



XXVIII.

XXIX. **Fig. 4.** The lowest unoccupied molecular orbital of the 2-acetylthiophene-N-methyl thiosemicarbazone (Hatmtsc).

XXX.

XXXI. Chemical hardness is generally related to the HOMO–LUMO energy gap and reflects the resistance of a molecule against deformation of its electron cloud. In this context, the relatively moderate energy gap (3.393 eV) indicates that the molecule is neither extremely soft nor excessively hard, suggesting a moderate level of chemical stability (Wazzan et al., 2016).

XXXII. Electrophilicity describes the tendency of a chemical species to accept electrons as a result of its electron deficiency. Compounds with high electrophilicity are generally classified as strong electrophiles, whereas those with low electrophilicity tend to exhibit more nucleophilic character (Madkour et al., 2018). In the present study, the calculated electrophilicity index (ω = 3.842) indicates a significant electrophilic nature of the investigated compound. This relatively high value suggests a strong tendency of the molecule to accept electrons and to interact with electron-rich species. When evaluated in conjunction with the HOMO–LUMO energy gap and chemical hardness, the obtained electrophilicity value implies that the reactivity is likely to be concentrated at specific molecular sites, highlighting the potential of the compound to act as an effective ligand in coordination chemistry applications.

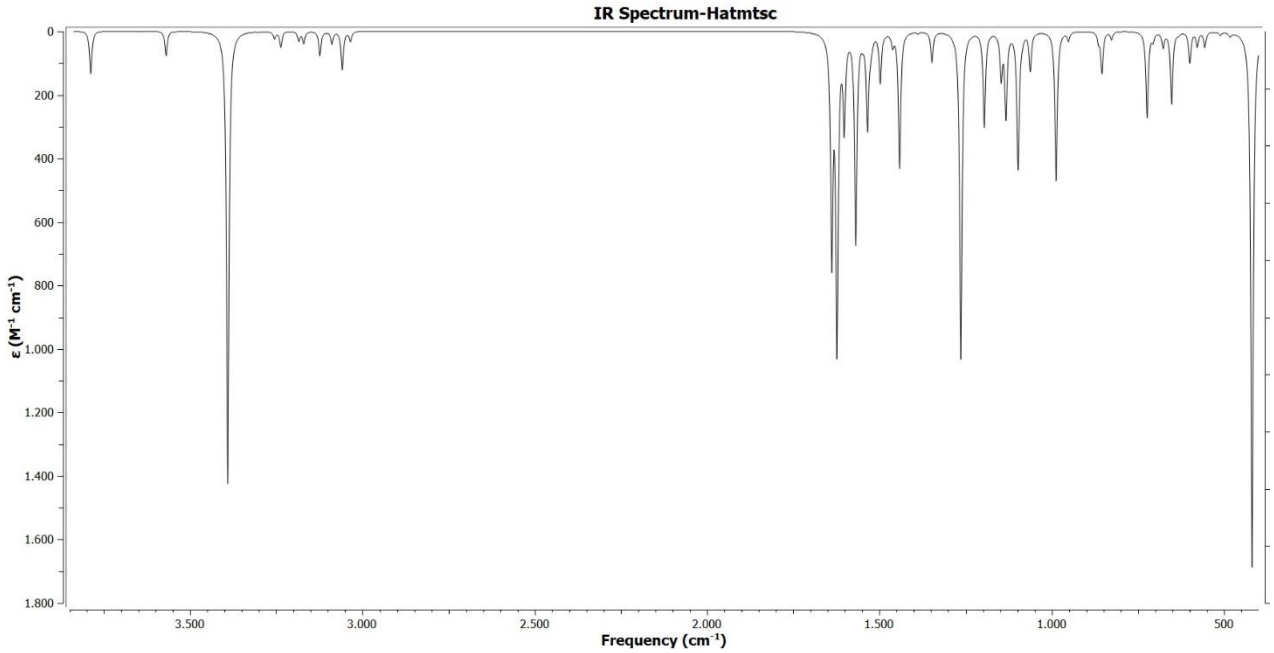
XXXIV. Table 1. The quantum parameters of the 2-acetylthiophene-N-methyl thiosemicarbazone (Hatmtsc).

XXXV. **Quantum Parameters (eV)**	XXXVI. **Hatmtsc**
XXXVII. **E_{HOMO}**	XXXVIII. -5.307
XXXIX. **E_{LUMO}**	XL. -1.914
XLI. **□E**	XLII. 3.393
XLIII. **I**	XLIV. 5.307
XLV. **EA**	XLVI. 1.914
XLVII. □	XLVIII. 1.697
XLIX. □	L. 0.589
LI. **χ**	LII. 3.610
LIII. □	LIV. -3.610
LV. **ω**	LVI. 3.842

LVII.

LVIII. In the experimental study reported in the literature, the infrared peaks of the compound were previously characterized. Experimentally, the N–H stretching vibration of the amine group was observed at 3321 cm^{-1}, while the N–H vibration of the azomethine group was found at 3228 cm^{-1} (Fig 5). The corresponding theoretical vibration bands were identified at 3390 cm^{-1} and 3236 cm^{-1}, respectively. The vibrational band associated with the C=N bond was observed experimentally at 1558 cm^{-1} and theoretically at 1568 cm^{-1}. The C=S stretching vibration appeared as a medium-intensity peak at 854 cm^{-1} experimentally, while the calculated theoretical value was 819 cm^{-1} (Ozturk, 2023).

LIX.



LX. Fig. 5 The infrared spectra of 2-acetylthiophene-N-methyl thiosemicarbazone (Hatmtsc).

4. CONCLUSION, DISCUSSION AND RECOMMENDATIONS

LXI. In this study, the structural, electronic, and vibrational properties of 2-acetylthiophene-N-methyl thiosemicarbazone were theoretically investigated using the DFT/B3LYP/6-31G(d,p) method. The HOMO–LUMO analysis revealed that the compound possesses a moderate energy gap, indicating an intermediate level of chemical stability and a certain degree of reactivity. The calculated quantum chemical parameters, including chemical hardness and electrophilicity, suggest a pronounced electron-accepting tendency and highlight its potential behaviour as an effective ligand in coordination chemistry.

LXII. In addition, the theoretically obtained IR vibrational frequencies were found to be in good overall agreement with the experimental values reported in the literature. In particular, the N–H, C=N, and C=S vibrational bands confirm the reliability of the employed computational approach.

LXIII.

REFERENCES

M. Ali, E.N. Sholkamy, A.A. Alayyaf, M.K. AL- Muhanna, A.A. Abdullgafar, A.S. Alobaidi, A. Barakat, Synthesis and characterization of chitosan thiosemicarbazone complexes with nickel, zinc, and Palladium: Enhanced antimicrobial efficacy and potential applications, J. Indian Chem. Soc. 103 (2026) 102420. https://doi.org/10.1016/j.jics.2026.102420.

T. Ashraf, A. Maryam, R. Hussain, S. Rani, B. Ali, M. Imran, S. Ashraf, U. Rahim, S.H. Sumrra, Synthesis, characterization, natural bond orbital and nonlinear optical exploration of Cu(II), Co(II) and Ni(II) complexes derived from hydrazone Schiff base ligands, J. Mol. Struct. 1323 (2025). https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2024.140804.

B. Atasever-Arslan, B. Kaya, O. Şahin, B. Ülküseven, A square planar cobalt(II)-thiosemicarbazone complex. Synthesis, characterization, antiviral and anti-inflammatory potential, J. Mol. Struct. 1321 (2025) 140109. https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2024.140109.

N. Chakkarapani, Y. Velmurugan, A. Ashokan, A. Razak, M. Hemamalini, J. Kavitha, V. Rajakannan, Exploring the anti-diabetic activity of 2 , 6-diamino-4-chloropyrimidinium-- hydrogen oxalate conjugates : Synthesis , crystal structure , quantum computational , drug-likeness , molecular docking and dynamics simulation, J. Mol. Struct. 1322 (2025) 140291. https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2024.140291.

P. Arockia Doss, J. Haribabu, N. Balakrishnan, S. Swaminathan, J.A. Pino, N. Bhuvanesh, R. Karvembu, Cytotoxicity of copper(I) complexes containing indole-based thiosemicarbazones and triphenylphosphine, ChemistrySelect 8 (2023) 1–8. https://doi.org/10.1002/slct.202301277.

M. Findik, B. Kuzu, S. Pehlivanoglu, S. Kaya, U. Sayin, E. Guler Akgemci, A.O. Saf, Synthesis of Carbazole-Substituted thiosemicarbazone and its Cu(II) Complex, DNA/Protein Binding, Cytotoxic, antiproliferative activities and molecular docking studies, Inorg. Chem. Commun. 152 (2023) 110711. https://doi.org/10.1016/j.inoche.2023.110711.

E.A. Hassan, M.M. Ebrahium, A.N. Al-Hakimi, N.A. Morsy, A.M. Ebrahium, Azo-thiosemicarbazone transition metal complexes: synthesis, structural characterization, theoretical insights, and anticancer and antimicrobial activities, J. Mol. Struct. 1341 (2025) 142610. https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2025.142610.

A.B.M.N. Isalm, M.A. Habib, M.M. Hasan, M.R. Hasan, K.M.R. Karim, M. Mahiuddin, T. Yoshida, M.R. Karim, S. Rahman, H. Albrithen, A.N. Alodhayb, P.E. Georghiou, Exploration of the synthesis, crystal structure, Hirshfeld surface analysis, binding properties, antibacterial activities, and molecular docking of a Schiff base

nickel (II) Complex, J. Mol. Struct. 1322 (2025). https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2024.140294.

J.M. Jacob, N. Mohan, S. S. S. , M. Sithambaresan, E. Manoj, M.R.P. Kurup, Multi-faceted investigation of copper(II) chelates based on ONS donor thiosemicarbazone: Crystal structures, spectral aspects, DNA binding, cytotoxicity and computational studies, J. Mol. Struct. 1319 (2025) 139463. https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2024.139463.

L.H. Madkour, S. Kaya, I.B. Obot, Computational, Monte Carlo simulation and experimental studies of some arylazotriazoles (AATR) and their copper complexes in corrosion inhibition process, J. Mol. Liq. 260 (2018) 351–374. https://doi.org/10.1016/j.molliq.2018.01.055.

V. Manakkadan, J. Haribabu, A.K. Valsan, V.N.V. Palakkeezhillam, P. Rasin, D. Moraga, V.S. Kumar, J.P. Muena, A. Sreekanth, Synthesis and characterization of copper(II) complex derived from newly synthesized acenaphthene quinone thiosemicarbazone ligands: Computational studies, in vitro binding with DNA/BSA and anticancer studies, Inorganica Chim. Acta 574 (2025) 122369. https://doi.org/10.1016/j.ica.2024.122369.

P.K. Maniyampara, L.K. Suresh, K. Jayakumar, E. Manoj, M.R.P. Kurup, Novel cobalt complexes of pyridine-based NNS donor thiosemicarbazones: Synthesis, X-ray characterization, DFT calculations, Hirshfeld surface analysis, and molecular docking study, J. Mol. Struct. 1275 (2023) 134680. https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2022.134680.

L.G. Marni, E. Emriadi, S. Darajat, I. Imelda, K. Khoiriah, Theoretical Study of Khellin Derivatives as Corrosion Inhibitors Based on Density Functional Theory (DFT), Turkish Comput. Theor. Chem. 8 (2024) 36–47. https://doi.org/10.33435/tcandtc.1382029.

S.H. Mohamed, T.A. Yousef, R.A. Bedier, I. Alali, T.H.A. Hasanin, R.H. Taha, Preparation of lanthanum and nickel complexes based on a newly prepared Schiff base ligand: Structural elucidation, molecular docking, and density functional theory calculations, Inorganica Chim. Acta 580 (2025) 122602. https://doi.org/10.1016/j.ica.2025.122602.

D. Nartop, E. Hasanoğlu Özkan, H. Öğütcü, N. Kurnaz Yetim, İ. Özdemir, Novel α-N-heterocyclic thiosemicarbazone complexes: synthesis, characterization, and antimicrobial of properties investigation, RSC Adv. 14 (2024) 29308–29318. https://doi.org/10.1039/d4ra04002c.

I.I. Ozturk, Synthesis, Characterization and Hirshfeld Surface Analysis of Some Thiosemicarbazones Containing a Five-Membered Ring, J. Struct. Chem. 64 (2023) 743–756. https://doi.org/10.1134/S0022476623050013.

V. Pósa, B. Hajdu, G. Tóth, O. Dömötör, C.R. Kowol, B.K. Keppler, G. Spengler, B. Gyurcsik, É.A. Enyedy, The coordination modes of (thio)semicarbazone copper(II) complexes strongly modulate the solution chemical properties and mechanism of anticancer activity, J. Inorg. Biochem. 231 (2022) 111786. https://doi.org/10.1016/j.jinorgbio.2022.111786.

S. Savir, J.W.K. Liew, I. Vythilingam, Y.A.L. Lim, C.H. Tan, K.S. Sim, V.S. Lee, M.J. Maah, K.W. Tan, Nickel(II) Complexes with Polyhydroxybenzaldehyde and O,N,S tridentate Thiosemicarbazone ligands: Synthesis, Cytotoxicity, Antimalarial Activity, and Molecular Docking Studies., J. Mol. Struct. 1242 (2021) 130815. https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2021.130815.

R.M. Shrestha, K. Mahiya, A. Shrestha, S.R. Mohanty, S.K. Yadav, P.N. Yadav, Synthesis, characterization, and anticancer potency of coumarin-derived thiosemicarbazones and their Copper(II) complexes, Inorg. Chem. Commun. 161 (2024) 112142. https://doi.org/10.1016/j.inoche.2024.112142.

N. Singh, N.A. Khan, A. Taha, M.C. Joshi, P. Kumar, A.G. Vedeshwar, A.A. Hashmi, Synthesis, spectroscopic characterization, DFT calculations, and antimicrobial studies of novel transition metal complexes of tridentate Schiff base ligand derived from o-vanillin, J. Mol. Struct. 1345 (2025) 141722. https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2025.141722.

N. Terenti, A. Lazarescu, S. Shova, P. Bourosh, N. Nedelko, A. Ślawska-Waniewska, E. Zariciuc, V. Lozan, Synthesis, X-ray and antibacterial activity of new copper(II) thiosemicarbazone complexes derived from 4-formyl-3-hydroxy-2-naphthoic acid, Inorganica Chim. Acta 571 (2024) 122216. https://doi.org/10.1016/j.ica.2024.122216.

O. Ucar, I.I. Ozturk, A.M. Grześkiewicz, M. Kubicki, C.N. Banti, S.K. Hadjikakou, Synthesis, Characterization, and Biological Investigation of Antimony(III) Halide Complexes With Different Coordination Architectures Constructed From Thiophene Thiosemicarbazones, Appl. Organomet. Chem. 39 (2025) 1–12. https://doi.org/10.1002/aoc.7858.

O. Ucar, I.I. Ozturk, A.M. Grześkiewicz, M. Kubicki, C. Banti, S.K. Hadjikakou, Synthesis, structural characterization, and biological evaluation of novel antimony(III) thiosemicarbazone complexes with uncommon geometries, Inorganica Chim. Acta 581 (2025) 122627. https://doi.org/10.1016/j.ica.2025.122627.

O. Ucar, I.I. Ozturk, Synthesis, Characterization, and Thermal Decomposition of Antimony(III) Halide Complexes of Benzaldehyde Thiosemicarbazones, Russ. J. Gen. Chem. 94 (2024) 2061–2067. https://doi.org/10.1134/S107036322408019X.

O. Uçar, Theoretical Structural Studies of Transition Metal Complexes of Schiff Base Ligands Containing Ferrocene and Imidazole Moieties, ADU J. Sci. Eng. 2 (2025) 14–21.

N.A. Wazzan, I.B. Obot, S. Kaya, Theoretical modeling and molecular level insights into the corrosion inhibition activity of 2-amino-1,3,4-thiadiazole and its 5-alkyl derivatives, J. Mol. Liq. 221 (2016) 579–602. https://doi.org/10.1016/j.molliq.2016.06.011.

H. Yildirim, E. Guler, M. Yavuz, N. Ozturk, P. Kose Yaman, E. Subasi, E. Sahin, S. Timur, Ruthenium (II) complexes of thiosemicarbazone: Synthesis, biosensor applications and evaluation as antimicrobial agents, Mater. Sci. Eng. C 44 (2014) 1–8. https://doi.org/10.1016/j.msec.2014.08.007.

S.B. Zahra, A. Khan, N. Ahmed, M. Rafique, L. Fatima, I. Khan, J. Hussain, S. Khalid, H.A. Ogaly, M.M. Ahmed, A. Al-Harrasi, Z. Shafiq, Versatile biological activities of thiosemicarbazones and their metal complexes, J. Mol. Struct. 1322 (2025) 140511. https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2024.140511.

QUANTUM CHEMICAL AND VIBRATIONAL SPECTRAL ANALYSIS OF 2-ACETYLTHIOPHENE THIOSEMICARBAZONE BY DFT METHOD

Prof. Dr. İbrahim İsmet ÖZTÜRK[1] / Assist. Prof. Dr. Okan UÇAR[2]

[1]Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Chemistry, Inorganic Chemistry, iiozturk@nku.edu.tr, ORCID: 0000-0003-3164-0038

[2]Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Chemistry, Inorganic Chemistry, oucar@nku.edu.tr, ORCID: 0000-0001-5921-3324

Abstract

Thiosemicarbazones are important compounds in coordination chemistry due to the presence of sulfur and nitrogen donor atoms and their rich electronic properties. In this study, the molecular geometry, electronic structure and vibrational properties of 2-acetylthiophene thiosemicarbazone (Hattsc) were investigated theoretically using Density Functional Theory (DFT). Calculations were performed at the B3LYP/6-31G(d,p) level using Gaussian 16 software. The calculated HOMO and LUMO energies were found to be −5.574 and −1.952 eV, respectively, corresponding to an energy gap of 3.622 eV, indicating moderate chemical reactivity and considerable kinetic stability. The obtained hardness, softness and electrophilicity values suggested a balanced electronic structure with charge-transfer capability. Furthermore, the calculated FT-IR vibrational frequencies showed good agreement with previously reported experimental values, confirming the reliability of the computational method employed. The obtained results demonstrate that Hattsc possesses favorable electronic and structural characteristics for potential applications in coordination chemistry. These findings also provide a theoretical basis for further studies on the coordination behavior of related thiosemicarbazone ligands.

Keywords: Thiosemicarbazone, DFT, HOMO–LUMO, vibrational spectra, Schiff base

1. INTRODUCTION

Thiosemicarbazone compounds exhibit structural diversity through the substitution of the R groups in their general structures shown in Figure 1 (Ali et al., 2026). These compounds are formed by the condensation of substituted aldehydes and amines, where the side groups may consist of hydrogen, alkyl, aryl, or cyclic moieties (Hassan et al., 2025; Jacob et al., 2025; Gul et al., 2024). In addition, thiosemicarbazones can be employed as metal sensors owing to the presence of C=S, –NH–, and –NH2 functional motifs within their structures (Arafath, 2023).

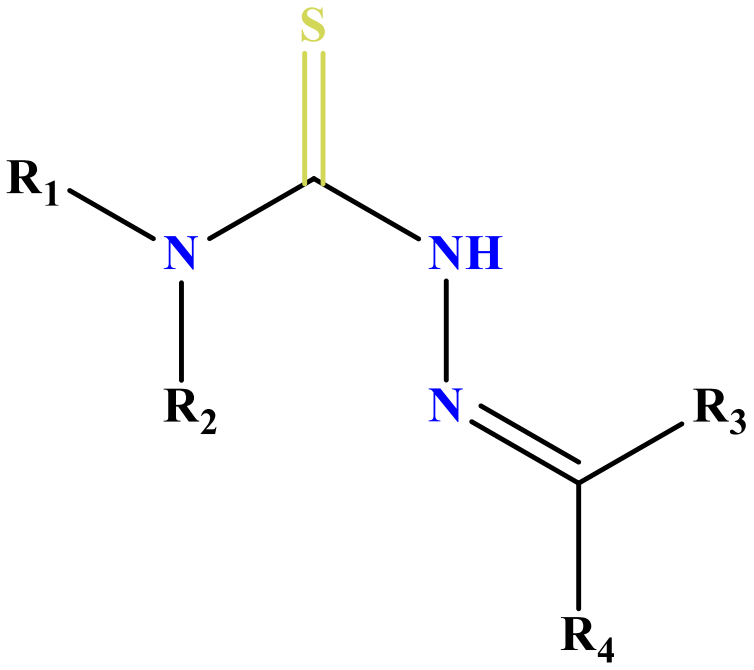


Figure 1. The general molecular structure of thiosemicarbazone.

The importance of thiosemicarbazone-derived compounds has increased due to the presence of both soft base sulfur (S) and hard base nitrogen (N) donor atoms within their structures (Mohamed et al., 2009). Thiosemicarbazone ligands containing both soft and hard donor centers exhibit remarkable versatility in coordinating to metal ions. Therefore, interest in these compounds within the field of coordination chemistry has been steadily increasing (Arafath, 2023).

Another important advantage of thiosemicarbazone derivatives in coordination chemistry is their ability to exist in thione/thiol tautomeric forms (Hossain et al., 2023; Ucar et al., 2025). Owing to this property, they

can readily bind to a metal center as chelating ligands. Thiosemicarbazones generally coordinate to metal ions in monodentate ($\square^1$-S) (Ozturk et al., 2026), bidentate ($\square^2$-N,S)(Cebotari et al., 2023), and tridentate ($\square^3$-X,N,S) modes (Datta et al., 2026). Another significant aspect of thiosemicarbazones is their biological activity. The heterocyclic compound 3-amino-2-carbaldehyde thiosemicarbazone (Triapine) has played a pioneering role in cancer research (Wang et al., 2017). Similarly, other heterocyclic compounds, such as di-2-pyridylketone-4,4-dimethyl-3-thiosemicarbazone and di-2-pyridylketone-4-cyclohexyl-4-methyl-3-thiosemicarbazone, have demonstrated promising results in anticancer studies (Whitnall et al., 2006). In this study, a theoretical investigation of the heterocyclic compound 2-acetylthiophene thiosemicarbazone (Hattsc) was carried out (Figure 2). All calculations were performed using the Gaussian 16 program package at the B3LYP/6-31G(d,p) level of theory. Based on the obtained results, the HOMO and LUMO energy levels were calculated in electron volts (eV), and the related quantum chemical parameters were determined. In addition, the significant vibrational bands of the molecule were compared with the experimental results.

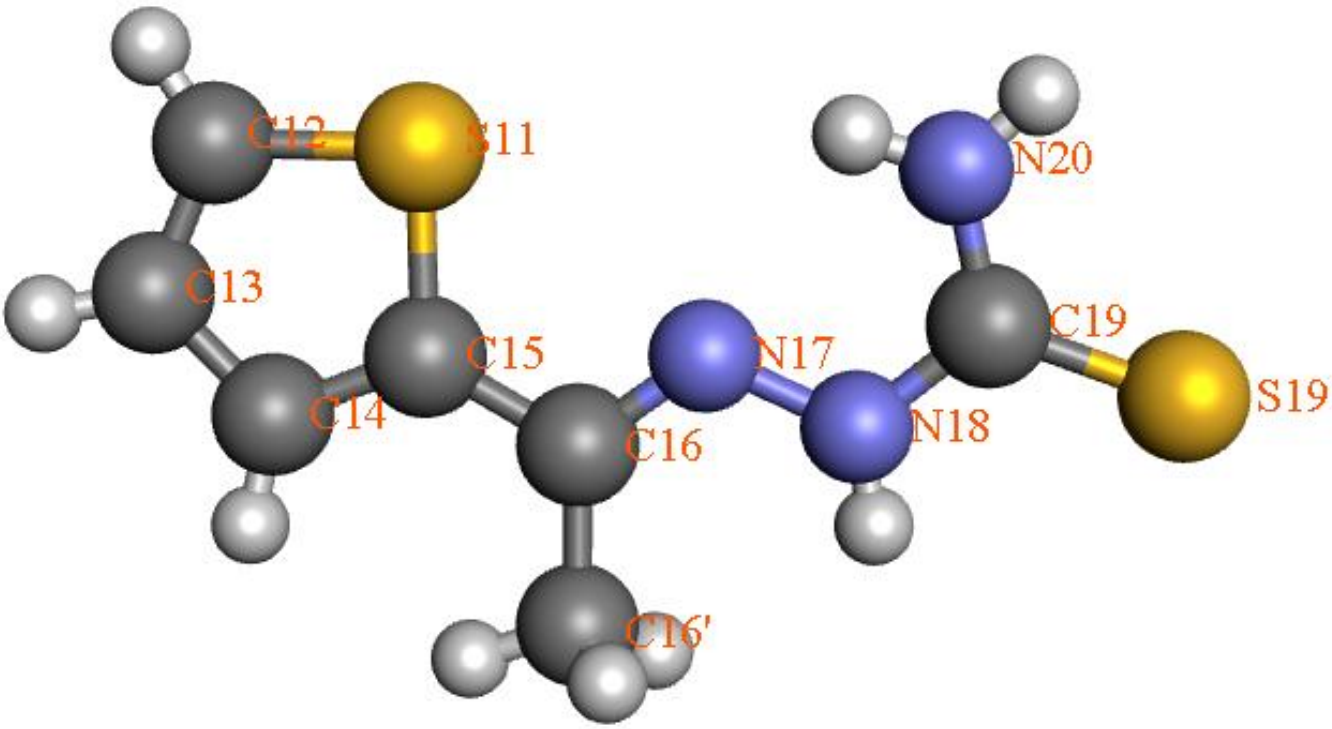


Figure 2. The molecular structure of 2-acetylthiophene thiosemicarbazone (Hattsc).

2. METHOD

The crystal structure of 2-acetylthiophene thiosemicarbazone has already been described in a previous study reported in the literature (Ozturk, 2023). In the present work, the corresponding CIF data obtained from that study were used as the starting point for computational analyses. Density Functional Theory (DFT) calculations were carried out employing the B3LYP hybrid functional together with the 6-31G(d,p) basis set using the Gaussian 16W package, while molecular visualization and analysis were performed with GaussView 6.0.16 software (Khayer & Haque, 2020). The optimized molecular geometry, vibrational infrared frequencies, and several quantum chemical descriptors were determined. Furthermore, the HOMO and LUMO energy values derived from the optimized structure were utilized to evaluate the quantum chemical parameters according to the equations presented below (Gosu et al., 2026).

$$\text{Ionization energy (I)} = -E_{HOMO} \quad (1)$$

$$\text{Electron affinity (EA)} = -E_{LUMO} \quad (2)$$

$$\text{Energy gap } (\Delta E) = E_{LUMO} - E_{HOMO} \quad (3)$$

$$\text{Electronegativity } (\chi) = (I + EA)/2 = -\mu \quad (4)$$

$$\text{Chemical hardness } (\square) = (I\text{-}EA)/2 \quad (5)$$

$$\text{Chemical softness } (\sigma) = 1/\eta \quad (6)$$

$$\text{Electrophilicity } (\omega) = \chi^2/2\eta \quad (7)$$

3. RESULTS

Within the scope of the DFT approach, the molecular geometry of 2-acetylthiophene thiosemicarbazone was fully optimized and its frontier molecular orbital properties were investigated using the B3LYP functional in combination with the 6-31G(d,p) basis set (Figure 3). The electronic structure calculations provided the HOMO and LUMO energy values, from which several important quantum chemical descriptors were derived. These descriptors include ionization potential (I), electron affinity (EA), HOMO–LUMO energy separation (ΔE), electronegativity (χ), dipole moment (μ), global hardness (η), softness (σ), and electrophilicity parameter (ω). The calculated results are summarized in Table 1. The equations employed for determining these parameters are described in the methodology section (Eqs. 1–7).

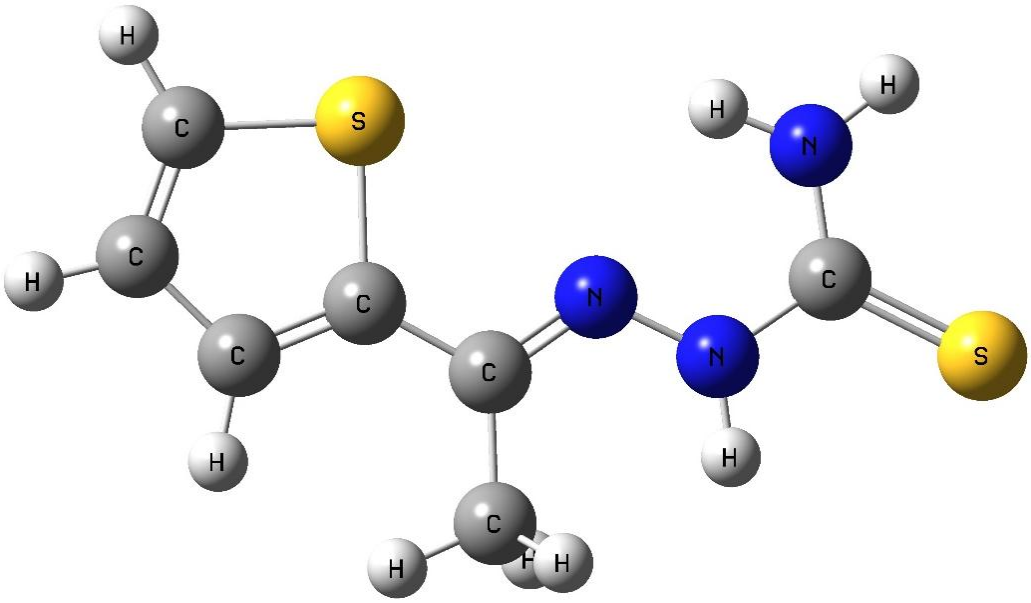


Figure 3. The geometric optimized structure of the 2-acetylthiophene thiosemicarbazone (Hattsc).

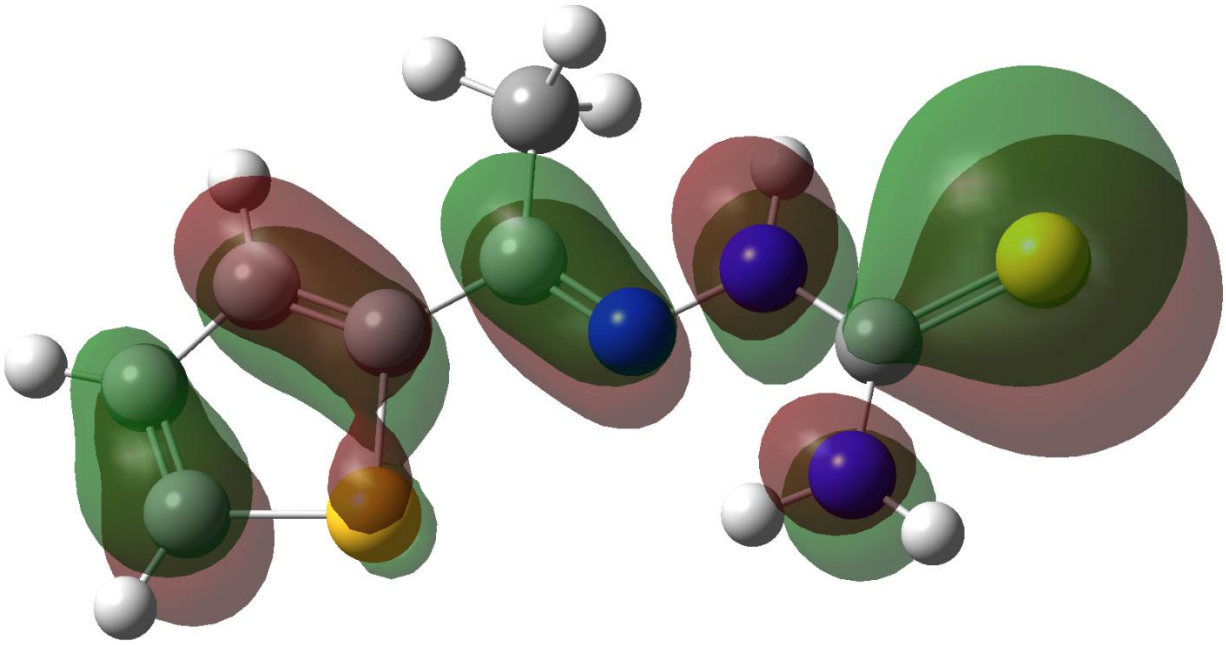


Figure 4. The highest occupied molecular orbital of the 2-acetylthiophene thiosemicarbazone (Hattsc).

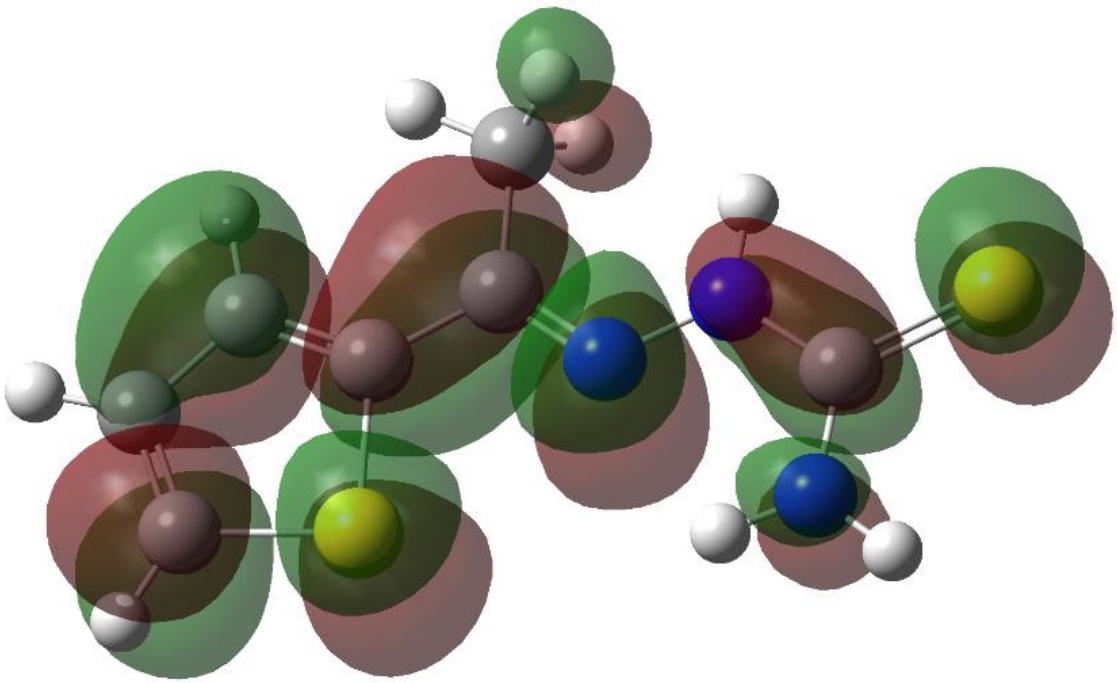


Figure 5. The lowest unoccupied molecular orbital of the 2-acetylthiophene thiosemicarbazone (Hattsc).

The chemical hardness (η) and softness (σ) parameters of Hattsc were calculated as 1.811 and 0.552 eV, respectively. The chemical hardness value reflects the resistance of a molecule toward changes in its electron density, where higher hardness values generally indicate greater stability and lower chemical reactivity. In contrast, the chemical softness parameter is associated with the tendency of the molecule to participate in electron transfer processes and its polarizability. The moderate hardness and softness values obtained for Hattsc suggest that the molecule possesses a stable electronic structure while still maintaining a certain degree of chemical reactivity and charge-transfer capability. These findings support the potential of Hattsc to act effectively as a ligand in coordination chemistry (Sharma & Singh, 2025; Chakkarapani et al., 2025).

The electronegativity (χ) and electrophilicity index (ω) values of Hattsc were calculated as 3.763 and 3.909 eV, respectively. The electronegativity value indicates the tendency of the molecule to attract electrons toward itself, and the obtained result suggests that Hattsc possesses a moderate electron-withdrawing character. On the other hand, the electrophilicity index reflects the ability of the molecule to accept electrons and stabilize additional electronic charge. The relatively high electrophilicity value of Hattsc indicates that the molecule can effectively interact with electron-rich species and may exhibit considerable charge-transfer capability. These

results reveal that Hattsc possesses favorable electronic properties for coordination and intermolecular interaction processes (Marni et al., 2024; Akintemi et al., 2022).

Table 2. The quantum parameters of the 2-acetylthiophene thiosemicarbazone (Hattsc).

Quantum Parameters (eV)	Hattsc
E_{HOMO}	-5.574
E_{LUMO}	-1.952
□E	3.622
I	5.574
EA	1.952
□	1.811
□	0.552
χ	3.763
□	-3.763
ω	3.909

In the experimental study reported in the literature, the infrared peaks of the compound were previously characterized. Experimentally, the N–H stretching vibration of the amine group was observed at 3407-3233 cm^{-1}, while the N–H vibration of the azomethine group was found at 3143 cm^{-1} (Figure 6). The corresponding theoretical vibration bands were identified at 3252-3235 cm^{-1} and 3184 cm^{-1}, respectively. The vibrational band associated with the C=N bond was observed experimentally at 1582 cm^{-1} and theoretically at 1561 cm^{-1}. The C=S stretching vibration appeared as a medium-intensity peak at 833 cm^{-1} experimentally, while the calculated theoretical value was 854 cm^{-1} (Ozturk, 2023).

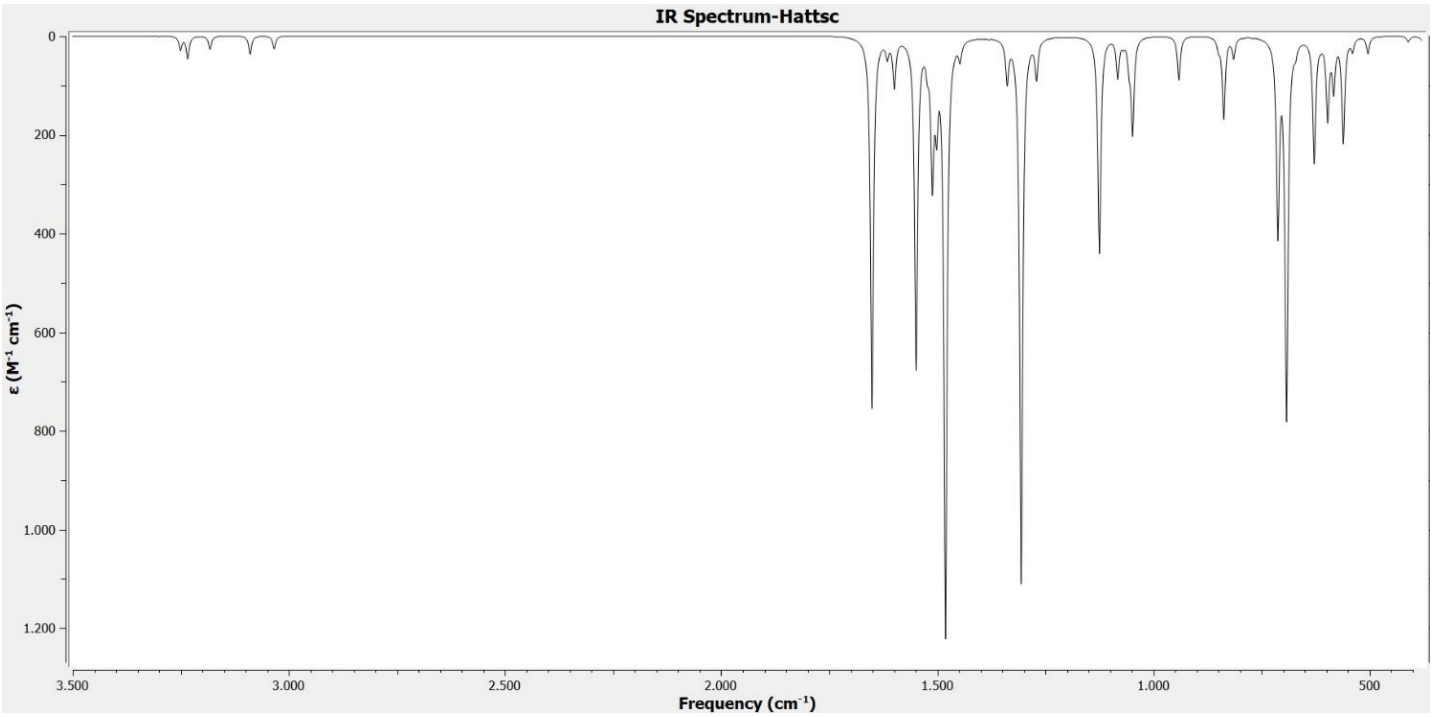


Figure 6. The infrared spectra of 2-acetylthiophene thiosemicarbazone (Hattsc).

4. CONCLUSION, DISCUSSION AND RECOMMENDATIONS

In this study, the molecular structure, electronic properties, and vibrational characteristics of 2-acetylthiophene thiosemicarbazone (Hattsc) were investigated theoretically within the framework of DFT calculations using the B3LYP/6-31G(d,p) level of theory. The optimized molecular geometry and frontier molecular orbital analyses revealed that the compound possesses a stable electronic structure with moderate chemical reactivity. The calculated HOMO–LUMO energy gap (3.622 eV) indicates considerable kinetic stability together with a moderate charge-transfer capability. In addition, the calculated global hardness and softness parameters demonstrated that Hattsc exhibits balanced electronic behavior, supporting its potential to participate effectively in coordination processes as a ligand.

The electronegativity and electrophilicity values further showed that the molecule has a significant tendency to accept electrons and interact with electron-rich species. These electronic characteristics suggest that Hattsc may display favorable coordination and intermolecular interaction properties. Furthermore, the theoretical vibrational frequencies were found to be in good agreement with the previously reported

experimental FT-IR data. In particular, the calculated N–H, C=N, and C=S vibration bands closely matched the experimental observations, confirming the reliability of the computational approach employed in this study.

Overall, the obtained theoretical results demonstrate that Hattsc possesses suitable structural and electronic features for potential applications in coordination chemistry and related fields. The consistency between theoretical and experimental findings also indicates that the DFT/B3LYP method provides an effective approach for describing the electronic and vibrational properties of thiosemicarbazone derivatives.

REFERENCES

Akintemi, E. O., Govender, K. K., & Singh, T. (2022). A DFT study of the chemical reactivity properties, spectroscopy and bioactivity scores of bioactive flavonols. Computational and Theoretical Chemistry, 1210, 113658. https://doi.org/10.1016/j.comptc.2022.113658

Ali, M., Sholkamy, E. N., Alayyaf, A. A., AL-Muhanna, M. K., Abdullgafar, A. A., Alobaidi, A. S., & Barakat, A. (2026). Synthesis and characterization of chitosan thiosemicarbazone complexes with nickel, zinc, and palladium: Enhanced antimicrobial efficacy and potential applications. Journal of the Indian Chemical Society, 103, 102420. https://doi.org/10.1016/j.jics.2026.102420

Arafath, M. A. (2023). Thiosemicarbazone Schiff base ligands and their complexes with nickel, palladium and platinum show anticancer and antibacterial activities. Journal of Sulfur Chemistry, 45, 138–171. https://doi.org/10.1080/17415993.2023.2255711

Belazghem, N.-E., Ulu, Ö. D., Serin, S., Sekkoum, K., Yıldırım, İ., Özdemir, N., & Özdemir, İ. (2026). Integrated experimental–computational elucidation of a new Ag(I)-NHC complex: Synthesis, spectroscopic profiling, DFT/TD-DFT calculations, and QTAIM topological analysis. Journal of Molecular Structure, 1364, 145884. https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2026.145884

Cebotari, D., Builș, J., Garbuz, O., Balan, G., Marrot, J., Guérineau, V., Touboul, D., Haouas, M., Segado-Centelles, M., Bo, C., Gulea, A., & Floquet, S. (2023). A new series of bioactive Mo(V)2O2S2-based thiosemicarbazone complexes: Solution and DFT studies, and antifungal and antioxidant activities. Journal of Inorganic Biochemistry, 245, 112258. https://doi.org/10.1016/j.jinorgbio.2023.112258

Chakkarapani, N., Velmurugan, Y., Ashokan, A., Razak, A., Hemamalini, M., Kavitha, J., & Rajakannan, V. (2025). Exploring the anti-diabetic activity of 2,6-diamino-4-chloropyrimidinium–hydrogen oxalate conjugates: Synthesis, crystal structure, quantum computational, drug-likeness, molecular docking and

dynamics simulation. Journal of Molecular Structure, 1322, 140291. https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2024.140291

Datta, S., Chandra, A., & Bhattacharya, S. (2026). Thiosemicarbazone complexes of nickel, palladium and platinum: Catalytic application for C–N cross-coupling reaction in water. Inorganica Chimica Acta, 592. https://doi.org/10.1016/j.ica.2025.123030

Gosu, N. R., K, R. R., Sadhana, V., Arunachalam, P., P, M., & Gopu, G. S. (2026). Synthesis, spectroscopic analysis, molecular docking, biological evaluation, and DFT optimization of 4-methylbenzohydrazide Schiff base metal complexes. Journal of Molecular Structure, 1356, 145088. https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2025.145088

Gul, S., Elhenawy, A. A., Ali, Q., Rehman, M. U., Alam, A., Khan, M., AlAsmari, A. F., & Alasmari, F. (2024). Discovering the anti-diabetic potential of thiosemicarbazone derivatives: In vitro α-glucosidase, α-amylase inhibitory activities with molecular docking and DFT investigations. Journal of Molecular Structure, 1312, 138671. https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2024.138671

Hassan, E. A., Ebrahium, M. M., Al-Hakimi, A. N., Morsy, N. A., & Ebrahium, A. M. (2025). Azo-thiosemicarbazone transition metal complexes: Synthesis, structural characterization, theoretical insights, and anticancer and antimicrobial activities. Journal of Molecular Structure, 1341, 142610. https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2025.142610

Hossain, A. M. S., Méndez-Arriaga, J. M., Gómez-Ruiz, S., Xie, J., Gregory, D. H., Akitsu, T., Ibragimov, A. B., Sun, B., & Xia, C. (2023). Review on metal complexes with 4N-methyl (thiosemicarbazone). Polyhedron, 244, 116576. https://doi.org/10.1016/j.poly.2023.116576

Jacob, J. M., Mohan, N., S. S., S., Sithambaresan, M., Manoj, E., & Kurup, M. R. P. (2025). Multi-faceted investigation of copper(II) chelates based on ONS donor thiosemicarbazone: Crystal structures, spectral aspects, DNA binding, cytotoxicity and computational studies. Journal of Molecular Structure, 1319, 139463. https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2024.139463

Khayer, K., & Haque, T. (2020). Density functional theory calculation on the structural, electronic, and optical properties of fluorene-based azo compounds. ACS Omega, 5, 4507–4531. https://doi.org/10.1021/acsomega.9b03839

Marni, L. G., Emriadi, E., Darajat, S., Imelda, I., & Khoiriah, K. (2024). Theoretical study of khellin derivatives as corrosion inhibitors based on density functional theory (DFT). Turkish Computational and Theoretical Chemistry, 8, 36–47. https://doi.org/10.33435/tcandtc.1382029

Mohamed, G. G., Omar, M. M., & Ibrahim, A. A. (2009). Biological activity studies on metal complexes of novel tridentate Schiff base ligand: Spectroscopic and thermal characterization. European Journal of Medicinal Chemistry, 44, 4801–4812. https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2009.07.028

Ozturk, I. I. (2023). Synthesis, characterization and Hirshfeld surface analysis of some thiosemicarbazones containing a five-membered ring. Journal of Structural Chemistry, 64, 743–756. https://doi.org/10.1134/S0022476623050013

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

Sharma, N., & Singh, H. L. (2025). Spectroscopic, DFT, anti-bacterial, and in-silico investigations of novel semicarbazone and thiosemicarbazone synthesised from asymmetrical chalcones. Next Materials, 7, 100511. https://doi.org/10.1016/j.nxmate.2025.100511

Ucar, O., Ozturk, I. I., Grześkiewicz, A. M., Kubicki, M., Banti, C. N., & Hadjikakou, S. K. (2025). Synthesis, characterization, and biological investigation of antimony(III) halide complexes with different coordination architectures constructed from thiophene thiosemicarbazones. Applied Organometallic Chemistry, 39, 1–12. https://doi.org/10.1002/aoc.7858

Uçar, O. (2025). Theoretical structural studies of transition metal complexes of Schiff base ligands containing ferrocene and imidazole moieties. ADU Journal of Science and Engineering, 2, 14–21.

Wang, Y.-T., Fang, Y., Zhao, M., Li, M.-X., Ji, Y.-M., & Han, Q.-X. (2017). Cu(II), Ga(III) and In(III) complexes of 2-acetylpyridine N(4)-phenylthiosemicarbazone: Synthesis, spectral characterization and biological activities. MedChemComm, 8, 2125–2132. https://doi.org/10.1039/C7MD00415J

Whitnall, M., Howard, J., Ponka, P., & Richardson, D. R. (2006). A class of iron chelators with a wide spectrum of potent antitumor activity that overcomes resistance to chemotherapeutics. Proceedings of the National Academy of Sciences, 103, 14901–14906. https://doi.org/10.1073/pnas.0604979103

TÜRKİYE'DEKİ *Ellobius lutescens* Thomas, 1897 türünde *Cysticercus fasciolaris* ENDOPARAZİTİ

Doç. Dr. Gökhan YÜRÜMEZ[1]

[1]Batman Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü

gokhan.yurumez@gmail.com, 0000-0001-5415-2278

Özet

Palearktik bölgede yayılış gösteren ve tamamen yeraltı yaşamına uyum sağlamış olan *Ellobius* Fischer, 1814 cinsi *Ellobius talpinus* (Pallas, 1770), *Ellobius tancrei* (Blasius, 1884), *Ellobius alaicus* (Vorontsov et al., 1969), *Ellobius fuscocapillus* (Blyth, 1843) ve *Ellobius lutescens* Thomas, 1897] olmak üzere beş türü kapsamaktadır. Bu türler arasında yalnızca *Ellobius lutescens* Türkiye'de yayılış göstermektedir. *Ellobius talpinus*, *Ellobius tancrei*, *Ellobius fuscocapillus* türlerinde yapılan parazitolojik çalışmalarda çeşitli endoparazitler tespit edilmiştir. *Ellobius lutescens*'de ise *Eimeria lutescenae* endoparaziti tespit edilmiştir. Bu çalışmada, Türkiye'nin Van ilinden toplanan *Ellobius lutescens* örneklerindeki iç parazitler araştırılmıştır. Bir örneğin karaciğer parankiminde, *Taenia taeniaeformis*'in larva evresi (metasestod) olan *Cysticercus fasciolaris* tespit edilmiştir. *Ellobius lutescens* türünde *Cysticercus fasciolaris* endoparazitinin varlığı ilk kez bu çalışmada rapor edilmektedir. Tamamen yer altında izole galeri sistemlerinde yaşayan *E. lutescens*'te kedi kaynaklı bu sestod larvasının tespiti, parazit onkosferlerinin toprak katmanlarından süzülerek toprak altı habitat sistemlerine ulaştığını göstermektedir. Bu bulgu, *Ellobius lutescens*'in *Cysticercus fasciolaris* için yeni bir konakçısı (new host record) olduğunu göstermektedir.

Anahtar kelimeler: *Ellobius lutescens*, *Cysticercus fasciolaris*, Van, Türkiye

ENDOPARASITE *Cysticercus fasciolaris* IN *Ellobius lutescens* Thomas, 1897 IN TÜRKİYE

Abstract

The genus *Ellobius* Fischer, 1814, distributed throughout the Palearctic region and fully adapted to underground life, includes the species *Ellobius talpinus* (Pallas, 1770), *Ellobius tancrei* (Blasius, 1884), *Ellobius alaicus* (Vorontsov et al., 1969), *Ellobius fuscocapillus* (Blyth, 1843), and *Ellobius lutescens* (Thomas, 1897). Among these species, only *Ellobius lutescens* is found in Türkiye. Various endoparasites have been detected in parasitological studies conducted on *Ellobius talpinus*, *Ellobius tancrei*, and *Ellobius fuscocapillus*. The endoparasite *Eimeria lutescenae* has been identified in *Ellobius lutescens*. In this study, internal parasites in *Ellobius lutescens* samples collected from Van Province, Türkiye, were investigated. *Cysticercus fasciolaris*, the larval stage (metacestode) of *Taenia taeniaeformis*, was detected in the liver parenchyma of one specimen. The presence of the *Cysticercus fasciolaris* endoparasite in *Ellobius lutescens* is reported in this study for the first time. The detection of this cat-borne cestode larva in *Ellobius lutescens*, which lives entirely underground in isolated gallery systems, demonstrates that the parasite's oncospheres can penetrate soil layers and reach subsoil habitats. This finding indicates that *Ellobius lutescens* is a new host record for *Cysticercus fasciolaris*.

Keywords: *Ellobius lutescens*, *Cysticercus fasciolaris*, Van, Türkiye

TÜRKİYE YÜZYILI MAARİF MODELİ'NDE TÜKETİCİ OKURYAZARLIĞI VE PAZARLAMA FARKINDALIĞI: İLKOKUL VE ORTAOKUL ÖĞRETİM PROGRAMLARI ÜZERİNE BETİMSEL BİR İNCELEME

Doç. Dr., Murat KORUCUK[1] / Doç. Dr., NAZAN KORUCUK[2]

[1]Kafkas Üniversitesi, Sarıkamış Spor Bilimleri Fakültesi, muratkorucuk@kafkas.edu.tr,

ORCID: 0000-0001-5147-9865

[2]Kafkas Üniversitesi, Sarıkamış Turizm Fakültesi, nazan.korucuk@kafkas.edu.tr,

ORCID: 0000-0003-2208-0657

Özet

Bu çalışmanın amacı, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli kapsamında hazırlanan öğretim programlarında tüketici okuryazarlığı ve pazarlama farkındalığıyla ilişkilendirilebilecek dersleri, becerileri ve bu derslerde öne çıkan içerikleri genel hatlarıyla ortaya koymaktır. Böylece 21. yüzyılda giderek çeşitlenen ve karmaşıklaşan çok boyutlu pazarlama faaliyetleri karşısında farkındalığı yüksek tüketicilerin yetiştirilmesine Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nin ne ölçüde zemin sunduğuna ilişkin mevcut durumun belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma, nitel araştırma türlerinden doküman analizi ile tasarlanmıştır. Veri kaynağını Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli ortak metni ile ilkokul ve ortaokul düzeyindeki öğretim programları oluşturmuştur. Tarama sürecinde tüketim, bilinçli tüketici, ihtiyaç, istek, tasarruf, israf, para, fiyat, bütçe, hak, reklam, marka, logo, tanıtım, dijital güvenlik ve sürdürülebilirlik gibi kavramlar pazarlama ve tüketici temaları dikkate alınarak yürütülmüştür. Çalışma sonucunda, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nde tüketici okuryazarlığının yalnızca D17 Tasarruf değeriyle sınırlı olmadığı belirlenmiştir. Çalışmada tüketici okuryazarlığının finansal, dijital, görsel, vatandaşlık, veri ve sürdürülebilirlik okuryazarlıkları ile karar verme, eleştirel düşünme ve sorumlu karar verme becerileri tarafından da ele alındığı görülmüştür. Ders odaklı yapılan analizlerde ise Hayat Bilgisi, Sosyal Bilgiler, Türkçe, Matematik, Fen Bilimleri, Bilişim Teknolojileri ve Yazılım, Teknoloji ve Tasarım ile İnsan Hakları, Vatandaşlık ve Demokrasi derslerinde tüketici okuryazarlığı ve pazarlama farkındalığının doğrudan ya da dolaylı biçimde ele alındığı tespit edilmiştir. Öte yandan pazarlama farkındalığının Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nde bağımsız bir yeterlik olarak tanımlanmadığı; ancak pazarlama farkındalığının reklam, logo, marka, ürün, tanıtım, ikna edici dil ve dijital içeriklerle ilişkili kazanım ve uygulamalarda vurgulandığı belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli, tüketici okuryazarlığı, pazarlama farkındalığı, öğretim programları, doküman incelemesi.

CONSUMER LITERACY AND MARKETING AWARENESS IN THE TÜRKİYE CENTURY EDUCATION MODEL: A DESCRIPTIVE EXAMINATION OF PRIMARY AND LOWER SECONDARY SCHOOL CURRICULA

Abstract

The aim of this study is to provide an overview of the courses, skills, and prominent content associated with consumer literacy and marketing awareness in the curricula developed within the framework of the Türkiye Century Education Model. In doing so, the study seeks to determine the extent to which the model provides a foundation for educating consumers with a high level of awareness in the face of increasingly diverse, complex, and multidimensional marketing practices in the twenty-first century. The study employed document analysis, a qualitative research method. The data sources comprised the Common Text of the Türkiye Century Education Model and the curricula designed for primary and lower-secondary education. The documents were examined with reference to marketing- and consumer-related concepts, including consumption, conscious consumer, need, want, saving, waste, money, price, budget, rights, advertising, brand, logo, promotion, digital security, and sustainability. The findings revealed that consumer literacy in the Türkiye Century Education Model is not limited to the value of D17—Saving. Rather, it is also addressed through financial, digital, visual, civic, data, and sustainability literacies, as well as through decision-making, critical thinking, and responsible decision-making skills. The course-based analysis further indicated that consumer literacy and marketing awareness are addressed either directly or indirectly in Life Studies, Social Studies, Turkish Language, Mathematics, Science, Information Technologies and Software, Technology and Design, and Human Rights, Citizenship and Democracy. Furthermore, although marketing awareness is not defined as a distinct competency within the Türkiye Century Education Model, it is emphasized through learning outcomes and practices related to advertising, logos, brands, products, promotion, persuasive language, and digital content.

Keywords: Türkiye Century Education Model, consumer literacy, marketing awareness, curricula, document analysis.

1. GİRİŞ

Çocuklar tüketimle ilgili kararlarla oldukça erken yaşlarda karşılaşmaktadır. Harçlığın nasıl kullanılacağına karar verme, ürünlerin fiyatlarını karşılaştırma ve dijital ortamlarda karşılaşılan ticari içerikleri fark etme bu kararların günlük yaşamdaki örnekleridir. Çocukların tüketici olarak gelişimleri yalnızca aile içinde gerçekleşmemekte; okul, akran çevresi ve sosyal medya da bu süreçte etkili olmaktadır. John'a (1999) göre çocukların bilinçli tüketici olarak ihtiyaç duydukları bilgi, beceri ve tutumlar zaman içinde kazanılan gelişimsel bir süreçte edinilmektedir. Diğer taraftan dijital teknolojilerdeki gelişmeler, çocukların karşılaştıkları pazarlama faaliyetlerini de çeşitlendirmiştir. Geleneksel reklamların yanında sosyal medya içerikleri ve çevrimiçi oyunlar vb. çocukların tüketim tercihlerini etkileyebilmektedir. Dolayısıyla pazarlama süreçlerindeki bu gelişmeler tüketici okuryazarlığı ve pazarlama farkındalığının okul eğitimi içerisinde ele alınmasını gerekli hâle getirmiştir. Bununla birlikte söz konusu bilgi ve beceriler (tüketici okuryazarlığı ve pazarlama farkındalığı) çoğu zaman tek bir dersin konusu değildir. İhtiyaç ve isteklerin ayırt edilmesi Hayat Bilgisi ve Sosyal Bilgiler dersleriyle; fiyat, bütçe ve karşılaştırma Matematik dersiyle; reklamların dili ve görsel yapısı Türkçe dersiyle; dijital güvenlik Bilişim Teknolojileri ve Yazılım dersiyle; sürdürülebilir tüketim ise Fen Bilimleri dersiyle ilişkilendirilebilir. Dolayısıyla öğretim programlarının yalnızca dersler temelinde değil, dersler arasında kurulan ilişkiler ve ortak beceriler bakımından da değerlendirilmesi önem taşımaktadır.

Bu bölümde, çalışmada ele alınan kavramsal çerçevede Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli, tüketici okuryazarlığı ve pazarlama farkındalığı kavramları açıklanmış; ardından çalışmanın alanyazındaki yeri ve bağlamı ile araştırmanın amacı, önemi ve araştırma sorusu hakkında bilgi verilmiştir.

1.1. Kavramsal Çerçeve

1.1.1. Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli

Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli, öğrencilerin akademik gelişimlerinin yanında sosyal, duygusal, ahlaki ve fiziksel gelişimlerini de dikkate alan bütüncül bir eğitim anlayışına dayanmaktadır. Modelde alan becerileri ve kavramsal beceriler; sosyal-duygusal öğrenme becerileri, eğilimler, değerler ve okuryazarlık becerileriyle birlikte ele alınmaktadır. Bu yapı, bilgi edinmenin yanında edinilen bilginin günlük yaşamda kullanılmasını ve öğrencinin davranışlarına yansımasını öngörmektedir (Millî Eğitim Bakanlığı, 2024). Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nin Ortak Metni, farklı derslerin hazırlanmasında esas alınan ortak yaklaşımı ortaya koymaktadır. Şekil 1'de yer verilen Erdem-Değer-Eylem Çerçevesi, beceri yapısı, okuryazarlıklar, sosyal-duygusal öğrenme becerileri ve programlar arası bileşenler bu ortak yaklaşımın temel unsurlarıdır. Bu yönüyle Türkiye Yüzyılı

Maarif Modeli'nin Ortak Metni, tüketici okuryazarlığı ve pazarlama farkındalığıyla ilişkilendirilebilecek içeriğin yalnızca belirli derslerin öğrenme çıktılarında değil, modelin genel yapısında da aranmasına imkân vermektedir.

Şekil 1. Erdem-Değer-Eylem Çerçevesi (Millî Eğitim Bakanlığı, 2024)

Şekil 1'de görüldüğü üzere Erdem-Değer-Eylem Çerçevesi'nin merkezinde insan; insanın çevresinde ise adalet, saygı ve sorumluluk değerleri yer almaktadır. Bu temel değerler; huzurlu aile ve toplum, yaşanabilir çevre ve

huzurlu insan hedefleriyle ilişkilendirilmektedir. Çerçevede sorumluluk, tasarruf, sürdürülebilirlik ve çevreye duyarlılık gibi unsurların yer alması, öğrencilerin kaynakları bilinçli kullanmalarını, ihtiyaçları ile isteklerini ayırt etmelerini ve tüketim tercihlerinin bireysel ve toplumsal sonuçlarını değerlendirmelerini desteklemektedir. Bu bakımdan Erdem-Değer-Eylem Çerçevesi, tüketici okuryazarlığını yalnızca ekonomik kararlarla sınırlamamakta; bilinçli, sorumlu ve sürdürülebilir davranışlarla ilişkilendiren değer temelli bir yaklaşım sunmaktadır.

1.1.2. Tüketici Okuryazarlığı

Tüketici okuryazarlığı, bireyin bir ürün veya hizmeti satın almadan önce bilgi edinmesi, seçenekleri karşılaştırması, ihtiyaçları ile isteklerini ayırt etmesi, kaynaklarını planlaması ve kararının sonuçlarını değerlendirebilmesi şeklinde açıklanabilir. Bu kavram aynı zamanda tüketici haklarını bilmeyi, hak ihlali durumunda başvuru yollarını kullanabilmeyi ve tüketimin toplumsal ve çevresel sonuçlarını dikkate almayı içerir (Dere & Aktaşlı, 2020). Bu bakımdan tüketici okuryazarlığı bilgi, beceri, tutum ve davranış boyutları bulunan geniş kapsamlı bir kavramdır. McGregor (2005), tüketici eğitiminin yalnızca piyasaya uyum sağlayan veya doğru alışveriş yapan bireyler yetiştirmekle sınırlı kalmaması gerektiğini savunmaktadır. Tüketici eğitimi, bireyin tüketim kararlarının ekonomik, toplumsal ve çevresel sonuçlarını değerlendirebilmesini gerektirmektedir (OECD, 2009). Bu anlayış, bilinçli tüketiciliği yalnızca fiyat karşılaştırmak ya da tasarruf etmek olarak görmemektedir. Kaynakların nasıl üretildiği, tüketimin çevre üzerindeki etkisi ve satın alma tercihlerinin başkaları üzerindeki sonuçları da bilinçli tüketimin parçasıdır. UNESCO'nun sürdürülebilir kalkınma için eğitim yaklaşımı da bireylerin günlük tercihleriyle sürdürülebilir yaşam arasındaki ilişkiyi kurabilmelerini önemli görmektedir (UNESCO, 2020). Türkiye'de yapılan çalışmalar, bilinçli tüketici eğitiminin ilkokul ve ortaokul yıllarında ele alınmasının önemini göstermektedir. Ersoy ve Papatğa'nın (2015) çalışmasında hikâyeler aracılığıyla yürütülen öğretim sürecinin ilkokul öğrencilerinin bilinçli tüketicilik konularına dikkatlerini çektiği ve günlük yaşamla bağlantı kurmalarını desteklediği belirlenmiştir. Uyanık (2020) ise ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin bilinçli tüketicilik durumlarının ailelerin eğitim, gelir ve meslek özellikleri ile harçlığı kullanma biçimi gibi değişkenlere göre farklılaşabildiğini ortaya koymuştur.

1.1.3. Pazarlama Farkındalığı

Pazarlama farkındalığı, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nde bağımsız bir beceri veya okuryazarlık alanı olarak tanımlanmamaktadır. Bu çalışmada kavram; öğrencilerin reklam, marka, logo, slogan, ambalaj, ürün tanıtımı, sponsorluk ve dijital ticari içerikler gibi pazarlama unsurlarını tanımaları ve bunların amaçlarını

sorgulayabilmeleri anlamında kullanılmaktadır. Başka bir ifadeyle pazarlama farkındalığı, öğrencilere pazarlama yapmayı öğretmekten çok, pazarlama faaliyetleri karşısında bilinçli ve eleştirel bir bakış geliştirmelerini ifade etmektedir. John (1999), çocukların marka, fiyat, reklam ve satın alma süreçlerine ilişkin anlayışlarının gelişim dönemleri içerisinde farklılaştığını belirtmektedir. Bu nedenle pazarlama farkındalığıyla ilgili içeriklerin sınıf düzeylerine uygun ve aşamalı olarak sunulması gerekir.

1.1.4. Araştırmanın Alanyazındaki Yeri

Türkiye'de tüketici eğitimi üzerine yapılan çalışmaların önemli bir bölümünün belirli bir ders, ders kitabı, sınıf düzeyi veya öğrenci grubu üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Örneğin Dere ve Aktaşlı (2019), dördüncü ve beşinci sınıf Sosyal Bilgiler ders kitaplarında bilinçli tüketicilik konularını incelemiş; bu içeriklerin özellikle üretim, dağıtım ve tüketim öğrenme alanında toplandığını belirlemiştir. Ersoy ve Papatğa (2015) konuyu bir öğretim uygulaması üzerinden, Uyanık (2020) ise öğrencilerin bilinçli tüketicilik durumları üzerinden ele almıştır. Bu çalışmalar, tüketici eğitiminin farklı yönlerini ortaya koymakla birlikte programlar arasındaki ortak yapıyı bütün olarak incelememektedir. Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli üzerine yapılan güncel çalışmalar ise çoğunlukla belirli okuryazarlık türlerine veya tek bir öğretim programına odaklanmaktadır. Sezer ve Dedeoğlu (2024), Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli ilkokul öğretim programlarını finansal, görsel ve eleştirel okuryazarlık açısından incelemiştir. Araştırmada bu okuryazarlıkların ilkokul derslerinin öğrenme çıktılarında farklı yoğunluklarda bulunduğu belirlenmiştir. Alanyazındaki çalışmalar genel olarak değerlendirildiğinde tüketici eğitimi, finansal okuryazarlık, reklam okuryazarlığı ve sürdürülebilir tüketimin çoğunlukla ayrı araştırma konuları olarak ele alındığı görülmektedir. Oysa öğrencinin günlük yaşamında bu alanlar iç içe geçmektedir. Bir satın alma kararı aynı anda fiyat karşılaştırmayı, reklam mesajını değerlendirmeyi, ihtiyacın gerçekliğini sorgulamayı, tüketici hakkını bilmeyi ve ürünün çevresel etkisini düşünmeyi gerektirebilir. Bu nedenle tüketici okuryazarlığı ile pazarlama farkındalığının ortak bir çerçevede ele alınması, öğretim programlarının sunduğu imkânların daha bütünlüklü görülmesini sağlayabilir. Öte yandan Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Ortak Metni ile ilkokul ve ortaokul düzeyindeki farklı ders programlarını birlikte ele alan; tüketici okuryazarlığını ve pazarlama farkındalığını inceleyen çalışmaların sınırlı olduğu söylenebilir. Bu doğrultuda bu çalışma ile alanyazına katkıda bulunulması amaçlanmıştır.

1.1.5. Araştırmanın Amacı, Önemi ve Araştırma Sorusu

Bu çalışmanın amacı, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli kapsamında hazırlanan öğretim programlarında tüketici okuryazarlığı ve pazarlama farkındalığıyla ilişkilendirilebilecek dersleri, becerileri ve bu derslerde öne çıkan

içerikleri genel hatlarıyla ortaya koymaktır. Böylece 21. yüzyılda giderek çeşitlenen ve karmaşıklaşan çok boyutlu pazarlama faaliyetleri karşısında farkındalığı yüksek tüketicilerin yetiştirilmesine Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nin ne ölçüde zemin sunduğuna ilişkin mevcut durumun belirlenmesi amaçlanmıştır.

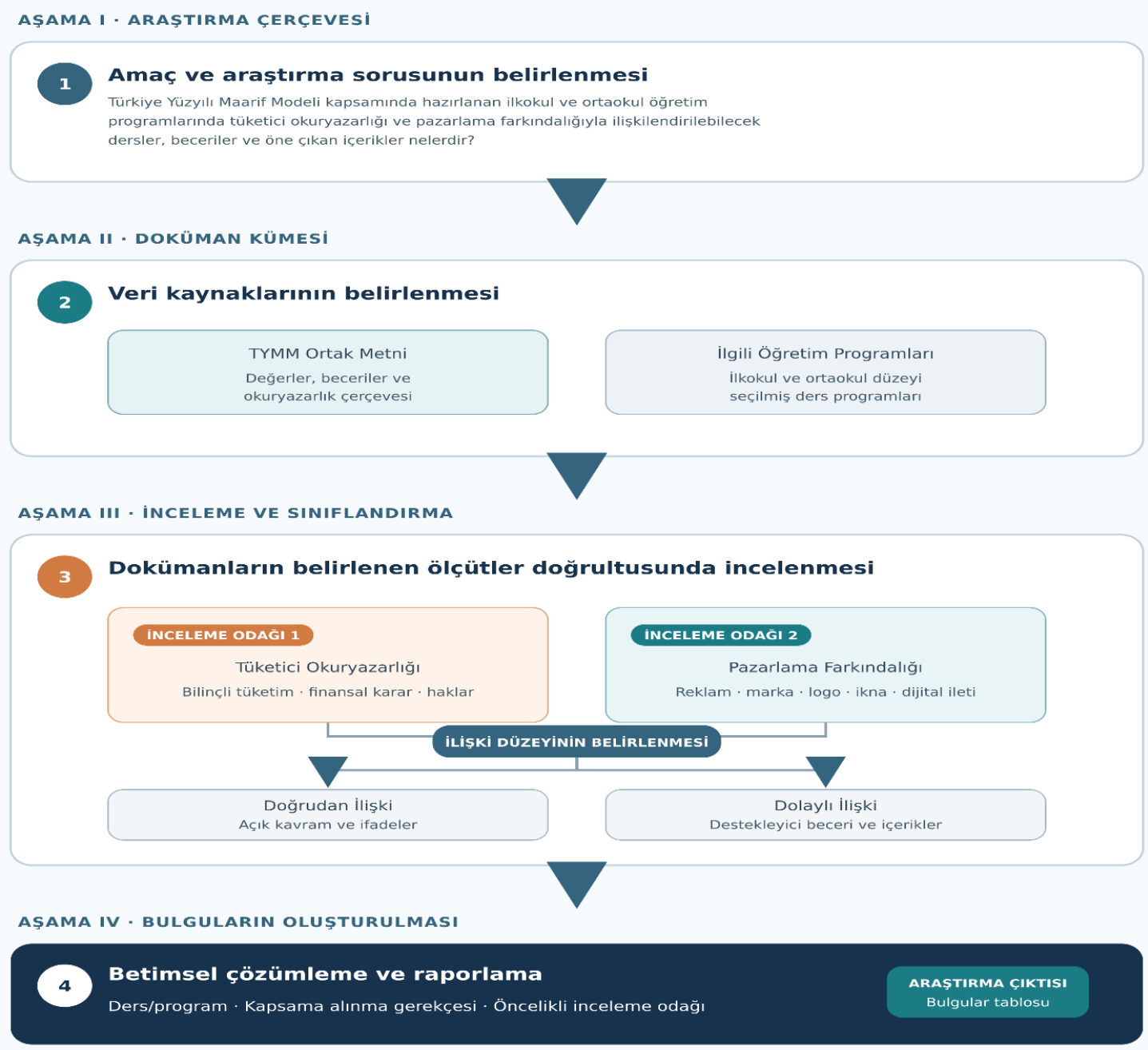
Bu çalışmanın çocukların sosyal medya ve dijital platformlar gibi çok boyutlu pazarlama faaliyetleriyle erken yaşlardan itibaren karşılaşmalarından dolayı önemli olduğu ifade edilebilir. 21. yüzyılda öğrencilerin ihtiyaç ve isteklerini ayırt edebilen, tüketici haklarını bilen, satın alma kararlarının sonuçlarını değerlendirebilen, bilinçli tüketim alışkanlıkları edinebilen ve sürdürülebilir tüketim anlayışına sahip bireyler olarak yetiştirilmeleri oldukça önemlidir (McGregor, 2005; UNCTAD, 2016). Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli kapsamında hazırlanan ilkokul ve ortaokul öğretim programlarının bu yeterlikleri destekleyen ders, beceri ve içerikler bakımından incelenmesi, tüketici okuryazarlığı ve pazarlama farkındalığı eğitiminin programlardaki mevcut görünümünün belirlenmesi açısından önem taşımaktadır. Bu nedenle çalışmada, farklı derslere ve program bileşenlerine dağılmış tüketici okuryazarlığı ve pazarlama farkındalığı içeriklerini bütüncül biçimde ortaya koyarak program geliştiricilere, öğretmenlere ve araştırmacılara yol gösterici bir çerçeve sunması bakımından önemli olduğu belirtilebilir.

Bu kapsamda hazırlanan araştırma sorusu aşağıdaki şekilde belirtilebilir: "*Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli kapsamında hazırlanan ilkokul ve ortaokul öğretim programlarında tüketici okuryazarlığı ve pazarlama farkındalığıyla ilişkilendirilebilecek dersler, beceriler ve öne çıkan içerikler nelerdir?*"

2. YÖNTEM

2.1. Araştırma Deseni ve Araştırma Süreci

Bu çalışmada, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli kapsamında hazırlanan ilkokul ve ortaokul öğretim programlarında tüketici okuryazarlığı ve pazarlama farkındalığıyla ilişkilendirilebilecek dersleri, becerileri ve öne çıkan içerikleri belirlemek amacıyla nitel araştırma yaklaşımlarından doküman analizi yöntemi kullanılmıştır. Doküman analizi, araştırma problemiyle ilişkili belge ve diğer yazılı kaynakların sistematik biçimde seçilmesini, incelenmesini ve yorumlanmasını içeren nitel bir araştırma yöntemidir (Bowen, 2009; Sak vd., 2021). Bu çalışmada da çözüm aranan araştırma sorusuna çözüm üretebilmek için doküman analizi yöntemi kullanılmış ve izlenen araştırma süreci Şekil 2'de sunulmuştur.



Şekil 2. Araştırma Süreci

Şekil 2'de araştırmada izlenen süreç ana hatlarıyla gösterilmektedir. Şekilde de görüldüğü gibi araştırma süreci dört aşamada yürütülmüştür. Çalışmaya öncelikle amaç ve araştırma sorusu belirlenerek başlanmıştır. Daha sonra Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Ortak Metni ile ilkokul ve ortaokul düzeyindeki ilgili öğretim programları inceleme kapsamına alınmıştır. Bu dokümanlar tüketici okuryazarlığı ve pazarlama farkındalığı açısından

incelenmiştir. Tüketici okuryazarlığı kapsamında bilinçli tüketim, finansal karar ve tüketici hakları; pazarlama farkındalığı kapsamında ise reklam, marka, logo, ikna edici iletişim ve dijital içerikler temel inceleme odakları olarak ele alınmıştır. İnceleme sırasında içeriklerin araştırma konusuyla ilişki düzeyi de değerlendirilmiştir. Bilinçli tüketici, tüketici hakkı, bilinçli harcama, reklam, marka ve logo gibi açık kavram ve ifadeler doğrudan ilişkili; karar verme, eleştirel düşünme, görsel ve dijital bilgiyi sorgulama, fiyat karşılaştırma ve sürdürülebilirlik gibi destekleyici beceri ve içerikler ise dolaylı ilişkili olarak sınıflandırılmıştır. Son aşamada belirlenen ders, beceri ve içerikler bulgular kısmında tablolaştırılarak sunulmuştur.

2.2. Veri Kaynakları

Araştırmanın veri kaynaklarını Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Ortak Metni ile Hayat Bilgisi (1-3. sınıflar), Sosyal Bilgiler (4-7. sınıflar), Türkçe (1-8. sınıflar), Matematik (1-8. sınıflar), Fen Bilimleri (3-8. sınıflar), Bilişim Teknolojileri ve Yazılım (5-6. sınıflar), Teknoloji ve Tasarım (7-8. sınıflar) ve İnsan Hakları, Vatandaşlık ve Demokrasi (4. sınıf) öğretim programları oluşturmuştur. İncelenen dokümanlara Millî Eğitim Bakanlığı'nın Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'ne ait resmî internet sitesi (www.tymm.meb.gov.tr) üzerinden ulaşılmıştır. Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Ortak Metni, Erdem-Değer-Eylem Çerçevesi, kavramsal beceriler, sosyal-duygusal öğrenme becerileri, okuryazarlık becerileri, sistem düşüncesi ve bütüncül eğitim yaklaşımı bakımından incelenmiştir. Derslerin araştırmaya dâhil edilmesinde gündelik tüketim, ekonomik kararlar, ticari iletişim, tüketici hakları, dijital ortam ve sürdürülebilir kaynak kullanımıyla açık veya anlamlı ilişki taşıması ölçüt alınmıştır. İncelemeye başlamadan önce hangi derslerin araştırma kapsamına alınacağını belirlemek amacıyla ortak ölçütler oluşturulmuştur. Bir öğretim programında ihtiyaç ve istek, bilinçli tüketici, tasarruf, fiyat, bütçe, tüketici hakkı, reklam, marka, logo, dijital güvenlik veya sürdürülebilir tüketim vb. kavramlarla doğrudan ya da dolaylı ilişkili içeriğin bulunması, programa dâhil edilme ölçütü olarak kabul edilmiştir. Örneğin reklam, marka ve tüketici hakkına açıkça yer veren içerikler doğrudan; karar verme, dijital bilgiyi sorgulama ve kaynakları verimli kullanma gibi içerikler ise dolaylı ilişkili olarak değerlendirilmiştir. Bu ölçütler bütün öğretim programlarına aynı şekilde uygulanmıştır. Elde edilen bilgiler ders/program, kapsama alınma gerekçesi ve öncelikli inceleme odağı başlıkları altında düzenlenmiştir.

2.3. Verilerin Değerlendirmesi

Betimsel analiz, elde edilen verilerin belirlenen temalar çerçevesinde düzenlenmesine, özetlenmesine ve yorumlanmasına imkân vermektedir (Özdemir, 2010; Yıldırım & Şimşek, 2021). Bu doğrultuda araştırma verileri, mevcut durumun açık ve sistematik biçimde ortaya konulması amacıyla betimsel analiz yoluyla

değerlendirilmiştir. İlk olarak Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Ortak Metni ile araştırma kapsamındaki ilkokul ve ortaokul öğretim programları; tüketim, tüketici, bilinçli tüketici, ihtiyaç, istek, israf, tasarruf, para, fiyat, bütçe, satın alma, tüketici hakkı, reklam, marka, logo, ürün, tanıtım, ikna, dijital güvenlik ve sürdürülebilirlik kavramları dikkate alınarak taranmıştır. Ardından elde edilen veriler ilgili ders veya program, kapsama alınma gerekçesi ve öncelikli inceleme odağı olmak üzere üç başlık altında sınıflandırılmıştır. Bu aşamada verilerin tüketici okuryazarlığı ve pazarlama farkındalığıyla ilişki düzeyi de (doğrudan ya da dolaylı) değerlendirilmiştir. Bilinçli tüketici, tüketici hakkı, bilinçli harcama, reklam, marka, logo ve ürün tanıtımı gibi konuya açık biçimde karşılık gelen ifadeler doğrudan ilişkili veriler olarak kabul edilmiştir. Karar verme, eleştirel düşünme, fiyat karşılaştırma, dijital bilgiyi sorgulama, kaynakları verimli kullanma ve sürdürülebilirlik gibi tüketici davranışlarını destekleyen unsurlar ise dolaylı ilişkili veriler kapsamında değerlendirilmiştir.

Araştırmanın inandırıcılığını ve tutarlılığını artırmak amacıyla veri kaynaklarının Millî Eğitim Bakanlığı'nın resmî belgelerinden oluşmasına ve incelenen programların açık biçimde belirtilmesine dikkat edilmiştir. Bunun yanında araştırmanın verileri, Millî Eğitim Bakanlığı tarafından yayımlanan ve herkesin erişimine açık olan resmî dokümanlardan elde edilmiştir. Çalışmada kişisel veri toplanmamış; insan veya hayvanların katılımını gerektiren herhangi bir uygulama gerçekleştirilmemiştir. Bu nedenle araştırma için etik kurul onayı alınmasına gerek duyulmamıştır. Çalışmanın bütün aşamalarında bilimsel araştırma ve yayın etiği ilkelerine uyulmuş, kullanılan doküman ve kaynaklar eksiksiz biçimde belirtilmiştir.

3. BULGULAR

Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Ortak Metni ile ilkokul ve ortaokul öğretim programlarının incelenmesi sonucunda, tüketici okuryazarlığı ve pazarlama farkındalığıyla ilişkili ders, beceri ve içerikler belirlenmiştir. Bu doğrultuda ilgili ders ve programlar, kapsama alınma gerekçeleri ve öncelikli inceleme odakları Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nde Tüketici Okuryazarlığı ve Pazarlama Farkındalığı

Ders/Program	Kapsama Alınma Gerekçesi	Öncelikli İnceleme Odağı*
Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Ortak Metni	Modelin değer, beceri, okuryazarlık ve bütüncül eğitim yapısını belirler.	D17.1 bilinçli tüketicilik; D5.2.4 sürdürülebilir tüketim tercihi; OB3 finansal okuryazarlık (gelir-harcama, satın alma gücü, finansal karar, bilinçli harcama, tasarruf ve finansal risk); OB2 dijital, OB4 görsel, OB6 vatandaşlık, OB7 veri ve OB8 sürdürülebilirlik okuryazarlığı; KB3.1 karar verme, KB3.3 eleştirel düşünme ve SDB3.3 sorumlu karar verme
Hayat Bilgisi 1-3	Gündelik yaşam, aile ve kaynak kullanımı erken yaş tüketici eğitiminin temelini oluşturur.	İhtiyaç-istek ayrımı; israf ve tasarruf; aile kaynakları; meslekler; bilinçli ve sorumlu seçim
Sosyal Bilgiler 4-7	Ekonomi, üretim-dağıtım-tüketim ve vatandaşlık içeriklerini bir araya getirir.	Sınırlı kaynaklar; ihtiyaç ve istekler; üretimden tüketime süreç; ekonomik karar; bilinçli tüketici; tüketici hakkı
Türkçe 1-8	Dilsel, görsel ve çok modlu metinlerin çözümlenmesine imkân verir.	Reklam, broşür, slogan, logo, afiş; ikna edici dil; görsel iletinin amacı ve güvenilirliği
Matematik 1-8	Para ve nicel karşılaştırma, tüketici kararlarının işlevsel temelini oluşturur.	Para; fiyat; bütçe; işlem yapma; alternatifleri ve birim fiyatları karşılaştırma; indirim ve oran
Fen Bilimleri 3-8	Kaynak kullanımı ve sürdürülebilirlik, tüketimin çevresel sonuçlarını görünür kılar.	Enerji ve su tasarrufu; kaynakların verimli kullanımı; atık; çevresel etki; sürdürülebilir tüketim
Bilişim Teknolojileri ve Yazılım 5-6	Dijital bilgiye erişim, güvenilirlik, güvenlik ve veri boyutlarını işler.	Dijital içeriği sorgulama; güvenilir kaynak; kişisel veri ve mahremiyet; çevrimiçi güvenlik; bilgi ile ticari iletiyi ayırt etmeye temel oluşturan beceriler
Teknoloji ve Tasarım 7-8	Ürün geliştirme ve tanıtım süreçleri pazarlamanın üretici ve iletişim yönünü açık biçimde görünür kılar.	Ürün ve tasarım; marka kimliği; logo; reklam metni ve senaryosu; afiş; tanıtım filmi; kurumsal kimlik
İnsan Hakları, Vatandaşlık ve Demokrasi 4	Tüketici hakkını vatandaşlık hakları ve hak arama davranışıyla ilişkilendirir.	Tüketici hakları; hak ihlali; hakların korunması; başvuru ve hak arama yolları; dijital vatandaşlık

*D: Değer; OB: Okuryazarlık Becerisi; KB: Kavramsal Beceri; SDB: Sosyal-Duygusal Öğrenme Becerisi. Kodların ardından gelen rakamlar, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nde ilgili değer veya becerinin alt boyutlarını ve süreç bileşenlerini göstermektedir.

Tablo 1 incelendiğinde, tüketici okuryazarlığı ve pazarlama farkındalığıyla ilişkilendirilebilecek içeriklerin tek bir dersle sınırlı olmadığı, farklı ders ve programlar altında ele alındığı görülmektedir. D17.1 bilinçli tüketicilik ve D5.2.4 sürdürülebilir tüketim tercihi, tüketim davranışının değer boyutunu ortaya koymaktadır. Finansal okuryazarlık başlığında gelir, harcama, satın alma gücü, tasarruf ve finansal kararlarla doğrudan tüketici okuryazarlığı ve pazarlama farkındalığıyla ilişki olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanında dijital, görsel, vatandaşlık, veri ve sürdürülebilirlik okuryazarlıkları tüketici okuryazarlığı ve pazarlama farkındalığını farklı yönlerden desteklemektedir. Karar verme, eleştirel düşünme ve sorumlu karar verme becerileri ise öğrencilerin tüketimle ilgili seçenekleri sorgulamalarına ve değerlendirmelerine zemin hazırlamaktadır.

Dersler açısından bakıldığında Hayat Bilgisi, ihtiyaç ve isteklerin ayırt edilmesi, israftan kaçınma ve aile kaynaklarının kullanılması gibi günlük yaşamla ilgili temel içerikleri kapsamaktadır. Sosyal Bilgiler dersi, üretim, dağıtım ve tüketim süreçlerini ekonomik kararlar ve tüketici haklarıyla ilişkilendirmektedir. Matematik dersinde para, fiyat, bütçe, indirim ve karşılaştırma becerileri öne çıkmaktadır. Fen Bilimleri dersinde kaynakların verimli kullanılması, enerji ve su tasarrufu, atıklar ve sürdürülebilir tüketim üzerinde durulmaktadır. İnsan Hakları, Vatandaşlık ve Demokrasi dersi ise tüketici haklarını ve hak arama yollarını vatandaşlık eğitimi kapsamında ele almaktadır.

Pazarlama farkındalığıyla en açık biçimde ilişkilendirilebilecek içeriklerin Türkçe ile Teknoloji ve Tasarım derslerinde bulunduğu görülmektedir. Türkçe dersinde reklam, broşür, slogan, logo, afiş ve ikna edici dil gibi ticari iletişim unsurlarının incelenmesi mümkün olmaktadır. Teknoloji ve Tasarım dersinde ise ürün geliştirme, marka kimliği, logo, reklam metni, afiş ve tanıtım filmi gibi pazarlamanın üretim ve iletişim boyutunu görünür kılan içerikler yer almaktadır. Bilişim Teknolojileri ve Yazılım dersi de dijital içeriğin sorgulanması, ve kişisel verilerin korunması aracılığıyla dijital tüketici farkındalığını desteklemektedir. Diğer bir ifadeyle bu araştırmada ulaşılan bulgular, tüketici okuryazarlığı ve pazarlama farkındalığının ilkokul ve ortaokul öğretim programlarında bağımsız bir ders olarak değil, farklı derslerde yer alan bilgi, beceri ve değerlerin bir araya gelmesiyle oluşturulan disiplinlerarası bir yapı içinde ele alındığını göstermektedir.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu araştırmada, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli kapsamında hazırlanan ilkokul ve ortaokul öğretim programları tüketici okuryazarlığı ve pazarlama farkındalığı açısından incelenmiştir. Araştırma sonucunda tüketici okuryazarlığıyla ilişkilendirilebilecek içeriklerin yalnızca bilinçli tüketicilik veya tasarruf değeriyle sınırlı olmadığı; finansal, dijital, görsel, vatandaşlık, veri ve sürdürülebilirlik okuryazarlıklarıyla birlikte ele alındığı

belirlenmiştir. Ayrıca karar verme, eleştirel düşünme ve sorumlu karar verme becerilerinin öğrencilerin tüketimle ilgili tercihlerini sorgulamalarına ve değerlendirmelerine temel oluşturduğu görülmüştür. Ders odaklı yürütülen değerlendirmede tüketici okuryazarlığı ve pazarlama farkındalığıyla ilişkili içeriklerin Hayat Bilgisi, Sosyal Bilgiler, Türkçe, Matematik, Fen Bilimleri, Bilişim Teknolojileri ve Yazılım, Teknoloji ve Tasarım ile İnsan Hakları, Vatandaşlık ve Demokrasi derslerine dağıldığı sonucuna ulaşılmıştır. Hayat Bilgisi dersinde ihtiyaç ve isteklerin ayırt edilmesi, tasarruf ve aile kaynaklarının kullanılması; Sosyal Bilgiler dersinde üretim, dağıtım ve tüketim süreçleri ile tüketici hakları; Matematik dersinde ise para, fiyat, bütçe, indirim ve karşılaştırma becerileri öne çıkmaktadır. Dere ve Aktaşlı'nın (2019) Sosyal Bilgiler ders kitaplarında bilinçli tüketicilik konularının ağırlıklı olarak üretim, dağıtım ve tüketim öğrenme alanında yer aldığını belirlemesi de bu araştırmanın Sosyal Bilgiler dersine ilişkin bulgularını desteklemektedir. Araştırmanın dikkat çeken sonuçlarından biri, tüketici okuryazarlığının ilkokulun ilk yıllarından başlayarak farklı dersler aracılığıyla ele alınabilmesine imkân tanıyan aşamalı bir yapının bulunmasıdır. Öğrencinin erken yaşlarda ihtiyaç ve istek ayrımını öğrenmesi, ilerleyen sınıflarda fiyat ve bütçe karşılaştırması yapması, tüketici haklarını tanıması ve dijital içerikleri sorgulaması bu aşamalı yapının parçaları olarak değerlendirilebilir. Bu sonuç, çocukların tüketici davranışlarına ilişkin bilgi ve becerilerinin yaş ve gelişim düzeylerine bağlı olarak ilerlediğini belirten John'un (1999) tüketici sosyalleşmesi yaklaşımıyla uyumludur. Pazarlama farkındalığı bakımından ise reklam, broşür, logo, afiş, marka kimliği ve ürün tanıtımı gibi içeriklerin özellikle Türkçe ile Teknoloji ve Tasarım derslerinde belirginleştiği tespit edilmiştir. Bilişim Teknolojileri ve Yazılım dersinde dijital içeriğin güvenilirliğini sorgulama ve kişisel verileri korumanın yer alması da dijital pazarlama faaliyetleri karşısında bilinçli davranış geliştirilmesine dolaylı olarak katkı sağlayabilecek niteliktedir. Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nde sürdürülebilir tüketim, kaynakların verimli kullanılması, israftan kaçınma, çevresel etkileri değerlendirme ve sorumlu karar verme gibi içeriklerin yer alması da önemli bir bulgudur. Bu sonuç, tüketici eğitiminin yalnızca uygun fiyatlı ürünü seçme veya bütçeyi koruma becerisine indirgenmemesi gerektiğini göstermektedir. McGregor'a (2005) göre tüketici eğitiminin bireyleri yalnızca piyasaya uyum sağlayan tüketiciler olarak hazırlaması yeterli değildir; bireylerin tüketim kararlarının daha geniş toplumsal ve çevresel sonuçlarını da sorgulayabilmeleri gerekir. Bu bakımdan modeldeki tasarruf, sorumluluk ve sürdürülebilirlik vurgusunun eleştirel tüketici eğitimiyle ilişkilendirilebilecek güçlü bir temel sunduğu söylenebilir.

Genel olarak değerlendirildiğinde Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli, tüketici okuryazarlığı ve pazarlama farkındalığının geliştirilmesi için önemli değer, beceri ve içerikler barındırmaktadır. Bununla birlikte söz

konusu yapının güçlü yanı olan dersler arası dağılım, aynı zamanda bir sınırlılık da oluşturabilir. İçerikler arasında yatay ve dikey bağlantılar kurulmadığında öğrenciler fiyat karşılaştırma, reklamı sorgulama, tüketici hakkını kullanma ve sürdürülebilir seçim yapma gibi birbirini tamamlayan becerileri ayrı konular olarak öğrenebilirler. Dolayısıyla programlarda bu unsurların bulunması tek başına yeterli görülmemeli; sınıf içi uygulamalarda günlük yaşam durumları üzerinden bir araya getirilmeleri sağlanmalıdır. Dere ve Aktaşlı'nın (2020) bilinçli tüketicilik eğitimine yönelik etkinliklerin öğrencilerin farkındalık ve algılarını olumlu yönde etkilediğini ortaya koyması, program içeriklerinin uygulamalı çalışmalarla desteklenmesinin önemini göstermektedir.

Bu çalışmada ulaşılan sonuçlar ekseninde birtakım öneriler geliştirilmiştir. Bu kapsamda araştırma sonuçları doğrultusunda, öğretim programlarında farklı derslere dağılan tüketici okuryazarlığı içeriklerinin sınıf düzeylerine göre ilişkilendirildiği ortak bir beceri haritası hazırlanması önerilebilir. Pazarlama farkındalığının reklam, marka ve logo bilgisiyle sınırlandırılmaması ve pazarlama farkındalığının çok boyutlu bir şekilde dijital reklamlar, sosyal medya içerikleri, kişiselleştirilmiş pazarlama, sponsorluk ve örtülü reklam gibi güncel konularla genişletilmesi önerilebilir.

Öğretmenlere yönelik hazırlanacak kılavuzlarda tüketici okuryazarlığı ve pazarlama farkındalığının hangi ders, beceri ve değerlerle ilişkilendirilebileceğini gösteren örnek uygulamalara yer verilmesi önerilebilir. Ders kitaplarında ve dijital öğretim materyallerinde gerçek yaşamla bağlantılı bütçe hazırlama, birim fiyat karşılaştırma, reklam çözümleme, güvenilir alışveriş, tüketici şikâyeti oluşturma ve sürdürülebilir ürün seçme etkinliklerinin-uygulamalarının sayısını arttırılması önerilebilir. Gelecek araştırmalarda ise programlarda belirlenen bu içeriklerin ders kitaplarına, öğretmen uygulamalarına ve öğrenci davranışlarına ne ölçüde yansıdığının incelenmesi önerilebilir. Bunun yanında farklı sınıf düzeyleri için tüketici okuryazarlığı ve pazarlama farkındalığına ilişkin ölçme araçlarının geliştirilmesi ve bu ölçekler ile programların öğrencilerin bilgi, tutum ve davranışları üzerindeki etkisinin araştırılması önerilebilir.

4.1. Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu araştırma, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Ortak Metni ile tüketici okuryazarlığı ve pazarlama farkındalığıyla ilişkili olduğu belirlenen ilkokul ve ortaokul öğretim programlarıyla sınırlıdır. Okul öncesi programının ders temelli bir yapıya sahip olmaması, ortaöğretim programlarının ise alan ve okul türlerine göre çeşitlenmesi nedeniyle bu programlar araştırma kapsamına alınmamıştır. Çalışma; tüketici okuryazarlığı ve pazarlama farkındalığının temellerinin atıldığı, ders ve sınıf düzeyleri bakımından birbiriyle karşılaştırılabilir bir

yapı sunan zorunlu ilkokul ve ortaokul öğretim programlarıyla sınırlandırılmıştır. Bu sınırlandırma sayesinde 1-8. sınıflar arasındaki içeriklerin bütüncül bir kapsam içinde incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırma verileri betimsel analiz yoluyla değerlendirildiğinden, değişkenler arasındaki nedensel veya ilişkisel bağlantılara yönelik herhangi bir çıkarımda bulunulmamıştır. Çalışma, incelenen öğretim programlarındaki mevcut durumu ortaya koymak ve araştırma sorusunu belirlenen ders, beceri ve içerikler çerçevesinde yanıtlamakla sınırlıdır. Öte yandan bulgular, inceleme sırasında erişilen resmî program metinleriyle sınırlı olup programlarda daha sonra yapılabilecek güncellemeleri kapsamamaktadır.

KAYNAKLAR

Bowen, G. A. (2009). Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative Research Journal, 9*(2), 27-40. https://doi.org/10.3316/QRJ0902027

Dere, İ., & Aktaşlı, İ. (2019). 4. ve 5. sınıf Sosyal Bilgiler ders kitaplarında bilinçli tüketicilik. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 42*, 283-302.

Dere, İ., & Aktaşlı, İ. (2020). Conscious consumerism education in social studies courses: Reflections of an action research. *International Journal of Contemporary Educational Research, 7*(1), 215-227. https://doi.org/10.33200/ijcer.666525

Ersoy, A., & Papatğa, E. (2015). İlkokul öğrencilerinin hikâyeler aracılığıyla bilinçli tüketici farkındalığının geliştirilmesi. *Eğitimde Politika Analizi, 4*(1), 61-78.

John, D. R. (1999). Consumer socialization of children: A retrospective look at twenty-five years of research. *Journal of Consumer Research, 26*(3), 183-213. https://doi.org/10.1086/209559

McGregor, S. L. T. (2005). Sustainable consumer empowerment through critical consumer education: A typology of consumer education approaches. *International Journal of Consumer Studies, 29*(5), 437–447. https://doi.org/10.1111/j.1470-6431.2005.00467.x

OECD. (2009). *Promoting consumer education: Trends, policies and good practices*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/9789264060098-en

Millî Eğitim Bakanlığı. (2024). *Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli*. Erişim Adresi: https://tymm.meb.gov.tr/, Erişim Tarihi: 22-30.08.2026

Özdemir, M. (2010). Nitel veri analizi: Sosyal bilimlerde yöntembilim sorunsalı üzerine bir çalışma. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 11*(1), 323–343. https://dergipark.org.tr/tr/pub/ogusbd/issue/10997/131612

Sak, R., Şahin Sak, İ. T., Öneren Şendil, Ç., & Nas, E. (2021). Bir araştırma yöntemi olarak doküman analizi. *Kocaeli Üniversitesi Eğitim Dergisi, 4*(1), 227-250. http://doi.org/10.33400/kuje.843306.

Sezer, B. B., & Dedeoğlu, H. (2024). Maarif Modeli ilkokul öğretim programında okuryazarlık becerileri: Finansal, görsel ve eleştirel. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi, 22*(3), 2007–2027. https://doi.org/10.37217/tebd.1511168

UNESCO. (2020). *Education for sustainable development: A roadmap*. https://doi.org/10.54675/YFRE1448

United Nations Conference on Trade and Development- UNCTAD. (2016). *United Nations guidelines for consumer protection*. United Nations. https://unctad.org/publication/united-nations-guidelines-consumer-protection

Uyanık, C. (2020). İlkokul 4. sınıf öğrencilerinin bilinçli tüketicilik durumlarının incelenmesi. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 8*(4), 1073–1090. https://doi.org/10.18506/anemon.638457

Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2021). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Seçkin Yayıncılık.

OYUN ƏSASLI TƏLİM TEXNOLOGİYALARI: MÜASİR TƏHSİL PARADİQMASINDA YERİ, TƏTBİQİ VƏ PEDAQOJİ EFFEKTİVLİYİ

Pəri Paşayeva

Dosent, pedaqogika üzrə fəlsəfə doktoru

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti

p.semsizade@mail.ru, ORCİD: 0000-0002-8332-3387

OYUN TABANLI ÖĞRENME TEKNOLOJİLERİ: MODERN EĞİTİM PARADİGMASINDAKİ YERİ, UYGULAMASI VE PEDAGOJİK ETKİNLİĞİ

ÖZET

Modern eğitim sistemi, küreselleşen dünyanın ve dijital teknolojilerin hızlı gelişimi bağlamında köklü bir dönüşüm aşamasından geçmektedir. Bu değişikliklerin merkezinde, öğrenenlerin ders sürecine aktif katılımının sağlanması, motivasyonlarının artırılması ve bilişsel faaliyetlerinin teşvik edilmesi yer almaktadır. Sunulan makale, modern pedagojinin en güncel ve yenilikçi yönlerinden biri olan "Oyun tabanlı öğrenme teknolojileri"nin teorik-metodolojik temellerinin, uygulama özelliklerinin ve eğitim sürecine katkılarının geniş ve sistematik bir analizine adanmıştır. Makalenin özeti çerçevesinde belirtmek gerekir ki, oyun tabanlı öğrenme (Game-Based Learning - GBL), geleneksel öğrenme yöntemlerinden farklı olarak, bilginin sadece pasif bir şekilde aktarılmasına değil, bilgilerin interaktif, dinamik ve eğlenceli bir ortamda keşfedilerek benimsenmesine hizmet etmektedir. Araştırmanın temel nesnesi, eğitim sürecine oyun unsurlarının, aynı zamanda dijital ve dijital olmayan didaktik oyunların entegrasyon mekanizmalarını incelemektir. Özetlenen bu araştırma çalışmasında öncelikle oyun tabanlı öğrenmenin felsefi ve psikolojik temelleri araştırılmakta, oyunun bireyin düşünce yapısının ve sosyal becerilerinin gelişimindeki rolü analiz edilmektedir. Daha sonra oyun teknolojilerinin eğitime uygulanmasının çeşitli seviyeleri, oyunlaştırma (gamification) ile oyun tabanlı öğrenme arasındaki kavramsal farklar açıklığa kavuşturulmaktadır. Makalede özellikle vurgulanmaktadır ki, oyunlar aracılığıyla edinilen bilgiler uzun süreli bellekte daha kalıcı olmakta ve eleştirel düşünme, problem çözme, takım çalışması gibi yirmi birinci yüzyıl becerilerinin gelişimini doğrudan etkilemektedir. Araştırma sırasında elde edilen sonuçlar göstermektedir ki, öğretmenlerin bu teknolojileri kullanması sadece öğrencilerin akademik başarılarını artırmakla kalmıyor, aynı zamanda onların öğrenmeye karşı duydukları korku ve özgüvensizlik duygularını ortadan kaldırıyor ve içsel motivasyonlarını güçlendiriyor. Makale; eğitim alanında faaliyet gösteren uzmanlar, müfredat geliştiricileri, pedagoglar ve psikologlar için faydalı bir kaynak rolü oynamaktadır.

Burada sunulan teorik görüşler ve pratik öneriler, modern ders modelinin yeniden yapılandırılmasına, öğretim kalitesinin uluslararası standartlara uyarlanmasına ve birey odaklı eğitim ortamının yaratılmasına hizmet etmektedir. Genel olarak makale, oyun tabanlı öğrenme teknolojilerinin benimsenmesinin önemini kanıtlayarak gelecekteki araştırmalar için de yeni yönler belirlemektedir. Buna ek olarak, makalede oyun teknolojilerinin uygulanması sırasında ortaya çıkabilecek potansiyel engeller, teknik sınırlamalar ve pedagojik riskler de göz ardı edilmemiştir. Özellikle, aşırı dijitalleşmenin getirebileceği dikkat dağınıklığı ve amaçtan sapma gibi durumların önlenmesi için metodolojik yönergeler sunulmaktadır. Araştırmanın sonunda, oyun tabanlı öğrenmenin başarısının sadece teknolojik altyapıya değil, öğretmenin doğru rehberlik becerisine ve didaktik amaçların net bir şekilde belirlenmesine sıkı sıkıya bağlı olduğu belirtilmektedir.

Anahtar kelimeler: oyun tabanlı öğrenme, oyunlaştırma, pedagojik teknolojiler, bilişsel gelişim, interaktif eğitim.

GAME-BASED LEARNING TECHNOLOGIES: THEIR PLACE, APPLICATION, AND PEDAGOGICAL EFFECTIVENESS IN THE MODERN EDUCATIONAL PARADIGM

Peri Pashayeva

ABSTRACT

The modern education system is undergoing a fundamental transformation phase in the context of a globalizing world and the rapid development of digital technologies. At the center of these changes lie the active involvement of learners in the educational process, the increase of their motivation, and the stimulation of their cognitive activity. The presented article is devoted to a broad and systematic analysis of the theoretical and methodological foundations, application features, and contributions to the educational process of "Game-Based Learning Technologies," which is one of the most relevant and innovative directions in modern pedagogy. Within the framework of the article's abstract, it should be noted that Game-Based Learning (GBL), unlike traditional learning methods, serves not merely for the passive transmission of information, but for the discovery and assimilation of knowledge in an interactive, dynamic, and entertaining environment. The main object of the research is to study the mechanisms of integrating game elements, including both digital and non-digital didactic games, into the learning process. In this summarized research, first of all, the philosophical and psychological foundations of game-based learning are explored, and the role of gaming in the development of the individual's thinking and social habits is analyzed. Subsequently, the various levels of applying gaming technologies to education and the conceptual differences between gamification and game-based learning are

clarified. The article particularly emphasizes that knowledge acquired through games remains in long-term memory longer and directly impacts the development of twenty-first-century skills such as critical thinking, problem-solving, and teamwork. The results obtained during the research show that the use of these technologies by teachers not only improves students' academic performance but also eliminates their feelings of fear and insecurity towards learning, thereby strengthening their intrinsic motivation. The article serves as a useful resource for professionals working in the field of education, curriculum developers, pedagogues, and psychologists. The theoretical considerations and practical recommendations presented herein serve the reconstruction of the modern lesson model, the alignment of teaching quality with international standards, and the creation of a learner-centered educational environment. Overall, the article proves the importance of adopting game-based learning technologies and identifies new directions for future research. Furthermore, potential obstacles, technical limitations, and pedagogical risks that may arise during the application of gaming technologies have not been overlooked in the article. In particular, methodological guidelines are provided to prevent situations such as distraction and deviation from the objective that excessive digitalization can bring. The conclusion of the study notes that the success of game-based learning is strictly tied not only to technological provision but also to the teacher's proper guiding skills and the clear determination of didactic goals.

Keywords: game-based learning, gamification, pedagogical technologies, cognitive development, interactive education.

OYUN ƏSASLI TƏLİM TEXNOLOGİYALARI: MÜASİR TƏHSİL PARADİQMASINDA YERİ, TƏTBİQİ VƏ PEDAQOJİ EFFEKTİVLİYİ

XÜLASƏ.

Müasir təhsil sistemi qloballaşan dünyanın və rəqəmsal texnologiyaların sürətli inkişafı fonunda əsaslı transformasiya mərhələsini yaşayır. Bu dəyişikliklərin mərkəzində təhsilalanların dərs prosesinə aktiv cəlb edilməsi, onların motivasiyasının artırılması və idrak fəaliyyətinin stimullaşdırılması dayanır. Təqdim olunan məqalə müasir pedaqogikanın ən aktual və innovativ istiqamətlərindən biri olan "Oyun əsaslı təlim texnologiyaları"nın nəzəri-metodoloji əsaslarının, tətbiqi xüsusiyyətlərinin və təhsil prosesinə verdiyi töhfələrin geniş və sistemli təhlilinə həsr edilmişdir. Məqalənin xülasəsi çərçivəsində qeyd etmək lazımdır ki, oyun əsaslı təlim (Game-Based Learning - GBL) ənənəvi öyrənmə metodlarından fərqli olaraq, sadəcə informasiyanın passiv ötürülməsinə deyil, biliklərin interaktiv, dinamik və əyləncəli mühitdə kəşf edilərək mənimsənilməsinə

xidmət edir. Tədqiqatın əsas obyekti təlim prosesində oyun elementlərinin, o cümlədən rəqəmsal və qeyri-rəqəmsal didaktik oyunların inteqrasiyası mexanizmlərini öyrənməkdir. Xülasə olunan bu tədqiqat işində ilk növbədə, oyun əsaslı təlimin fəlsəfi və psixoloji təməlləri araşdırılır, oyunun fərdin təfəkkürünün və sosial vərdişlərinin inkişafındakı rolu təhlil edilir. Daha sonra oyun texnologiyalarının təlimə tətbiqinin müxtəlif səviyyələri, qeymifikasiya (oyunlaşdırma) ilə oyun əsaslı təlim arasındakı konseptual fərqlər aydınlaşdırılır. Məqalədə xüsusilə vurğulanır ki, oyunlar vasitəsilə mənimsənilən biliklər daha uzunmüddətli yaddaşda qalır və tənqidi təfəkkür, problem həll etmə, komanda işi kimi iyirmi birinci əsr bacarıqlarının inkişafına birbaşa təsir göstərir. Tədqiqat zamanı əldə edilən nəticələr göstərir ki, müəllimlərin bu texnologiyalardan istifadə etməsi təkcə şagirdlərin akademik göstəricilərini yüksəltmir, eyni zamanda onların öyrənməyə qarşı olan qorxu və inamsızlıq hisslərini aradan qaldırır, daxili motivasiyanı gücləndirir. Məqalə, təhsil sferasında fəaliyyət göstərən mütəxəssislər, kurikulum tərtibatçıları, pedaqoqlar və psixoloqlar üçün faydalı mənbə rolunu oynayır. Burada təqdim edilən nəzəri mülahizələr və praktik tövsiyələr müasir dərs modelinin yenidən qurulmasına, tədrisin keyfiyyətinin beynəlxalq standartlara uyğunlaşdırılmasına və fərdəyönümlü təhsil mühitinin yaradılmasına xidmət edir. Ümumilikdə, məqalə oyun əsaslı təlim texnologiyalarının mənimsənilməsinin vacibliyini sübut edərək, gələcək tədqiqatlar üçün də yeni istiqamətlər müəyyənləşdirir. Bundan əlavə, məqalədə oyun texnologiyalarının tətbiqi zamanı qarşıya çıxa biləcək potensial maneələr, texniki məhdudiyyətlər və pedaqoji risklər də diqqətdən kənarda qalmamışdır. Xüsusilə, həddindən artıq rəqəmsallaşmanın gətirə biləcəyi diqqət dağınıqlığı və məqsəddən yayınma kimi halların qarşısının alınması üçün metodik göstərişlər təqdim edilir. Tədqiqatın yekununda qeyd olunur ki, oyun əsaslı təlimin uğuru yalnız texnoloji təminatla deyil, müəllimin düzgün bələdçilik bacarığı və didaktik məqsədlərin aydın müəyyənləşdirilməsi ilə sıx bağlıdır.

Açar sözlər: oyun əsaslı təlim, qeymifikasiya, pedaqoji texnologiyalar, koqnitiv inkişaf, interaktiv təhsil.

GİRİŞ.

Müasir dövrdə təhsil sisteminin ən vacib vəzifələrindən biri təhsilalanları sadəcə mövcud biliklərlə təchiz etmək deyil, onlarda gələcək həyat və peşə fəaliyyətlərində lazım olacaq kompetensiyaları formalaşdırmaqdır. Pedaqoji paradiqmanın ənənəvi, müəllimyönümlü modeldən şagirdyönümlü və fəaliyyətəsaslı modelə keçidi yeni təlim texnologiyalarının axtarışını zəruri edir. Bu axtarışların nəticəsi olaraq meydana çıxan və getdikcə daha çox aktuallıq kəsb edən istiqamətlərdən biri də oyun əsaslı təlim texnologiyalarıdır. Mövzunun aktuallığı birbaşa olaraq günümüzün təhsilalanlarının psixoloji və sosioloji portretindəki dəyişikliklərlə bağlıdır. Rəqəmsal mühitdə doğulub böyüyən yeni nəsil informasiyanı xətti deyil, interaktiv və vizual şəkildə qəbul etməyə meyllidir. Passiv dinləyici rolunda olmaq onların diqqətinin tez dağılmasına və daxili motivasiyanın aşağı düşməsinə səbəb olur. Buna görə də, öyrənmə mühitinin onların tələbatlarına və idrak xüsusiyyətlərinə uyğunlaşdırılması müasir didaktikanın əsas çağırışına çevrilmişdir. Oyun əsaslı təlim texnologiyaları bu çağırışa ən adekvat cavab verən vasitə kimi çıxış edərək, öyrənmə prosesini əyləncəli, rəqabətədavamlı və əməkdaşlığa söykənən bir formaya salır.

Təqdim olunan məqalənin əsas məqsədi oyun əsaslı təlim texnologiyalarının təhsil prosesindəki rolunu, onların nəzəri əsaslarını və praktiki tətbiqi imkanlarını elmi-pedaqoji ədəbiyyatın təhlili əsasında kompleks şəkildə araşdırmaqdır. Tədqiqatın məqsədinə nail olmaq üçün oyun və öyrənmə arasındakı psixoloji əlaqələrin müəyyənləşdirilməsi, qeymifikasiya ilə oyun əsaslı təlimin fərqləndirilməsi və bu texnologiyaların şagirdlərin akademik müvəffəqiyyətinə, tənqidi təfəkkürünə təsirinin qiymətləndirilməsi nəzərdə tutulur. Həmçinin, bu texnologiyaların tətbiqi prosesində müəllimlərin qarşılaşdıqları əsas maneələrin və metodik xətaların təhlil edilərək, optimal həll yollarının göstərilməsi tədqiqatın əsas məqsədlərindən biridir.

ƏSAS HİSSƏ.

Oyun əsaslı təlimin psixoloji və pedaqoji əsasları. Təhsil prosesində oyunların istifadəsi ideyası yeni olmasa da, onun bir təlim texnologiyası kimi sistemləşdirilməsi və texnoloji vasitələrlə zənginləşdirilməsi müasir dövrün məhsuludur. Oyunların pedaqoji dəyəri, ilk növbədə, onların təhsilalanların koqnitiv fəaliyyətini təbii bir şəkildə aktivləşdirməsindədir. Oyun mühitində şagird səhv etməkdən qorxmur, çünki oyun qaydaları ona cəhdləri təkrarlamaq şansı verir. Bu yanaşma əsas etibarilə konstruktivizm nəzəriyyəsinə söykənir. Görkəmli psixoloq L.S.Vıqotski oyunun uşaq psixologiyasındakı və öyrənmə prosesindəki əhəmiyyətini xüsusi vurğulamışdır. O, uşaqların oyun fəaliyyətini sadəcə əyləncə deyil, onların sosial və idrak inkişafının mühərriki kimi xarakterizə edərək yazırdı: "Təlim prosesində oyun sadəcə fəaliyyət forması deyil, eyni zamanda

təhsilalanın potensial inkişaf zonasını hərəkətə gətirən əsas mexanizmdir" [1, s. 45]. Müəllifin bu fikri təsdiq edir ki, oyun vasitəsilə təhsilalan təkbaşına edə bilməyəcəyi tapşırıqları virtual mühitin və ya yoldaşlarının köməyi ilə mənimsəyərək inkişaf edir.

Müasir dövrdə bu nəzəriyyələr rəqəmsal mühitə transfer edilmişdir. Rəqəmsal dövrün mütəxəssisi M. Prensky, "rəqəmsal yerlilər" (digital natives) adlandırdığı yeni nəslin fərqli öyrənmə xüsusiyyətlərini analiz edərək ənənəvi tədris metodlarının effektivliyini itirdiyini göstərir. O, öz tədqiqatında qəti şəkildə qeyd edir: "Rəqəmsal dövrün öyrənənləri ənənəvi xətti məlumat ötürülməsinə deyil, paralel məlumat emalına və dərhal rəy almağa meyllidirlər. Bu səbəbdən, ənənəvi yanaşmalar onların koqnitiv tələbatlarını ödəmir" [3, s. 34]. Deməli, oyun əsaslı təlim şagirdlərə daim geri dönüş (feedback) verməklə, onlarda qalıcı izlər buraxan öyrənmə təcrübəsi formalaşdırır.

Oyun əsaslı təlim (GBL) və Oyunlaşdırma (Gamification): Konseptual fərqlər. Pedaqoji ədəbiyyatda və praktikada çox zaman "oyun əsaslı təlim" və "oyunlaşdırma" (qeymifikasiya) anlayışları qarışdırılır. Halbuki bu iki konsept struktur və məqsəd baxımından bir-birindən fərqlənir. Oyun əsaslı təlim mövzunun, məzmunun birbaşa bir oyun daxilində öyrədilməsidir. Yəni şagird oyunu oynayarkən bilavasitə dərsin mövzusunu mənimsəyir (məsələn, riyazi tənlikləri həll edərək qəsri xilas etmək). Oyunlaşdırma isə öyrənmə mühitinə oyun mexanikalarının (xallar, səviyyələr, liderlik lövhələri, nışanlar) əlavə edilməsidir. K. Kapp bu fərqi çox dəqiq şəkildə belə izah edir: "Oyunlaşdırma qeyri-oyun kontekstlərinə oyun mexanikasının tətbiqi olduğu halda, oyun əsaslı təlim birbaşa olaraq öyrənmə məqsədlərini daşıyan tamhüquqlu oyun mühitinin yaradılmasıdır" [2, s. 12]. Hər iki yanaşma təlimin effektivliyini artırır, lakin müəllim dərsin məqsədindən asılı olaraq hansı texnologiyadan istifadə edəcəyinə qərar verməlidir. Dərin idrak fəaliyyəti və mürəkkəb vərdişlərin formalaşdırılması üçün oyun əsaslı təlim daha adekvatdır.

Oyun texnologiyalarının koqnitiv və emosional təsirləri. Oyun əsaslı təlimin ən böyük üstünlüklərindən biri təhsilalanların emosional intellektinə və məntiqi təfəkkürünə göstərdiyi müsbət təsirdir. Tədqiqatlar göstərir ki, oyun içərisində qurulmuş süjet xətti şagirdlərin emosional bağlılığını artırır, bu isə materialın uzunmüddətli yaddaşa keçməsini asanlaşdırır. Məşhur tədqiqatçı J. P. Gee oyunların kompleks problem həll etmə bacarığını necə formalaşdırdığını izah edərkən belə bir nəticəyə gəlir: "Yaxşı dizayn edilmiş oyunlar, öyrənəni elə bir mühitə salır ki, o, səhv etməkdən qorxmur, əksinə, hər bir səhv yeni bir öyrənmə fürsətinə çevrilir" [4, s. 67]. Bu o deməkdir ki, ənənəvi sinif mühitində səhv etmək şagird üçün mənfi qiymətləndirmə obyekti (və ya qorxu mənbəyi) olduğu halda, oyun mühitində səhv sadəcə növbəti səviyyəyə

keçmək üçün təcrübə payıdır. Bu amil stres səviyyəsini aşağı salır, şagirdlərin dərsə adaptasiyasını sürətləndirir. Yerli pedaqogikada da bu yanaşmanın vacibliyi dərk edilməkdədir. Azərbaycan təhsil sistemində kurikulumun tətbiqi ilə bağlı aparılan tədqiqatlarda oyunların əhəmiyyəti xüsusi diqqət mərkəzindədir. Tədqiqatçı-pedaqoqlar A. Həsənov və M. Ağayev bu barədə qeyd edirlər: "Azərbaycanın müasir təhsil sistemində kurikulum islahatlarının əsas qayəsi olan fərdəyönümlülük prinsipi, məhz interaktiv oyun texnologiyalarının vasitəsilə özünün ən yüksək tətbiq səviyyəsinə çata bilər" [5, s. 115]. Doğrudan da, oyun texnologiyaları differensial təlimi təmin edir; hər bir şagird öz öyrənmə sürətinə uyğun olaraq oyunda irəliləyir və fərdi inkişaf yolu keçir.

Tətbiqdəki çətinliklər və metodik yanaşma. Oyun əsaslı təlimin yüksək effektivliyinə baxmayaraq, onun tətbiqi müəyyən pedaqoji və texniki çətinliklərlə müşayiət olunur. Ən böyük problemlərdən biri məqsədin yerdəyişməsidir – yəni şagirdlərin təlim məqsədini unudaraq sadəcə oyunu qazanmağa fokuslanması. Bunun qarşısını almaq üçün müəllimin fəaliyyəti həlledici rola malikdir. Müəllim sadəcə oyunu təqdim edən şəxs deyil, fasilitator – bələdçi funksiyasını daşımalıdır. Oyun başa çatdıqdan sonra "refleksiya" mərhələsi mütləq həyata keçirilməlidir. Oyunda hansı biliklərin əldə edildiyi, hansı bacarıqların istifadə olunduğu siniflə birlikdə müzakirə edilməlidir. Yalnız bu halda oyun sadəcə əyləncə vasitəsi olmaqdan çıxıb əsl pedaqoji alətə çevrilir.

NƏTİCƏ.

Aparılan elmi-nəzəri təhlillər və irəli sürülən mülahizələr əsasında belə bir nəticəyə gəlmək mümkündür ki, oyun əsaslı təlim texnologiyaları müasir təhsil paradiqmasının mərkəzi sütunlarından birini təşkil edir. Mövcud pedaqoji reallıqlar sübut edir ki, sırf nəzəri və avtoritar ötürməyə əsaslanan metodlar artıq 21-ci əsr öyrənənlərinin rəqəmsal və sosioloji xarakteristikasına cavab vermir. Oyun əsaslı təlim şagirdin idrak fəaliyyətini passiv qəbuledicidən fəal kəşfediciyə çevirir. Tədqiqat zamanı gəlinən əsas qənaətlər aşağıdakılardır: Birincisi, oyun əsaslı təlim təhsilalanın daxili motivasiyasını stimullaşdırır, tədris materialının əyləncəli və maraqlı formada verilməsi öyrənmə prosesindəki stres və gərginliyi aradan qaldırır. İkincisi, bu texnologiyalar komanda işi, strateji düşünmə, qərar qəbuletmə və tənqidi yanaşma kimi həyati əhəmiyyət kəsb edən bacarıqların formalaşmasında birbaşa və effektiv rola malikdir. Üçüncüsü, müəllimlərin bu texnologiyalardan istifadə edərkən ən diqqət etməli olduqları məqam oyunla dərs məqsədlərinin sinxronlaşdırılmasıdır. Refleksiya mərhələsi olmadan aparılan oyun əsaslı dərs özünün əsas didaktik missiyasını itirərək məqsədsiz əyləncəyə çevrilə bilər. Yekun olaraq vurğulamaq lazımdır ki, oyun əsaslı təlim texnologiyalarının təhsil prosesinə inteqrasiyası təkcə metodik yenilik deyil, təhsilin məzmununun və mahiyyətinin dövrün tələblərinə uyğunlaşdırılması üçün vacib bir şərtdir. Gələcək tədqiqatlarda bu

texnologiyaların konkret fənlər üzrə (məsələn, dil öyrənilməsi və ya dəqiq elmlər) spesifik tətbiq metodlarının hazırlanması məqsədəuyğun hesab edilir.

ƏDƏBİYYAT SİYAHISI

1.Vıqotski, L. S. (2005). Uşaq psixologiyası və oyun fəaliyyəti. Bakı: Çaşıoğlu.

2.Kapp, K. M. (2012). The gamification of learning and instruction: Game-based methods and strategies for training and education. John Wiley & Sons.

3.Prensky, M. (2001). Digital game-based learning. McGraw-Hill.

4.Gee, J. P. (2003). What video games have to teach us about learning and literacy. Computers in Entertainment (CIE), 1(1), 20-20.

5.Həsənov, A., & Ağayev, M. (2019). Müasir təhsildə innovativ pedaqoji texnologiyalar. Bakı: Təhsil Nəşriyyatı.

ERKEN ERGENLİK DÖNEMİNDEKİ ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN "ARKADAŞLIK" KAVRAMINA YÖNELİK ALGILARININ METAFORLAR ARACILIĞIYLA İNCELENMESİ

Doç. Dr. Nilgün ÖZTÜRK[1]/ Uzm. Psk. Dan. Kibar YILDIRIM [2]

[1]İnönü Üniversitesi, Eğitim Bilimleri/Rehberlik ve Psikolojik Danışmanlık, nilgun.ozturk@inonu.edu.tr

ORCID: 0000-0003-2593-9076

[2]MEB, Rehberlik ve Psikolojik Danışmanlık, 37231107004@ogr.inonu.edu.tr

ORCID: 0000-0001-8345-2181

Özet

Bu araştırmanın temel amacı, gelişimsel açıdan kritik bir eşikte bulunan erken ergenlik dönemindeki ortaokul öğrencilerinin "arkadaşlık" kavramına yükledikleri anlamları ve zihinsel imgeleri metaforlar aracılığıyla derinlemesine ortaya koymaktır. Nitel araştırma yaklaşımı temelinde yapılandırılan çalışmanın verileri, amaca uygun örnekleme yöntemlerinden uygun örnekleme yoluyla belirlenen 209 ortaokul öğrencisinden (126 kız, 83 erkek) elde edilmiştir. Veri toplama sürecinde katılımcılardan "Arkadaşlık ……. gibidir; çünkü ……." açık uçlu yönergesini tamamlamaları istenmiş, toplanan nitel veri seti sistematik içerik analizi aşamalarından geçirilerek çözümlenmiştir. Analiz sonuçları, öğrencilerin ürettiği metaforların kavramsal benzerliklerine göre dört temel tema etrafında şekillendiğini göstermiştir: (1) yakınlık, aidiyet ve duygusal bağ, (2) kendini tanıma, rehberlik ve farkındalık, (3) emek isteyen ve yaşama değer katan bir ihtiyaç ile (4) destek, koruma ve güven. Elde edilen bulgular, erken ergenlerin arkadaşlığı yalnızca sıradan bir akran ilişkisi olarak değil; duygusal yakınlığın inşa edildiği, kimlik ve benlik gelişimine katkı sunan, karşılıklı emekle sürdürülen ve güvenli sığınak işlevi gören çok boyutlu bir sosyal bağ olarak algıladıklarını ortaya koymaktadır. Araştırma bulguları ilgili kuramsal çerçeve ve alan yazın bağlamında tartışılarak okul temelli psikososyal müdahalelere yönelik çıkarımlarda bulunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Erken ergenlik, ortaokul öğrencisi, arkadaşlık, metafor

AN EXAMINATION OF MIDDLE SCHOOL STUDENTS' PERCEPTIONS OF THE CONCEPT OF "FRIENDSHIP" DURING EARLY ADOLESCENCE THROUGH THE USE OF METAPHORS

Abstract

The primary objective of this study is to thoroughly explore, through metaphors, the meanings and mental images that middle school students in early adolescence—who are at a critical developmental threshold—attribute to the concept of "friendship." The data for this study, structured on a qualitative research approach, were collected from 209 middle school students (126 girls, 83 boys) selected through purposive sampling. During the data collection process, participants were asked to complete the open-ended prompt, "Friendship is like …… because ……." The collected qualitative data set was analyzed through the stages of systematic content analysis. The analysis results showed that the metaphors generated by the students were organized around four main themes based on their conceptual similarities: (1) closeness, belonging, and emotional bonds; (2) self-discovery, guidance, and awareness; (3) a need that requires effort and adds value to life; and (4) support, protection, and trust. The findings reveal that early adolescents perceive friendship not merely as an ordinary peer relationship, but as a multidimensional social bond where emotional closeness is built, which contributes to identity and self-development, is sustained through mutual effort, and serves as a safe haven. The research findings were discussed within the context of the relevant theoretical framework and the literature, leading to implications for school-based psychosocial interventions.

Keywords: Early adolescence**,** middle school student, friendship, metaphor

1. GİRİŞ

Yaşamın önemli gelişimsel geçişlerinden biri olan erken ergenlik dönemi, ergenlerin yeni sosyal ve akademik çevrelerine uyum sağlamaya çalışmaları ve kişilerarası ilişkilerinde önemli değişimler yaşanması nedeniyle çeşitli zorlukları beraberinde getirmektedir. Ortaokul ortamının karmaşık yapısına uyum sağlama, artan özerklik gereksinimi doğrultusunda aileden bağımsızlaşma isteği ve benlik duygusunun gelişimi, erken ergenlik döneminin başlıca gelişimsel görevleri arasında yer almaktadır (Lan vd., 2020). Bu gelişimsel görevlerin yerine getirilmesinde aile ve akran ilişkileri önemli rol oynamaktadır. Bu çerçevede erken ergenlik dönemi, aile ilişkilerinin önemini koruduğu (Nickerson & Nagle, 2005) ve aynı zamanda akran ilişkilerinin giderek daha merkezi bir konuma geldiği bir gelişim evresi olarak değerlendirilmektedir (Zarret & Eccles, 2006). Her ne kadar erken ergenlik döneminde akran ilişkileri ve arkadaşlığın önemi belirgin bir biçimde artsa da bu ilişkiler aile ilişkilerinin yerini almamaktadır. Arkadaşlık ve aile ilişkileri ergenin gelişiminde birbirini tamamlayan ancak farklı işlevlere sahip iki önemli sosyal bağlam oluşturmaktadır. Arkadaşlık ilişkileri ergenlere yeni deneyimler edinme, sosyal etkileşim becerilerini geliştirme ve akran dünyasına uyum sağlama fırsatı sunarken; ebeveynler rehberlik, geri bildirim ve koşulsuz sevgi sağlayarak gelişimsel sürece katkıda bulunmaktadır (Shipman vd., 2001).

Erken ergenlik döneminde yaşanan en önemli sosyal değişimlerden biri, ergenlerin akran ilişkilerine giderek daha fazla önem vermeye başlamalarıdır (Eccles, 1999). Artan sosyal kabul ve onaylanma ihtiyacı, ergenlerin akranlarıyla yakın ve destekleyici ilişkiler kurma çabalarını güçlendirmektedir (Lan, 2020). Bu süreçte arkadaşlık ilişkileri yalnızca sosyal etkileşim için bir ortam sunmakla kalmamakta, aynı zamanda aidiyet ve kabul gereksinimlerinin karşılanmasında da önemli bir rol üstlenmektedir (Zarrett & Eccles, 2006). Bununla birlikte akran ilişkileri ergenlerin benlik gelişiminde de katkılar sağlamaktadır. Ergenler akranlarıyla kurdukları ilişkiler aracılığıyla kendi özelliklerini, düşüncelerini ve davranışlarını başkalarıyla karşılaştırmakta; bu karşılaştırmalar ve akranlarından aldıkları geri bildirimler aracılığıyla kendilerine ilişkin bir benlik algısı geliştirmektedirler. Ayrıca farklı akran gruplarıyla kurulan etkileşimler, ergenlere kendini ifade etmek, iş birliği yapma, çatışmaları çözmek ve uzlaşma gibi önemli sosyal becerileri deneyimleme ve geliştirme fırsatı sunmaktadır (O'Brien, 2023). Bu nedenle akran kabulü, erken ergenlik dönemindeki birçok genç için akademik başarıdan daha öncelikli hale gelebilmekte (Zarrett & Eccles, 2006) ve akranlar ergenlerin arkadaşlık ve sosyal destek gereksinimlerini ebeveynlerden daha fazla karşılayabilmektedir (Sullivan, 1953).

Erken çocukluk döneminde ortaya çıkan arkadaşlık ilişkileri, yaşamın tüm gelişim evrelerinde önemini sürdüren ve gelişimsel süreçlere bağlı olarak değişim gösteren temel sosyal bağlar arasında yer almaktadır (Marion vd., 2013). Ancak arkadaşlık ilişkilerinin yakınlık, karşılıklı paylaşım ve duygusal bağlılık gibi özellikler kazanarak yakın arkadaşlıklara dönüşmesi büyük ölçüde erken ergenlik döneminde gerçekleşmektedir. Bu dönüşüm, bireyin arkadaşlık ilişkilerinde yakınlık ve bireysellik arasında denge kurabilme becerisinin gelişmesiyle ilişkilendirilmektedir (Selman, 1999). Bu bağlamda, erken ergenlik döneminin en önemli gelişim görevinin, aynı cinsiyetten bir akranla yakın bir ilişki kurmak (Sullivan, 1953) olduğu vurgulanmaktadır.

Erken ergenlik dönemindeki akran ve arkadaşlık ilişkilerine ilişkin değerlendirmeler genellikle bu ilişkilerin "niceliksel" özelliklerinden ziyade "niteliksel" özelliklerine odaklanmaktadır. Benzer şekilde alan yazında arkadaşlık üzerine yapılan çalışmalar da ilişkinin süresi ya da iletişim sıklığı gibi yapısal göstergelerden çok, arkadaşlığın niteliğini ortaya koyan özellikleri merkeze almaktadır (Dickson vd., 2018; Gaertner vd., 2010; Öztürk & Kutlu, M, 2017; Roberts-Griffin, 2011; Yurdakul, 2024). Arkadaşlık niteliği; yakınlık, destek ve çatışma gibi birbirinden farklı ancak birbiri ile ilişkili boyutlardan oluşan hem olumlu hem de olumsuz özellikleri içeren çok boyutlu bir yapı olarak ele alınmaktadır (Berndt, 2002).

Erken ergenlik dönemine ilişkin çalışmalar, arkadaşlık niteliğinin ego gelişimini destekleyici işlevine (Marsh vd., 2006), daha yüksek düzeyde yakınlık ve kendini açmaya özelliklede bu dönemde sırdaşlık ilişkilerinin artışına (Buhrmester, 1996) ve buna paralel çatışma gibi olumsuz özelliklerinde daha görünür hale gelmesine (Bowker, 2004; Kuruzović, 2015) dikkat çekmektedir. Bu bulgular arkadaşlık niteliğinin gelişimsel süreç içinde değişkenlik gösterdiğini ortaya koymakta; aynı zamanda arkadaşlık olgusunun her gelişim döneminde ayrı bağlamlar içinde ele alınması gerektiğini vurgulamaktadır. Ayrıca farklı gelişim dönemlerine özgü sosyal ve bilişsel özellikler, bireylerin arkadaşlığı algılama ve deneyimleme biçimlerini önemli ölçüde şekillendirebilmektedir.

Bu çalışma, erken ergenlik dönemindeki öğrencilerin "arkadaşlık" kavramını metaforik yapılar aracılığıyla nasıl anlamlandırdıklarını incelemeyi amaçlamaktadır. Metaforlar; çok boyutlu (Nelson & Thorne, 2012), soyut (Stites & Özçalışkan, 2013, s.116) ve karmaşık kavramların (Jensen, 2006) yapılandırılmasına katkı sağlayarak onların daha somut ve anlaşılır hale gelmesine imkan tanıdığı için bu araştırmada tercih edilmiştir. Nitekim Yang (2023) metaforu zor ve karmaşık olguları daha yalın bir biçimde sunarak olguların özünü daha hızlı kavranmasını kolaylaştıran bir araç olarak tanımlamaktadır. Ayrıca metaforlar, ele alınan olguyu farklı anlam alanlarıyla ilişkilendirerek yeniden düşünmeyi mümkün kılmakta böylece olgunun farklı boyutlarının

görülmesine ve daha önce fark edilemeyen yönlerinin ortaya çıkarılmasına katkı sağlamaktadır (Taylor, 1984,s.103). Bu doğrultuda, erken ergenlik dönemindeki öğrencilerin arkadaşlık kavramına ilişkin algılarının metaforlar aracılığıyla ortaya konulması hedeflenmiştir.

2. YÖNTEM

Araştırma Modeli

Araştırmanın temel amacı, erken ergenlik döneminde bulunan ortaokul öğrencilerinin arkadaşlığa ilişkin algı ve anlamlandırmalarını metaforlar yoluyla keşfetmek olduğundan çalışma nitel araştırma deseni çerçevesinde yürütülmüştür. Nitel araştırmalar, bireylerin deneyimlerini ve bu deneyimlere yükledikleri anlamları kendi bağlamları içinde derinlemesine incelemeye imkan tanıması (Yıldırım ve Şimşek, 2006) nedeniyle tercih edilmiştir.

Çalışma Grubu

Çalışmaya, Doğu Anadolu Bölgesindeki bir ilde 6., 7., ve 8. Sınıf düzeyinde eğitimlerine devam eden 209 öğrenci (126 kız, 83 erkek) katılmıştır. Araştırmanın çalışma grubu, uygun örnekleme yöntemi doğrultusunda belirlenmiştir. Araştırmacılar bu yöntemi süreci hızlandırması ve pratik bir uygulama sunması nedeniyle tercih etmiştir (Yıldırım ve Şimşek, 2006). Çalışmaya katılan öğrencilerin yaşları 11-14 arasında değişmektedir.

Veri Toplama Aracı

Çalışmada, veriler araştırmacılar tarafından geliştirilen Google form aracılığıyla toplanmıştır. Google formda yaş, cinsiyet ve sınıf düzeyi gibi demografik bilgilerin yanı sıra "arkadaşlık…….gibidir çünkü……." ifadesiyle sunulan açık uçlu bir soruda bulunmaktadır. Çalışmadaki ikinci araştırmacı farklı sınıf düzeylerindeki öğrencilerin derslerine girerek yapılan çalışma hakkında bilgi vermiş, açıklamalarda bulunmuş ve Google formu paylaşmıştır. Öğrencilerden arkadaşlık kavramı üzerine düşünmeleri ve kendi algıları doğrultusunda arkadaşlığın neye benzediği ve bu benzerliğin gerekçesini açıklamaları talep edilmiştir. Katılımın gönüllülük esasına dayalı olduğu vurgulanmıştır.

Veri analizi

Araştırma verileri içerik analizi yöntemiyle incelenmiştir. Bu analizde temel amaç, verilerde yer alan anlamlı kavramları belirlemek ve bu kavramlar arasındaki ilişkileri ortaya koymaktır. Bu doğrultuda, veriler önce kavramsallaştırılmış, daha sonra elde edilen kavramlar düzenli bir biçimde sınıflandırılarak veriyi açıklayan temalar haline getirilmiştir. Süreç boyunca katılımcı ifadeleri temel alınarak benzer metaforlar bir araya getirilerek, oluşturulan grupların uygun başlık altında sınıflandırılması sağlanmıştır. Analiz süreci, verilerin

kodlanmasıyla başlamış, kodlardan temalara ulaşılması ile sürdürülmüş ve bulgular son aşamada yorumlanmıştır.

3. BULGULAR

Ortaokul düzeyindeki ergenlerin "arkadaşlık" kavramına ilişkin oldukça çeşitli metafor geliştirdikleri belirlenmiştir. Bu kapsamda toplam 38 geçerli metafor elde edilmiştir. Elde edilen metaforlara ait bulgular Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Ortaokul öğrencilerinin arkadaşlık kavramına yönelik geliştirdikleri metaforlar

Metafor	f	Metafor	f	Metafor	f
Kardeş/lik	50	Ayna	10	Çiçek	8
Güneş	6	Yıldız/lar	6	Işık	4
Kalp Atışı	3	Nefes	2	Ağaç/Çınar ağacı	2
Kalkan	2	Oyun hamuru	1	Çekirdek	1
Matruşka	1	Kitap	1	Sandık	1
Gölge	1	Aile	1	Terapist	1
Saat	1	Tahinle pekmez	1	Ev	1
Su	1	Puzzle	1	Yağmur	1
Kanat	1	Asistan	1	Elmas	1
Teknoloji	1	Mıknatıs	1	Kilit	1
Zincir	1	Lamba	1	Dağ	1
Lastik bir ip	1	Damar	1	Kale	1
Kayısı	1	Yemek	1		

Katılımcıların arkadaşlık kavramına yönelik ürettikleri metaforlar değerlendirildiğinde, en yüksek frekansa sahip metaforun kardeş/lik (f=50) olduğu belirlenmiştir. Kardeş/lik metaforunu sırasıyla ayna (f=10), çiçek (f=8), güneş (f=6), yıldız/lar (f=6), ışık (f=4), kalp atışı (f=3), nefes (f=2), ağaç/çınar ağacı (f=2) ve kalkan (f=2) metaforları izlemektedir. Ayrıca oyun hamuru, çekirdek, matruşka, kitap, sandık, gölge, aile, terapist, saat, ev, su, puzzle, yağmur, kanat, asistan, elmas, teknoloji, mıknatıs, kilit, zincir, lamba, dağ, lastik bir ip, damar, kale, kayısı, yemek ve tahinle pekmez metaforları ise birer katılımcı tarafından ifade edilmiştir. Arkadaşlık kavramına ilişkin geliştirilen metaforlar, taşıdıkları ortak anlamlar temel alınarak kategorilere ayrılmış ve Tablo 2'de sunulmuştur**.**

Tablo 2. Arkadaşlığa yönelik temalar

Kategori	f	%
Yakınlık, aidiyet ve duygusal bağ	58	48,3
Kendini tanıma, rehberlik ve farkındalık	31	25,8
Emek isteyen ve yaşama değer katan bir ihtiyaç	22	18,3
Destek, koruma ve güven	9	7,5

Katılımcıların arkadaşlık kavramına ilişkin geliştirdikleri metaforların dört kategoriden oluştuğu görülmektedir. Metaforların %48,3'ü (f=58) yakınlık, aidiyet ve duygusal bağ; %25,8'i (f=31) kendini tanıma, rehberlik ve farkındalık; %18,3'ü (f=22) emek isteyen ve yaşama değer katan bir ihtiyaç; %7,5'i (f=9) destek, koruma ve güven temaları altında toplanmıştır. Bulgular, katılımcıların arkadaşlığı ağırlıklı olarak yakınlık, aidiyet ve duygusal bağ üzerinden tanımladıklarını en düşük düzeyde ise destek, koruma ve güven ile ilişkilendirdiklerini ortaya koymaktadır.

Katılımcılar yakınlık ve duygusal bağ olarak arkadaşlık ile ilişkilendirilebilecek dokuz metafor üretmişlerdir. Yakınlık ve duygusal bağ temasına ilişkin bilgiler Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3. Yakınlık, aidiyet ve duygusal bağ

Metafor	f	Metafor	f	Metafor	f
Kardeş/lik	50	Tahinle pekmez	1	Puzzle	1
Aile	1	Damar	1	Lastik bir ip	1
Ev	1	Zincir	1	Mıknatıs	1

Katılımcılar, yakınlık, aidiyet ve duygusal bağ temasında arkadaşlığı en çok kardeş/lik (f=50) metaforu ile ifade etmişlerdir. Kardeş/lik metaforunu sırasıyla aile (f=1), ev (f=1), puzzle (f=1), tahinle pekmez (f=1), damar (f=1), zincir (f=1), mıknatıs (f=1) ve lastik bir ip (f=1) izlemektedir. Bu tema, katılımcıların arkadaşlığı yakınlık ve duygusal bağ temelinde anlamlandırdıklarını ortaya koymaktadır. Bu temaya ilişkin katılımcı görüşlerinden bazıları aşağıda doğrudan alıntılarla sunulmuştur.

Katılımcı 191 (kız) "*Arkadaşlık tıpkı kardeşlik gibidir çünkü kan bağı olmasa da kardeşlikte olduğu gibi birbirimize dertlerimizi anlatır, birbirimizi destekler ve birbirimize arka çıkar hakkını yemez ve yedirtmeyiz"* ifadeleriyle arkadaşlığı "kardeşlik" metaforu üzerinden açıklamıştır. Benzer şekilde katılımcı 171 (kız) da "*Arkadaşlık kardeşlik gibidir çünkü ne olursa olsun seni bırakmaz senin ve senden gibidir yani senin bir parçan gibidir"* ifadeleriyle arkadaşlığın yakınlık ve bağlılık özelliklerine dikkat çekmiştir. Bu ifadeler katılımcıların

arkadaşlığı kan bağına dayanmamasına rağmen yakınlık ve güçlü duygusal bağlar içeren bir ilişki olarak algıladıklarını göstermektedir.

Katılımcı 45'e (kız) arkadaşlığı "aile" metaforu ile açıklayarak arkadaşların her zaman kişinin yanında olduğunu vurgulamıştır. *"Arkadaşlık aile gibidir çünkü onlar her zaman yanımızdadırlar"*. Benzer şekilde katılımcı 74 (kız) arkadaşlığın bireye huzur ve güven veren yönüne vurgu yaparak "*Arkadaşlık ev gibidir çünkü onun yanında mutlu oluyorsun*" ifadesiyle arkadaşlığı "ev" metaforu üzerinden açıklamıştır. Katılımcı 170 (erkek) ise arkadaşlıktaki güçlü birlikteliği "*Arkadaşlık tahin ile pekmez gibidir çünkü gerçek arkadaşlarla tahin ile pekmez gibi ayrılmazlar ayrılmaz ikili olurlar"* sözleri ile ifade etmiştir.

Katılımcılar kendini tanıma, rehberlik ve farkındalık teması ile ilgili olarak sekiz metafor geliştirmişlerdir. Kendini tanıma, rehberlik ve farkındalık temasına dair bilgiler Tablo 4'de sunulmuştur.

Tablo 4. Kendini tanıma, rehberlik ve farkındalık

Metafor	**f**	**Metafor**	**f**	**Metafor**	**f**
Ayna	10	Yıldız/lar	6	Işık	4
Teknoloji	1	Matruşka	1	Kitap	1
Lamba	1	Saat	1		

Katılımcılar, kendini tanıma, rehberlik ve farkındalık temasında arkadaşlığı en çok ayna (f=10) metaforu ile ifade etmişlerdir. Ayna metaforunu sırasıyla yıldız/lar (f=6), ışık (f=4), lamba (f=1), kitap (f=1), teknoloji (f=1), saat (f=1) ve matruşka (f=1) izlemektedir. Bu tema, katılımcıların arkadaşlığı kendini tanıma, rehberlik ve farkındalık temelinde anlamlandırdıklarını ortaya koymaktadır. Bu temaya ilişkin katılımcı görüşlerinden bazıları aşağıda doğrudan alıntılarla sunulmuştur.

Katılımcıların bir kısmı arkadaşlığı rehberlik eden ve farkındalık kazandıran bir ilişki olarak değerlendirmiştir. Bu kapsamda katılımcı 30 (kız) arkadaşlığı "ayna" metaforu ile açıklayarak gerçek benliğin görülmesine katkı sağlayan yönüne vurgu yapmıştır. "*Arkadaşlık ayna gibidir çünkü sana sadece duymak istediklerini değil gerçekte kim olduğunu da gösterir*" derken benzer şekilde katılımcı 79 (kız) da arkadaşlığın bireyin eksiklerini ve olumlu özelliklerini yansıtma işlevine dikkat çekerek "*bence arkadaşlık ayna gibidir çünkü hatalarımızı bize nazikçe söyler ve iyi yönlerini bize yansıtır*" ifadesini kullanmıştır. Katılımcı 156 (erkek) ise arkadaşlığın yol gösterici yönünü "lamba" metaforu ile açıklamış *"arkadaşlık lamba gibidir çünkü karanlık yollara girersen yolunu aydınlatır ama yanında olduğunda ışık verir*" şeklinde ifade etmiştir. Bu metaforlar katılımcıların arkadaşlığı bireyin kendisini tanımana diğer bir ifadeyle farkındalık yaratarak ego gelişimini destekleyerek olumlu bir katkı sağladığını düşündüklerini göstermektedir.

Katılımcılar emek isteyen ve yaşama değer katan yaşamsal bir ihtiyaç teması ile ilgili olarak on metafor geliştirmişlerdir. Emek isteyen ve yaşam değer katan yaşamsal bir ihtiyaç temasına dair bilgiler Tablo 5'de sunulmuştur.

Tablo 5. Emek isteyen ve yaşama değer katan bir ihtiyaç

Metafor	**f**	**Metafor**	**f**	**Metafor**	**f**
Çiçek	8	Kalp atışı	3	Ağaç/çınar ağacı	2
Nefes	2	Su	1	Yağmur	1
Oyun hamuru	1	Kayısı	1	Elmas	1
Çekirdek	1				

Katılımcılar, emek isteyen ve yaşama değer katan bir ihtiyaç temasında arkadaşlığı en çok çiçek (f=8) metaforu ile ifade etmişlerdir. Çiçek metaforunu sırasıyla kalp atışı (f=3), ağaç/çınar ağacı (f=2), nefes (f=2), su (f=1), yağmur (f=1), çekirdek (f=1), kayısı (f=1) ve oyun hamuru (f=1) izlemektedir. Bu tema, katılımcıların arkadaşlığı emek isteyen ve yaşama değer katan bir ihtiyaç olarak anlamlandırdıklarını ortaya koymaktadır. Bu temaya ilişkin katılımcı görüşlerinden bazıları aşağıda doğrudan alıntılarla sunulmuştur.

Katılımcıların bir kısmı arkadaşlığı emek, ilgi ve karşılıklı sorumluluk gerektiren bir ilişki olarak görmekteydi. Bu doğrultuda katılımcı 142 (kız) arkadaşlığı "çiçek" metaforu ile açıklayarak "*arkadaşlık çiçek gibidir çünkü birbirimize değer verip destek çıkarsak o çiçek hiç solmaz, arkadaşlık devam eder. Ama birbirimize değer vermeyip destek çıkmazsak o çiçek zamanla solar ve arkadaşlık biter*" ifadesiyle arkadaşlığın emek isteyen yönüne vurgu yapmıştır. Benzer şekilde katılımcı 145 (kız) da " *arkadaşlık çiçek gibidir çünkü su döküp beslediğin zaman sadece çiçek açar*" sözleri ile arkadaşlığın gelişebilmesi için emek vermeye vurgu yapmıştır. Aynı doğrultuda katılımcı 23 (kız) da "*arkadaşlık çiçek gibidir çünkü ilgi göstermezsen solar"* ifadesiyle, katılımcı 115 (erkek) "*arkadaşlık bir çiçek gibidir çünkü ilgilenmeksek su vermesek solar"* diyerek arkadaşlık ilişkisinin ilgi ve bakım gerektiren bir yapıya sahip olduğuna değinmiştir.

Bununla birlikte bazı katılımcılar arkadaşlığın her zaman olumlu duygular içermeyen, zaman zaman zorluklarda barındıran bir ilişki olduğunu belirtmişlerdir. Katılımcı 189 (erkek) arkadaşlığı "kayısı" metaforu ile açıklayarak "*kayısı bazen tatlı bazen de ekşidir*" ifadesiyle arkadaşlığın hem olumlu hem de zorlayıcı olabileceğine vurgu yapmıştır. Katılımcı 18 (erkek) ise arkadaşlığı "kalp atışı" metaforu ile açıklamış *"arkadaşlık bir kalp atışı gibidir çünkü arkadaşın yanında olduğu sürece kötü hissetmezsin iyi günde de kötü günde de yanında olur 'DOST KARA GÜNDE BELLİ OLUR' atasözü buna bir örnektir bu yüzden insanın bir*

arkadaşı olması harika bir şeydir" ifadesiyle arkadaşlığın yaşama değer katan önemli bir ihtiyaç olduğunu ifade etmiştir.

Katılımcılar destek, koruma ve güven teması ile ilgili olarak on metafor geliştirmişlerdir. Destek, koruma ve güven temasına dair bilgiler Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6. Destek, koruma ve güven

Metafor	f	Metafor	f	Metafor	f
Güneş	6	Kalkan	2	Gölge	1
Terapist	1	Dağ	1	Kanat	1
Kale	1	Asistan	1	Kilit	1
Sandık	1				

Katılımcılar destek, koruma ve güven temasında güneş (f=6), kalkan (f= 2), kale (f=1), kanat (f=1), terapist (f=1), asistan (f=1), dağ (f=1), gölge (f=1), sandık (f=1) ve sofra (f=1) metaforları ile arkadaşlığı ifade etmişlerdir. Bu tema katılımcıların arkadaşlığı destekleyen, koruyan ve güven veren bir ilişki olarak anlamlandırdıklarını ortaya koymaktadır. Bu temaya ilişkin katılımcı görüşlerinden bazıları aşağıda doğrudan alıntılarla sunulmuştur.

Katılımcıların bir kısmı arkadaşlığı destek olma ile ilişkilendirmişlerdir. Katılımcı 48 (kız) arkadaşlığı "terapist" metaforu ile açıklayarak "*arkadaşlık terapist gibidir çünkü eğer gerçekten o kişi insanın yakın arkadaşı ise arkadaşıyla dertlerini paylaşabilir ve aynı yaşta oldukları için birbirlerini anlarlar destek olurlar aynı zamanda insanın eğlenceli vakit geçirebileceği kişilerdendir"* ifadesiyle arkadaşlığın destek olma yönüne vurgu yapmıştır. Benzer şekilde katılımcı 100 (erkek) arkadaşlığı "asistan" metaforu ile ifade etmiş ve *"arkadaşlık asistan gibidir çünkü sürekli ona danışırım"* ile destek almaya vurgu yapmıştır. Benzer şekilde 169 (kız) "*arkadaşlık bir gölge gibidir çünkü en çok ihtiyacın olduğunda yanında olur"* derken, katılımcı 160 (kız) "*arkana yasladığın dağ gibidir çünkü birbirine destek olmak gerekir her konuda"* ifadesiyle arkadaşlığın destekleyici yönüne dikkati çekmiştir.

Katılımcıların bir kısmı ise arkadaşlığın koruyan yönüne vurgu yapmışlardır. Katılımcı 187 (erkek) arkadaşlığı "kalkan" metaforu ile açıklamış "*kalkan gibidir çünkü bizi korur"* derken katılımcı 133 (kız) "*bir kale gibidir çünkü kendini kötü hissettiğinde oraya sığınırsın*" diyerek arkadaşlığın koruyan yönüne vurgu yapmışlardır. Bazı katılımcılar ise arkadaşlığın güven veren ve bireyin iyi hissetmesine sağlayan yönüne vurgu yapmışlardır. Katılımcı 35 (kız) arkadaşlığı "kilitli bir sandık" metaforuyla açıklamıştır. "*Arkadaşlık kilitli bir sandık gibidir çünkü arkadaşıma verdiği sözü arkadaşımdan başka kimse bilmemelidir*" derken katılımcı 123 (erkek)

"*arkadaşlık kilit gibidir sır versen tutar*" ifadesi ile arkadaşlığın karşılıklı güvene dayanan yönünü ortaya koymaktadır.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, ortaokul düzeyinde öğrenim gören ergenlerin "arkadaşlık" kavramına ilişkin algılarını metaforlar aracılığıyla ortaya koymak amaçlandı. Çalışmada katılımcıların ifade ettikleri metaforların yakınlık, aidiyet ve duygusal bağ, kendini tanıma, rehberlik ve farkındalık, emek isteyen ve yaşama değer katan bir ihtiyaç ile destek, koruma ve güven şeklinde dört temadan oluştuğu görülmüştür.

Araştırmada erken ergenlik dönemindeki öğrencilerin arkadaşlığı öncelikle yakınlık, aidiyet ve duygusal bağ ile ilişkilendirmeleri, bu dönemin gelişimsel özellikleri ile uyumlu görünmektedir. Ergenlikte artan özerklik ve ebeveynlerden uzaklaşma akran kabulü ve sosyal onay ihtiyacını ön plana çıkarmaktadır (Oberle vd., 2010). Bu nedenle erken ergenler kendilerini kabul edilmiş ve değerli hissedebilecekleri yakın arkadaşlık ilişkilerine daha fazla önem verirler. Arkadaşlık ilişkileri erken ergenlerin aidiyet ve kabul edilme gereksinimlerini karşılayan temel sosyal bağlardan biri olarak işlev görmektedir (Zarrett & Eccles, 2006). Buhrmester, (1996) da yakın arkadaşlık ilişkilerinin ergenlerin aidiyet ihtiyaçlarını karşılamaya hizmet ettiğini vurgulamaktadır. Katılımcıların arkadaşlığı tanımlarken "kardeş/lik", "aile", "ev" gibi yakınlık, duygusal bağlılık ve aidiyeti çağrıştıran metaforlar kullanmaları erken ergenlerin arkadaşlık ilişkilerini aile üyeleri ile kurulan güçlü bir bağ olarak algıladıklarına işaret etmektedir. Bu bulgu erken ergenlerin arkadaşlığı koşulsuz kabul, sevgi ve yakınlık kaynağı olarak gördüklerini ortaya koyan çalışmalarla da tutarlıdır. Nitekim alan yazında erken ergenlerin özellikle "kardeş/lik" metaforu aracılığıyla arkadaşlığı aile ve aile üyeleriyle özdeşleştirdikleri ve yakınlık ile ilişkilendirdikleri görülmektedir (Arslan vd., 2023; Çimen vd., 2023).

Erken ergenler "arkadaşlık" kavramını ikinci olarak kendini tanıma, rehberlik ve farkındalık boyutlarında ele almışlardır. Bu bulgu arkadaşlık ilişkilerinin bireyin kendini tanıması, anlaması ve öz farkındalık geliştirmesinde önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Katılımcıların arkadaşlığı tanımlarken kullandıkları "ayna", "yıldız/lar", "ışık" ve "lamba" metaforları arkadaşların erken ergenleri için yol gösterici ve farkındalık kazandıran bir işlev üstlendiğine işaret etmektedir. Bu metaforlar aynı zamanda arkadaşlık ilişkilerinin bireyin kendisini görmesine ve değerlendirmesine olanak sağlayan birer sosyal ayna olarak algılandığını düşündürmektedir. Gelişimsel açıdan erken ergenlik dönemi, bireylerin kendilerine ilişkin algılarını oluştururken başkalarıyla karşılaştırmalara daha sık başvurdukları ve çevrelerinden aldıkları geri bildirimleri benlik gelişimde önemli bir kaynak olarak kullandıkları bir dönemdir. Bu süreçte akranlar erken ergenlere farklı

sosyal etkileşim becerilerini deneyimleme ve geliştirme fırsatı sunmaktadır (O'Brien, 2023). Arkadaşlarla geçirilen zaman, sosyal kabul için gerekli davranış kalıplarının ve kendini sunma stratejilerinin öğrenilmesinde önemli bir işlev görmektedir (Lease vd.., 2002). Nitekim (Chow, 2008) arkadaşlık ilişkilerinin, bireylerin kendilerine yönelik farkındalıklarını artırdığını ve kendilerini daha iyi tanımalarına katkı sağladığını belirtmektedir. Bu yönüyle araştırma bulguları alan yazındaki bilgilerle örtüşmektedir. Elde edilen bulgu arkadaşlığın bireyin kendisini tanımasına, güçlü yada gelişime açık yönlerinin fark etmesine ve benlik algısının şekillenmesine katkı sunan yansıtıcı bir işlev gördüğünü ortaya koymaktadır.

Erken ergenler "arkadaşlık" kavramını üçüncü olarak emek isteyen ve yaşama değer katan bir ihtiyaç şeklinde tanımlamışlardır. Bu bulgu, arkadaşlığın erken ergenlik döneminde yalnızca eğlenceli zaman geçirilen bir ilişki biçimi değil, bireyin sosyal ve psikolojik ihtiyaçlarının karşılayan bir unsur olarak algılandığını göstermektedir. Gelişimsel açıdan sosyal gelişimin ilk yıllarda bağlanma perspektifiyle ele alındığı (Feldman ve Eidelman, 2009), ilerleyen dönemlerde ise yeterlilik, özerklik ve ilişki kurma gibi temel ihtiyaçların daha belirleyici hale geldiği vurgulanmaktadır (Eccles, 1999). Bu kuramsal çerçeve, erken ergenlerin arkadaşlığı neden önemli bir ihtiyaç olarak gördüklerini açıklamaktadır. Katılımcıların "kalp atışı", "su" ve "nefes" metaforlarını kullanmaları arkadaşlığın onlar için yaşamsal ve vazgeçilmez bir anlam taşıdığına işaret etmektedir. Bununla birlikte katılımcılar "çiçek", "ağaç/çınar ağacı" metaforları ile arkadaşlığın emek, bakım ve süreklilik gerektiren bir ilişki olduğunu da vurgulamışlardır. Bu metaforlar arkadaşlığın kendiliğinden sürmeyen ilgi, zaman ve karşılıklı yatırım isteyen bir süreç olarak algılandığını göstermektedir. Alan yazında da Wright (1978) arkadaşlığın; emek ve yatırım gerektirdiğini ilişkinin sürdürülmesi için bakım ve özverinin önemli olduğunu belirtmektedir. Elde edilen bulgu arkadaşlığın erken ergenler için hem temel bir psiko-sosyal bir ihtiyaç hem de emek verilerek sürdürülen bir ilişki biçimi olarak anlamlandırıldığını göstermektedir.

Erken ergenler "arkadaşlık" kavramını dördüncü olarak destek, koruma ve güven ile ilişkilendirmişlerdir. Bu tema arkadaşlığın bireye duygusal ve sosyal destek sağlayan, güven duygusuna dayanan ve koruyucu bir işlev üstlenen bir ilişki biçimi olarak algılandığını göstermektedir. Katılımcıların ifade ettikleri "terapist", "asistan", "gölge" ve "dağ" metaforları arkadaşlığın yardım etme, yanında olma ve destek sunma işlevine vurgu yaparken; "kalkan" ve "kale" metaforları arkadaşlığın bireyi olumsuzluklara karşı koruyan ve güvenli bir sığınak sağlayan yönünü yansıtmaktadır. Bununla birlikte "kilit" ve "sandık" metaforları arkadaşlığın karşılıklı güven, sır saklama ve mahremiyetin korunması üzerine kurulu bir ilişki olarak değerlendirildiğine işaret etmektedir. Alan yazında da ergenlerin arkadaşlık ilişkilerine ilişkin algılarında benzer özelliklerin öne çıktığı görülmektedir.

Niebrzydowski, (1995) 11-19 yaş aralığındaki ergenlerde gerçekleştirdiği çalışmada, arkadaşlığın karşılıklı destek, güven, samimiyet ve sırların paylaşımı gibi unsurlarla tanımlandığı belirtilmiştir. Benzer şekilde Parker ve Asher'ın (1993) arkadaşlık niteliği modelinde samimiyet, kendini açma (sırları ya da özel duyguları paylaşmak), destek sağlama arkadaşlığın temel bileşenleri arasında yer almaktadır. Bu bulgular, erken ergenlerin arkadaşlığı bireye destek sunan, güven veren ve koruyucu işlevler üstlenen önemli bir sosyal bağ olarak gördüklerini göstermektedir.

Çalışmada elde edilen bulgular genel olarak değerlendirildiğinde, erken ergenlerin arkadaşlığı çok boyutlu bir olgu olarak ele aldıkları görülmektedir. Erken ergenler arkadaşlığı; duygusal yakınlık kurulan, bireysel gelişime katkı sağlayan, yaşamı anlamlı kılan, destek ve güven sunan önemli bir sosyal bağ olarak algılamaktadırlar. Katılımcıların üretmiş olduğu metaforlar, arkadaşlığın erken ergenlik döneminde ait olma, kabul görme, duygusal destek alma ve kendini ifade etme gibi gelişimsel ihtiyaçların karşılanmasında önemli bir işlev üstlendiğini ortaya koymaktadır. Ancak araştırma bulguları, erken ergenlerin arkadaşlık kavramına yükledikleri anlamlarla sınırlı olup, farklı yaş gruplarının veya farklı gelişim dönemlerindeki bireylerin arkadaşlık algılarının kapsamamaktadır. Arkadaşlık ilişkilerinin gelişimsel açıdan taşıdığı önem nedeniyle, farklı yaş ve gelişim dönemlerindeki bireylerin arkadaşlık algılarını inceleyen araştırmaların yapılmasının alan yazına önemli katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Arslan, K., Kanat, M. H., Arı, A. G., & Özdemir, M. (2023). Metaphor perceptions of Turkish and Syrian secondary school students on the concepts of environment, school, teacher and friends. *Yıldız Journal of Educational Research, 8*(2), 82-97. doi: 10.14744/yjer.2023.022

Berndt, T. J. (2002). Friendship quality and social development. *Current Directions in Psychological Science, 11(*1), 7-10. doi.org/10.1111/1467-8721.00157

Bowker, A. (2004). Predicting friendship stability during early adolescence. *The Journal of Early Adolescence, 24*(2), 85-112. doi/pdf/10.1177/0272431603262666

Buhrmester, D. (1996). Need fulfillment, interpersonal competence and the developmental contexts of early adolescent friendship. In W. M. Bukowski, A. F. Newcomb, & W. W. Hartup (Eds.), *The company they keep: Friendship in childhood and adolescence* (pp. 158-185). Cambridge University Press.

Chow, W. Y. (2008). *The role of friendship on adolescent mental health problems. Unpublished doctoral dissertation.* Arizona State University.

Çimen, B., Aysu, A., & Değer, B. B. (2023). Ortaokul öğrencilerinin arkadaşlık kavramına ilişkin metaforik algıları. *PESA Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi, 9*(1), 55-67. doi.org/10.25272/j.2149-8385.2023.9.1.05

Dickson, D. J., Marion, D., & Laursen, B. (2018). Externalizing symptoms anticipate declining support and increasing negativity between adolescent friends. *Infant and Child Development, 27*(6), e2109. doi.org/10.1002/icd.2109

Eccles, J. S. (1999). The development of children ages 6 to 14. *The Future of Children,* 30-44.

Gaertner, A. E., Fite, P. J. & Colder, C. R. (2010). Parenting and friendship quality as predictors of ınternalizing and externalizing symptoms in early adolescence. *Journal Child Fam Study,19,*101-108. Doi.10.1007/s10826-009-9289-3

Jensen, D. (2006). Metaphors as a bridge to understanding educational and social contexts. *International Journal of Qualitative Methods, 5*(1), 36-54. doi/pdf/10.1177/160940690600500104.

Kuruzović, N. (2015). Characteristics of adolescents friendship relations: a longitudinal study of the quality, length, stability and reciprocity. Facta Unıversıtatıs-Philosophy, *Sociology, Psychology and History, 14*(02), 115-129. https://web.s.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=f33da8ff-cdac-477f-85d4-b0f5348bda3c%40redis

Lan, X. (2020). Grit and peer relationships in early adolescence: A person-centered approach. *Journal of Social and Personal Relationships, 37*(7), 2250-2269. doi.org/10.1177/0265407520921557

Lan, X., Scrimin, S., & Moscardino, U. (2020). Emotional awareness moderates the association between discrimination and emotional-behavioral problems: A cross-informant study in Chinese rural-to-urban migrant youth. *The Journal of Early Adolescence*, 40(6) 857-879. doi/pdf/10.1177/0272431619874399

Lease, A. M., Musgrove, K. T., & Axelrod, J. L. (2002). Dimensions of social status in preadolescent peer groups: Likability, perceived popularity, and social dominance. *Social Development, 11*(4), 508-533. doi/pdf/10.1111/1467-9507.00213

Marion, D., Laursen, B., Zettergren, P., & Bergman, L. R. (2013). Predicting life satisfaction during middle adulthood from peer relationships during mid-adolescence. *Journal of Youth and Adolescence, 42*(8), 1299-1307.doi.org/10.1007/s10964-013-9969-6

Marsh, P., Allen, J. P., Ho, M., Porter, M., & McFarland, F. C. (2006). The changing natüre of adolescent friendships: Longitudinal links with early adolescent ego development. *The Journal of Early Adolescence, 26*(4), 414-431. doi/pdf/10.1177/0272431606291942

Nelson, P. A., & Thorne, A. (2012). Personality and metaphor use: How extraverted and introverted young adults experience becoming friends. *European Journal of Personality, 26*(6), 600-612. doi.org/10.1002/per.1839

Niebrzydowski, L. (1995). Friendship among adolescents. *Society for Research in Child Development,*2-18 https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED381282.pdf

Nickerson, A., & Nagle, R. (2005). Parent and peer attachment in late childhood and early adolescence. *The Journal of Early Adolescence, 25*(2), 223-249. doi/pdf/10.1177/0272431604274174.

Oberle, E., Schonert-Reichl, K. A., & Thomson, K. C. (2010). Understanding the link between social and emotional well-being and peer relations in early adolescence: Gender-specific predictors of peer acceptance. *Journal of Youth and Adolescence, 39*(11), 1330-1342.

O'Brien, S. (2023). Where to make friends outside the children's home?. [Doctoral thesis, Laurea University of Applied Sciences]. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/795916/OBrien_Saara.pdf?sequence=

Öztürk, N., & Kutlu, M. (2017). The impact of friendship skills psycho-education on the friendship quality of 9-12 year-old students. *Education and Science, 42* (191), 397-413. https://doi.org/10.15390/EB.2017.7030

Parker, J. G., & Asher, S. R. (1993). Friendship and friendship quality in middle childhood: Links with peer group acceptance and feelings of loneliness and social dissatisfaction. *Developmental Psychology, 29*(4), 611-621. doi.org/10.1037/0012-1649.29.4.611

Roberts-Griffin, C. P. (2011). What is a good friend: a qualitative analysis of desired friendship qualities. *Penn McNair Research Journal, 3*(1), 1-14. https://repository.upenn.edu/handle/20.500.14332/39712

Selman, R. L. (1990). Fostering intimacy and autonomy. In W. Damon (Ed.), *Child development today and tomorrow* (pp. 409-435). Jossey-Bass.

Stites L.J., & Özçalişkan Ş., (2013). Teasing apart the role of cognitive and verbal factors in children's early metaphorical abilities. *Metaphor & Symbol, 28* (2), 116-129.

Shipman, K. L., Zeman, J. L., & Stegall, S. (2001). Regulating emotionally expressive behavior: Implications of goals and social partners from middle childhood to adolescence. *Child Study Journal, 31*(4), 249-267.

Sullivan, H. S. (1953). *The interpersonal theory of psychiatry*. W. W. Norton

Taylor, W. (1984). *Metaphors of education*. Heineman Educational Books Ltd.

Tekçe, T., & Yurtal, F. (2020). Okul çağı çocuklarında akran zorbalığı ile arkadaşlık niteliği arasındaki ilişki. *Pearson Journal, 5*(9), 353-362. www.pearsonjournal.com/index.php/pub

Yang, M. (2023). An analysis of metaphors in daily life. *International Journal of Education and Humanities, 7*(1),34-37. doi.org/10.54097/ijeh.v7i1.4864

Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2013). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. (9. baskı). Seçkin Yayınları.

Yurdakul, Y. (2024). Orta çocukluk döneminde empatik eğilimin arkadaşlık niteliğini yordayıcı rolü. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 25*(3), 1198-1219. Doi.10.17679/inuefd.1476177

Zarrett, N., & Eccles, J. (2006). The passage to adulthood: Challenges of late adolescence. *New Directions for Youth Development,111*, 13-28. doi/pdf/10.1002/yd.179

NEF'Î DİVANI'NDA PEYGAMBER KISSALARININ ŞAİRİN POETİKASININ İFADESİNDEKİ ROLÜ

Dr. Öğr. Üyesi, Zafer TOPAK[1]

[1]Karabük Üniversitesi, Klasik Türk Edebiyatı, z.topak@karabuk.edu.tr, ORCID: 0000-0001-6356-2762

Özet

Klasik Türk şiirinin referans aldığı esaslar arasında Kur'ân-ı Kerim, hadis, tefsir, kelam, İslam tarihi, tasavvuf, peygamber kıssaları, evliya menkıbeleri gibi İslami kaynaklar oldukça geniş bir yer tutar. Bu kaynaklar içerisinde de hem "kısâsü'l-enbiyâ" tarzı müstakil eserler hâlinde ele alınışı hem de telmih ve teşbihlerle şiirlerde kullanılışı sebebiyle peygamber kıssalarının önemli bir yeri vardır. Allah'ın emir ve yasaklarını insanlara bildirmekle görevli peygamberlerin hayatları, kıssaları, mucizeleri klasik şiirin anlam ve estetik alanında yoğun bir akis bulmuş; şairler, peygamber kıssalarıyla şiirde ele aldıkları birçok konuyu ilişkilendirerek bu bağlamda yeni yeni anlam alanları oluşturmuşlardır. 17. Yüzyıl klasik Türk şiirinin kaside türünde en başarılı temsilcisi olan Nef'î de Divan'ında peygamber kıssalarına çeşitli bağlamlarda geniş bir şekilde yer vermiştir. Övgü ve yergi şairi olduğu kadar fahriye (övünme) şairi de olan Nef'î, özellikle kasidelerinin fahriye bölümlerinde kendi şiir ve şair anlayışına dair ayrıntılı ve zengin değerlendirmelerde bulunmuş; özellikle bu poetik söylemlerinde peygamber kıssalarından fazlasıyla yararlanmıştır. Şair, bu bağlamda şiirlerinde özellikle Hz. İsa'nın ölüleri diriltmesi, beşikte iken olgun bir insan gibi konuşması, gök katına çekilmesi; Hz. Musa'nın Tûr Dağı'nda ilahi kelama muhatap olması, asasının yılana dönüşerek sihirbazların sahte yılanlarını yutması, Tuva vadisinde kutsal ateşi görmesi, Firavun huzurunda gerçekleştirdiği beyaz el hadisesi; Hz. Süleyman'ın yüzük şeklindeki tılsımlı mührü; Hz. Yusuf'un kuyuya atılması ve Mısır'a sultan olması, Züleyha ile olan ilişkisi; Hz. İbrahim'in putları kırması, ateşin gül bahçesine dönüşmesi ve Hz. Muhammed'in (sav) methiyesi hususlarına yer vermiştir. Nef'î, bu kıssa ve mucizelere atıf yapmak suretiyle ceset gibi duran kelimelere ruh veren, şiirlerinden yüce anlamlar oluşturan, gönül ehli olup şiirlerinde feyiz ve bereketler barındıran bir şair olması; şiirlerinin canlı, çekici, nazik ve zarif oluşu, ilahi ilhamla söylenmesi sebebiyle mucizevi bir etki bırakması gibi şiir ve şair anlayışıyla ilgili birçok hususu zengin bir anlam derinliğiyle ele almıştır.

Anahtar kelimeler: Nef'î, Divan, Kaside, Peygamber Kıssaları, Şiir ve Şair Anlayışı.

THE ROLE OF PROPHET STORIES IN THE EXPRESSION OF THE POET'S POETICS IN NEF'Î'S DIVAN

Abstract

The Quran, hadith, tafsir, kalam, Islamic history, Sufism, stories of the prophets, and hagiographies of saints occupy a significant place among the fundamental sources referenced in classical Turkish poetry. Within these sources, stories of the prophets hold an important position, both as independent works in the style of "stories of the prophets" and as references and metaphors used in poetry. The lives, stories, and miracles of the prophets, tasked with conveying God's commands and prohibitions to humanity, have found intense reflection in the semantic and aesthetic realms of classical poetry; poets have linked many topics they addressed in their poems to the stories of the prophets, creating new fields of meaning within this context. Nef'î, the most successful representative of the qasida genre in 17th-century classical Turkish poetry, also extensively incorporates stories of the prophets in various contexts within his Divan. Nef'î, a poet of praise and criticism as well as a poet of self-praise, made detailed and rich assessments of his own understanding of poetry and poets, especially in the self-praising sections of his odes; he particularly made extensive use of stories of prophets in these poetic discourses. In this context, the poet especially included in his poems the resurrection of the dead by Jesus, his speaking like a mature human while in the cradle, his ascension to heaven; Moses' encounter with divine words on Mount Tur, his staff turning into a snake and swallowing the magicians' false snakes, his seeing the sacred fire in the Valley of Tuva, the incident of the white hand he performed in the presence of Pharaoh; the ring-shaped talisman of Solomon; Joseph being thrown into the well and becoming the sultan of Egypt, his relationship with Zuleikha; Abraham breaking the idols, the fire turning into a rose garden; and the eulogy of the Prophet Muhammad (peace be upon him). Nef'î, by referring to these stories and miracles, has addressed many aspects of his understanding of poetry and poets with rich depth of meaning, such as being a poet who gives life to words that stand still like bodies, creating sublime meanings in his poems, being a man of heart and containing grace and blessings in his poetry; the lively, attractive, delicate and elegant nature of his poems, and their miraculous effect due to being spoken with divine inspiration.

Keywords: Nef'î, Divan, qasida, stories of the prophets, understanding of poetry and the poet.

1. GİRİŞ

Peygamber, Allah'ın emir ve yasaklarını insanlara bildirmek, onları doğru yola iletmek üzere seçtiği mübarek elçilere verilen bir addır ve köken olarak Farsça "haber getiren" anlamına gelir. Arapçada "elçi" veya "gönderilmiş kimse" anlamına gelen resul, dini bir terim olarak kendisine yeni bir kutsal kitap ve yeni bir şeriat (ilahi kanun) verilen peygamberlere karşılık gelirken nebi ise Arapçada "haber getiren" veya "haberci" anlamına gelir. Kendisine yeni bir kitap veya şeriat verilmeyen, kendinden önceki bir resulün şeriatini ve kitabını insanlara tebliğ ile görevlendirilen peygamberlerdir. Allah tarafından seçilen ve görevlendirilen bu elçiler birer insandır; ancak peygamberlik vasıflarıyla donatılmışlardır (Yavuz, 2007: 257).

Klasik Türk şiirinin referans aldığı esaslar arasında Kur'ân-ı Kerim, hadis, tefsir, kelam, İslam tarihi, tasavvuf, peygamber kıssaları, evliya menkıbeleri gibi İslami kaynaklar oldukça geniş bir yer tutar. Bu kaynaklar içerisinde hem "kısâsü'l-enbiyâ" tarzı müstakil eserler hâlinde ele alınışı hem de telmih ve teşbihlerle şiirlerde kullanılışı sebebiyle peygamber kıssalarının önemli bir yeri vardır. Hemen her divanda çeşitli özellikleriyle yer verilen peygamber kıssaları üzerine manzum ve mensur birçok eser meydana getirilmiştir. Peygamberlerin kıssaları, hayatları, mucizeleri şairlerin duygu, düşünce ve hayal dünyasında yoğun bir akis bulmuş; şairler, klasik şiirin anlatı geleneği içerisinde diğer kutsal kitaplar, halk hikâyeleri ve mitolojik öykülerle de bu kıssaları zenginleştirerek birçok konuyu bu bağlamla ilişkilendirmişler ve yeni yeni anlam alanları oluşturmuşlardır.

17. Yüzyıl klasik Türk şiirinin kaside türünde en başarılı temsilcisi olan Nef'î (d.1572-ö.1635) de Divan'ında peygamberlerin hayatlarına, kıssalarına ve mucizelerine çeşitli bağlamlarda geniş bir şekilde yer vermiştir. Nef'î'nin eserlerinde Hz. Muhammed başta olmak üzere diğer peygamberlere yapılan hatırlatmalar, onların ibretlik hayatları ve Kur'ân'da geçen kıssaları sıkça konu edilmiştir. Birçok klasik şair gibi peygamber kıssalarının etkileyici gücünden şiirlerinde istifade eden Nef'î, onları kendi üslubunca derinleştirip zenginleştirmiştir.

2. YÖNTEM

Bu araştırmada, nitel araştırma yöntemlerinden doküman incelemesi (metin analizi) tekniğinden yararlanılmıştır. Araştırmanın veri kaynağını, Nef'î Divanı'nda yer alan ve içerisinde peygamber kıssalarının şairin poetikasıyla ilişkili bir şekilde yer aldığı manzumeler oluşturmaktadır. Çalışma, üç aşamada gerçekleştirilmiştir: Birinci aşamada, [Akkuş, Metin (2018). Nefi Dîvânı. https://ekitap.ktb.gov.tr/Eklenti/57741,nefi-divanipdf.pdf?0.] kaynağı esas alınarak "peygamber kıssalarının poetik bağlamda kullanımı"nı örneklendiren tüm beyitler tespit edilmiş ve bir veri havuzu oluşturulmuştur.

İkinci aşamada, elde edilen veriler içerik analizi ve söylem analizi yöntemleriyle çözümlenmiş ve sınıflandırılmıştır. Poetik bağlamda hangi peygamberlerin kıssalarının kullanıldığı kategorize edilmiştir. Son aşamada ise elde edilen bulgular, Klasik Türk edebiyatının estetik ve anlamsal çerçevesi göz önünde bulundurularak yorumlanmıştır.

3. NEF'Î DİVANI'NDA POETİK BAĞLAMDA KISSALARINA YER VERİLEN PEYGAMBERLER

3.1. Hz. İbrahim

Hz. İbrahim, tek Tanrı inancını savunması hasebiyle babasının ve kavminin taptığı putlarla mücadele etmesi, bu yüzden putperestler tarafından ateşe atılması, atıldığı ateşin kendisini yakmaması, kavmine gök cisimlerinin ve onların sembollerinin tanrı olamayacağını anlatması, oğlu İsmail'i kurban etmekle sınanması gibi Kur'an'da ve İslami kaynaklarda kendisinden en çok söz edilen ülü'l-azm peygamberlerden biridir (Harman, 2000: 269-270).

Klasik Türk şiirinde Hz. İbrahim'den sıkça bahsedilmiştir. Şairler onu babasına nisbetle "İbrâhîm-i Âzer, İbn Âzer, Halîl, Halîlullah, Halîlürrahmân, Halîl-i Akdes" adlarıyla anmışlar; şiirlerinde hanımları Hâcer ve Sâre, oğlu İsmâil, Cebrâil ve mücadele ettiği Nemrut'tan, eşini ve çocuğunu Mekke'de bırakmasından, Allah'ın emri üzerine oğlu İsmail ile Kâbe'yi inşa etmesinden, putları kırmasından, yıldızlarla alâkasından, dualarından, oğlu İsmâil'i kurban etmesi olayı sebebiyle kurban ve sünnet olmayı başlatan kişi olmasından, mancınıkla ateşe atılmasından, ateşin onu yakmamasından, düştüğü yerin bir gül bahçesi haline dönüşmesinden ve orada soğuk bir suyun kaynayıp bir göl meydana getirmesinden telmih yoluyla bahsetmişlerdir. Bunun yanında Hz. İbrahim, yürüttüğü tevhid mücadelesi, Allah'a teslimiyeti, azmi, sebatı ve kararlılığı, zekâsı, sofrası (Halil İbrâhim sofrası), bereketi (Halil İbrâhim bereketi), misafirperverliği, seyahatleri, aile hayatı tevhid, münâcaat, ıydiyye, ilâhi, devriye gibi birçok nazım türüne kaynaklık etmiştir (Uzun, 2000: 272-273).

Nef'î bir beytinde Hz. İbrahim'in putları yıkması olayına telmihte bulunarak "yıkıcı ama inşa edici" sanat anlayışını göstermek istemiştir. Ona göre hakiki sanat, önce sahte olanı yıkmalı (Hz. İbrahim'in baltası gibi), ardından o yıkıntının üzerinde taklit edilemez, büyüleyici yeni bir güzellik inşa etmelidir. Nef'î'nin kalemi, edebi dünyadaki sahtelikleri, kötü şiirleri ve putlaşmış sanatsal tabuları yıkıp geçen bir "balta" hükmündedir. Görsel mükemmelliğin ve insanı büyüleyen tasvir gücünün sembolü ve resim sanatının üstadı sayılan Mânî bile kendi elindeki narin, sihirli fırçasını bir kenara bırakıp şairin o kaba odun parçasıyla ortaya koyduğu estetiği kıskanmaktan kendini alamaz:

"Reşk-i kilk-i kef-i Mânî olur alsam elime
Deste çûp-ı teber-i büt-şiken-i İbrâhîm" (K.7/56)

(Hz. İbrahim'in putları yerle bir ettiği baltasının tahta sapını (kalem niyetine) elime alacak olsam; bu durum Mânî'nin elindeki sihirli fırçasının kıskançlığına sebep olurdu.)

3.2. Hz. İsa

Hz. İsa, Kur'ân-ı Kerîm'de on beş surede ve doksan üç ayette "Îsâ, İbn Meryem, Mesîh" gibi ismi veya bir sıfatı ile zikredilen, kendisine İncil'in verildiği, Hz. Muhammed'i müjdelediği bildirilen, "Allah'tan bir ruh ve kelime" olarak tavsif edilen, ancak kul olduğu vurgulanan, resullerin en büyükleri olan beş "ülü'l-azm" peygamberden biridir. İlgili surelerde doğumunun müjdelenmesi, dünyaya gelişi, tebliği, dünyevî hayatının sonu ve Allah katına yükseltilişiyle ilgili bilgi verilir. Kur'an'da ayrıca Hz. İsa'nın "beşikte iken ve olgun bir insan tavrıyla konuşması, çamurdan yaptığı kuş şekline üfleyip onu canlandırması, anadan doğma körü ve alacalıyı iyileştirmesi, ölüleri diriltmesi, evlerde yenilen ve biriktirilen şeyleri haber vermesi, semadan sofra indirilmesi" mucizelerinden de söz edilir (Harman, 2000: 465-471).

Klasik Türk şiirinde Hz. İsa'nın söz konusu edildiği örnekler incelendiğinde şairlerin genellikle Kur'an'da verilen bilgilere bağlı kaldıkları görülür. İlgili örneklerde onun babasız olarak yaratılması, kundaktayken konuşması, annesi Meryem'in iffeti ve takvası, kendine İncil'in verilmesi, Hz. Muhammed'in geleceğini müjdelemesi, hastalara şifâ dağıtması, ölüleri diriltmesi, bereketli sofrası, eşeği, kendisini dünyevî işlerden tecrid etmesi, Allah'ın katına yükseltilmesi, ahir zamanda yeryüzüne gelişi, Mehdî'yle birlikte olup Deccâl'le savaşması gibi olaylar ve mucizelerine yer verilir (Okumuş ve Kalkışım, 2008: 545; Koçin, 2009: 74).

Nef'î, Hz. İsa'nın özellikle "ölüleri diriltmesi, kundakta iken konuşması, gök katına kaldırılması ve çamurdan yapılmış kuş şekline üfleyip onu canlandırması" mucizelerine telmihte bulunarak şiirinin ve şairliğinin birçok yönüne işaret etmiş, bu mucizeleri zengin bir muhayyile ile kullanmıştır. Nef'î'nin söz söyleme kudreti o kadar yüksektir ki o güzelliği gören ve şairle şiir yarışına girmeye çalışan cahiller kendi basit şiir dünyalarında eşeğin anırmasını bile Hz. İsa'nın ölüleri dirilten ilahi nefesi zannedebilir:

"Hâsid benimle da'vâ-yı nazm eylese n'ola
Zu'munca har sühenver-i 'İsâ-beyân olur" (K.28/66)

(Hasetçi/rakip benimle şiir yarışına kalkışsa buna şaşılır mı? (Şaşılmaz.) Çünkü onun o cahilce ve asılsız zannına göre, eşek bile Hz. İsa gibi mucizeler yaratan bir söz üstadı sayılır.)

Nef'î, şiir yazmayı basit bir kelime dizimi olarak görmez; onun için şiir söylemek nutka gelmektir, yani diriltici bir eylemdir. Nasıl ki Hz. İsa'nın nefesi ölü bedenleri canlandırıyorsa, Nef'î'nin şiirsel nefesi (mu'ciz-dem) de

estetik olarak ölmüş anlamları, donmuş zihinleri ve ruhları canlandırır. Dolayısıyla onun şiir dünyası da ilham meleklerinin uğradığı, içi taze ve derin anlamlarla dolu olan "anlamların beyt-i ma'mur"u olacaktır:

"Nutka gelsem Nef'î-i mu'ciz-demim 'Îsâ gibi
Beyt-i ma'mûr-ı ma'ânî hânümânımdır benim" (K.12/39)

(Eğer dile gelip şiir söylemeye başlarsam, ben tıpkı Hz. İsa gibi mucizeler yaratan nefese sahip Nef'î'yimdir. Anlamların o göksel ve mamur mabedi benim asıl evim ve yurdumdur.)

Şair, kendi şiirinin tılsımının (sihr ü füsûn) o kadar çekici ve sarsıcı olduğunu iddia eder ki, bu şiir yeryüzünü aşmış, göksel bir boyuta ulaşarak yücelik kazanmıştır. Dolayısıyla onun bu edebî üstünlüğüne şahitlik edebilecek düzeyde dünyada tek bir insan kalmamıştır. Nef'î, şiirinin tılsımlı gücüyle Hz. İsa'yı göklerden yeryüzüne indirebilirse, sanatının yüceliğine şahitlik edecek hakem bulmuş olacaktır:

"Kimi işhâd edeyim eylediğim da'vâya
İndirem sihr ü füsûn ile meğer 'Îsâ'yı" (K.44/43)

(Sanatımda ulaştığım bu zirve iddiama yeryüzünden kimi şahit göstereyim? Meğer sözümün büyüleyici gücüyle gök katından Hz. İsa'yı aşağıya indireyim de ancak onu kendime şahit tutayım.)

Nef'î'nin şiir kalemi büyücü gibidir ancak bu büyü sahte değildir; gücünü Hz. İsa'nın ölü ruhları dirilten ilahi nefesinden alır. Dolayısıyla onun kalemi meşru bir mucize ile büyüleyici bir estetiğin bir araya gelmesiyle bu güce ulaşmıştır. Şairin üslubunun ise iki temel direği vardır: şûh ve nâzik. Bir başka ifadeyle şair "Benim şiirim hem canlı, neşeli, coşkulu bir edaya (şûh) sahiptir; hem de kelime işçiliği, hayal gücü ve kalitesi bakımından son derece ince, hassas ve nâziktir" demek ister:

"Ne feyz alır dil ü destinden ey Nef'î k'olur dâ'im
Kalem câdû-yı 'Îsâ-dem sühen hem şûh u hem nâzik" (G.77/5)

(Ey Nef'î! İnsanlar senin dilinden ve elinden ne büyük feyzler alır da bu ihtişam karşısında daima hayretler içinde kalır! Senin kalemin, Hz. İsa gibi mucizevi bir nefesle sözü dirilten bir büyücü gibidir; sözün/şiirin ise hem son derece canlı, kıvrak ve çekici hem de bir o kadar ince ve zariftir.)

Nef'î, dönemindeki şairlerin şiirleriyle mucizevî bir etki oluşturduğunu söylemelerini çok eleştirir. Onlar şiirleriyle Hz. İsa gibi ölü ruhları dirilttiklerini düşünseler de şair, aynı görüşte değildir. Onların şiirlerinin, dinleyenleri daha da geriye götürdüğüne inanır:

"Nutk ile Mesîhâ geçinir her biri ammâ
Hâsiyyet-i sohbetleri insânı har eyler" (K.10/52)

(O çağdaki sözde şairlerin her biri, söz söylemeye gelindiğinde kendisini ölüleri dirilten Hz. İsa geçinir. Fakat onların sohbetlerinin etkisi insanı olgunlaştırıp dirilteceğine, tam aksine cahilleştirip eşekleştirir.)

Nef'î, Hüseyin Paşa'nın methiyesi için yazdığı bir kasidede nefesiyle ölüleri dirilten Hz. İsa'nın mucizesine atıfta bulunarak kendisini konuşturan ve dile getiren gücün, Paşa'yı övme arzusu ve coşkusu olduğunu; aksi takdirde mucizevi bir hitabete sahip olsa bile konuşmayacağını dile getirir:

"Hevâ-yı şevk-ı medhindir beni gûyâ eden yoksa
Dem urmazdım sühenden ger olaydım 'Îsi-i Meryem" (K.38/46)

(Bana böyle coşkuyla bu şiirleri söyleten şey, sadece seni övme arzusunun verdiği heyecandır; yoksa ben Meryem oğlu İsa olsam bile söz söylemeye yeltenmez, ağzımı açmazdım.)

Nef'î'ye göre şairlik bağlamında yeteneksizliğinin farkında olmayan aynı zamanda nitelikli şiirden de anlamayan kibirli ama cahil kişiler, kendilerini insanlığı kurtaracak ilahi bir nefes (Mesih) sahibi olarak görseler de aslında toplumun estetik ve ahlaki kıyametini hazırlayan, insanları peşinden cehalet çukuruna sürükleyen Deccal'in o melun eşeğinin ta kendileridir:

"Ne mikdârın bilir ne kadr-i güftârı 'aceb bâtıl
Mesîhâ geçinir ammâ har-i Deccâl ile tev'em" (K.38/48)

(O asılsız ve cahil adam ne kendi haddini bilir ne de hakiki sözün kıymetinden anlar. Kendini İsa sanır; oysa o, Deccal'in eşeği ile ikiz kardeştir.)

Bir fahriyesinde Nef'î, şairlik dehasının iki ayrı noktasından söz eder: Düşünce ve kelam. O, düşünce boyutunda (tefekkürde) bilgelik ve akıl sembolü olan Platon gibidir. Onun şiirlerinin arkasında derin bir tefekkür vardır; şiiri sığ değildir. Bu düşünceleri kelimelere dökmeye, yani tekellüme geldiğinde ise o, Hz. İsa'dan farksızdır. Platon gibi düşünen kafa, İsa gibi konuşan bir dille bir araya geldiğinde ortaya çıkan şiir de sıradan bir söz olmayacak elbette ki hikmet ve keramet içerikli, dinleyeni büyüleyen bir şah esere dönüşecektir:

"Hakîm-endîşe şâ'irdir kerâmet pîşe sâhirdir
Tefekkürde Felâtûn'dur tekellümde Mesîhâ'dır" (K.47/55)

(O, düşünceleri bilgelikle örülmüş bir şair, sözüyle insanı büyüleyen bir sihirbazdır. Fikir üretmede ve düşünmede Platon kadar derin, konuşmaya ve söz söylemeye geldiğinde ise nefesiyle ölüleri dirilten Hz. İsa gibidir.)

Nef'î'nin nazarında, yeni yetme şairler mucizevi bir şekilde kundaktayken konuşan Hz. İsa kadar sıra dışı bir yetenekle doğmuş olsalar da onların yazdığı şiirler, felsefeden ve sanatsal işçilikten yoksun, çocukça birer anlamsız mırıltıdan ibarettir. Çünkü onlar yüksek estetik zevkin ne olduğunu anlamaktan çok uzaktırlar:

"Ne bilir zevk-i sühen neydügin olursa Mesîh
Tıfl-ı nev reste-i nâşüste-leb-i şîr-âşâm" (K.50/72)

(O şiire yeni heveslenmiş acemi şair, (mucize eseri beşikte konuşan) Hz. İsa bile olsa, hakiki sözün ve şiir estetiğinin ne olduğunu ne bilir ki? O daha ağzı yıkanmamış, dudağından hâlâ süt damlayan, yeni yetme emzikli bir çocuktan ibarettir.)

Bir kasidesinde ulaştığı sanatsal zirvenin tesadüfi olmadığını dile getiren Nef'î, bunun kaynağını ehl-i dil yani gönül ehli olmasına bağlar. Dolayısıyla ilahi hakikatler ve feyz, onun gönül aynasına yansır. Bu sebeple de ondaki bu büyük feyz ve yetenek çok görülmemelidir. Ayrıca şair, sıradan meclislerde, şekilciliğe takılmış zahitlerin yanında değil; evrenin sırlarına vakıf, dünya malını hor gören bilge rintlerin dizinin dibinde yetişmiştir. Bu rintlerin en büyük özelliği ise sözleri ve sohbetlerinin Hz. İsa'nın nefesi gibi olmasıdır:

"Çok mu bu kadar feyz bize ehl-i diliz hem
Perverde-i rindân-ı Mesîhâ-dem-i 'aşkız" (G.58/3)

(Bizim bu kadar büyük bir ilhama, manevi berekete sahip olmamız çok mu görülüyor? Bizler hem yüksek bir gönül ehliyiz hem de aşkın o Hz. İsa gibi ölü kalpleri dirilten nefesine sahip rintler ocağında beslenip yetişmiş kimseleriz.)

Nef'î'nin şiirleri, onları okuyan veya dinleyen dertli âşıkların ruhunda aniden bir parıldama ve canlılık oluşturur. Çünkü onlar, alelade bir teselli cümlesi değil, mucizeler gösteren Hz. İsa'nın nefesidir:

"Sad sâle mürde-i gama cân-bahş olur hemen
Gûyâ Mesîh-i mu'cize-perdâzdır sözüm" (G.88/3)

(Benim sözüm/şiirim sanki mucizeler yaratan Hz. İsa'nın ta kendisidir. Çünkü kederden, dertten ötürü adeta yüz yıl önce ölmüş bir faniye bile benim şiirim dokunduğu anda hemen can verir.)

Şair, bir beytinde zihnindeki soyut fikirlerin şiire dönüşme serüvenini anlatır. Bir düşünce göğüsten (sîneden) çıkıp ağza ve damağa gelince, harflerin kalıbına girerek somut bir vücut kazanır ve manen dirilir. Bu sıradan bir canlanma değildir. Şairin dili ve düşünce sistemi, Hz. İsa'nın ölüleri canlandıran kutsal üflemesinden farksızdır:

"Gelince sîneden kâm u dehâna cân bulur ma'nâ
Dilin enfâs-ı rûhullâhdır gûyâ ki efkârı" (K.13/58)

(Mana, kalpten çıkıp damağa ve ağza ulaştığı anda (harflere dökülünce) adeta can bulur. Çünkü dilimin ürettiği o düşünceler, sanki ölüleri dirilten Hz. İsa'nın ilahi nefesidir.)

Nef'i, bir fahriye beytinde şairlik kabiliyetinin akli ve ruhani iki kanadından söz eder. Mantık ilminin en zor uğraşlarından olan bir kavramı eksiksiz ve en doğru şekilde zihne yerleştirme melekesine sahip olmada kendini felsefenin ve mantığın kurucusu Aristoteles gibi görür, bu felsefi ve derin düşünceleri kelimelere döküp şiirleştirdiğinde ise o, âdeta Hz. İsa'dır:

"Tahkîk-i tasavvurda Aristo-yı sebük-rûh

İhyâ-yı ma'ânîde Mesîhâ-yı zamâne " (K.41/31)

(O şair, kavramları ve düşünceleri zihinde şekillendirip hakikate ulaşmada kıvrak zekâlı bir Aristoteles'tir. Sözleriyle donmuş, ölmüş anlamları yeniden diriltmede ise bu çağın Mesih'idir.)

3.3. Hz. Muhammed

Hz. Muhammed (sav), İslam peygamberi ve Allah (c.c)'ın son elçisidir. Mekke'nin soylu Haşimoğulları sülalesindendir. Muhammed kelime olarak pek çok hamd ü sena olunmuş, övülmüş demektir. Miladi 571 senesinde dünyaya gelen Hz. Peygamber'in doğumunda birçok mucizeler gerçekleşmiştir. Daha dünyaya gelemden babasını, altı yaşına geldiğinde annesini kaybeden Peygamberimize önce dedesi Abdulmuttalib onun vefatıyla da amcası Ebu Talib bakmıştır. Amcasının yanında ticaretle uğraştığı sıralarda Hz. Hatice ile evlenmiş, kırk yaşında nübüvvet, kırk üç yaşında da kendisine risalet gelmiştir. Yirmi üç senelik peygamberliği döneminde insanları Allah'ın dinine davet etmiş, durmadan, dinlenmeden gayret etmiştir. Vefatına kadar insanların içinde İslam'ı yaşayarak güzel ahlakıyla herkese örnek olmuştur. Miladi 632 yılında vefat ettiğinde bütün İslam âlemi derin bir hüsrana bürünmüştür (Pala, 1995: 397-398).

Hz. Peygamber'in hayatı, yaşadığı olaylar, mucizeleri vb. ona dair her konu edebiyatımızda mevlid, sîre, Esmâ-i Nebî, hilye, mucizât, mi'raz-nâme, Hicretü'n-Nebî gibi türlerde ele alınmış, ona duyulan sevgiyle bu tür eserlerde manzum ve mensur birçok eser vücuda getirilmiştir (Yeniterzi, 1993: XXI). Hz. Peygamber'in kendisi, sevgili kabul edildiğinden onu anlatan her şiirde şair, âşık konumundadır ve onu dünyevi bir şeyle mukayese etmekten kaçınır. Hz. Peygamberin bütün insanlardan üstün olduğuna iman etmeleri bu hassasiyetin temelini oluşturur (Yılmaz, 2024: 995).

Hemen her konuda aşırı bir dil ve sınırları zorlayan bir tavırla kendi şairliğini ve şiirlerini yücelten Nef'î, bu dizelerinde müthiş bir ben'lik vurgusu içerisinde düşüncelerini dile getirir. Şair, Hz. Peygamber'in övgüsü için yazdığı kasidede bu tutumunu bir tarafa bırakmış, son derece mütevazı bir dille yaşadığı dönemin şairlikte yüz

akı olmasını Hz. Peygamber'e yazdığı naat ile ilişkilendirmiştir. Yazdığı bu naat sebebiyle Hz. Peygamberin övgüsüne mazhar olan şiiri âdeta bu vesileyle yücelik kazanmıştır:

"Olalı peygamber-i âhir zamâne na't-gû
Âb-ı rûy-ı ümmet-i âhir zamânîdir sözüm" (K.1/31)

(Sözüm /şiirlerim, ahir zaman peygamberine naat söyleyen bir vasıf kazandığından beri, ahir zaman ümmetinin yüz suyu -gururu, şerefi ve şefaat vesilesi- olmuştur.)

Aynı kasidenin bir diğer beytinde Hz. Peygamber'i peygamberlik tahtının şahlar şahı olarak niteleyen Nef'î, onun, yaratılışın ilk nüvesi olduğunun farkındadır (nûr-ı Muhammedî). Bu ulu sultanı övmenin şairin sanatına kattıklarını ise söz ile anlatmak mümkün değildir. Şair bu bilinçle "Benim sözlerim/şiirlerim normalde fani ve gelip geçici sözler olabilirdi. Fakat ben ne zaman ki o yüce peygamberi övmeye başladım; onun mübarek adının bereketi benim dilime ve gönlüme dokundu. Bu övgünün feyzi sayesinde benim yazdığım beyitler, koca cihana hayat veren bir cana dönüştü" demek ister:

"Na't-ı şâhenşâh-ı evreng-i nübüvet ki anın
Feyz-i medhiyle dilin cân-ı cihânıdır sözüm" (K.1/32)

(Bu yazılan şiir, peygamberlik tahtının şahlar şahı olan Hz. Muhammed'in övgüsüdür. Öyle bir övgüdür ki; benim sözüm, onun kutsal varlığını övmenin verdiği manevi bereket ve ilham sayesinde, bütün bu evrenin ve gönül dünyasının canı, hayat veren ruhu haline gelmiştir.)

3.4. Hz. Musa

Hz. Musa, Yahudilik, Hıristiyanlık ve İslâm'a göre büyük bir peygamber kabul edilmesinin yanında İsrailoğulları'nı Firavun zulmünden kurtarıp özgürlüğe kavuşturan bir önder olarak da görülür. Kur'ân-ı Kerîm'de de adı en çok geçen peygamber olan Hz. Mûsâ'dan 34 surede 136 yerde söz edilir. Hz. Musa'dan söz eden kaynaklara bakıldığında kahinlerin Firavun'a İsrailoğullarından doğacak bir çocuğun onun devletini yıkacağı bilgisini vermeleri, İmran soyundan gelen Musa'nın Firavun zulmünden kurtulmak için Nil'e atılması, Firavun'un eşi Asiye tarafından yine saraya alınması ve orada büyütülmesi, Mısır'da bir Kıptî'yi öldürmesi sonucu Firavun'dan korkup Mısır'dan kaçması, Medyen'e gelip Hz. Şuayb'ın kızıyla evlenmesi, buradan Mısır'a dönerken Tur Dağı'nda Allah ile konuşması ve kendine peygamberlik verilmesi, Firavun'u hak dine davet etmesi, asasıyla Firavun'un sihirbazlarını alt etmesi ve yine aynı asa ile Firavun'un askerlerinden kaçarken denizi yarması ve denizden on iki yolun açılması, kavminin buzağıya tapması vb. birçok hadiseye yer verildiği görülür. Ayrıca Tûr-ı Sînâ'da Eymen vadisinde bir ağaçta ateş görmesi ve o ateşin Allah'ın nuru

olduğunun Allah tarafından kendisine bildirilmesi, bunun sonucunda "Kelimullah" olarak anılması, yılana dönüşen asasının Firavun'un sihirbazlarının yılana dönüşen iplerini yutması, yine Firavun huzurunda koynuna sokup çıkardığı elinin bembeyaz olması, Hızır ile yaptığı yolculuk ve bu yolculukta ona tuhaf sorular sorması, suları kan şeklinde akıtması, kurbağa yağdırması, büyük sinek ve çekirgeler sürüsü ortaya çıkarması, öküz vebası, insanlar vücudunda yara çıkarması gibi mucizeleri anlatılır (Uçar, 2006: 57-59; Pala, 1995: 402-403).

Klasik Türk şiirinde şairler Hz. Musa'ya şiirlerinde çokça yer vermişler, onun hayatı ve mucizeleri ile çeşitli teşbihler yapmışlar, böylelikle hayal ve zihin dünyalarını zenginleştirmişlerdir. Şiirlerde özellikle Hz. Musa'nın Allah ile konuşması, Firavun'un sihirbazlarını âciz bırakması, ejderha olabilen, denizi yaran âsâsı, yed-i beyzâsı (beyaz el), Firavun'la mücadelesi ve onu suda boğulması gibi mucizevi yönleri ele alınmıştır. Tûr Dağı'nda Allah ile konuşmasından dolayı "Kelîmullâh" sıfatlarıyla da anılıyor olması Hz. Musa'nın sufi şairlerin duygu ve heyecanlarını dile getirmelerine önemli bir ilham kaynağıdır (Uzun, 2016: 68, 73; Öztürk, 2016: 22).

Nef'î, Divan'ında Hz. Musa'nın çoğunlukla Tûr Dağı'nda ilahi kelama mazhar olması ve orada kutsal ateşi görmesi, Firavun'un huzurunda asasıyla sihirbazların sihirlerini yok etmesi ve beyaz el mucizelerini poetik bağlamda ele almış ve bu vesilelerle sanat anlayışına dair birçok hususu dile getirmiştir. Nef'î'nin sözü/şiiri manen ölmüş, estetik duygusunu yitirmiş ruhları Hz. İsa'nın ölüleri dirilten nefesi gibi diriltirken dili ise Hz. Musa'nın Tur Dağı'nda olduğu ilahi kelamın sırlarını açığa çıkartabilmenin aracıdır:

"Sözüm hulâsa-i mazmûn-ı mu'ciz-i 'Îsâ
Dilim mükâşif-ı sırr-ı kelâm-ı vahy-i Kelîm" (K.32/44)

(Benim sözüm/şiirim, Hz. İsa'nın ölüleri dirilten mucizevi kelamındaki derin anlamların en saf özüdür. Dilim ise Hz. Musa'ya gelen ilahi vahyin ve onun Allah ile konuşmasındaki gizli sırları açığa çıkaran bir vasıtadır.)

İslam inancına göre sihrin, büyücülüğün ve göz boyamanın en zirve olduğu dönem Hz. Musa'nın dönemidir. Musa, Allah'ın mucizesiyle o sahte sihirleri hükümsüz kılmıştır. Nef'î de bir beytinde "Benim sözlerimin sihri o kadar gerçektir ki, bu çağda bunu anlayacak kimse yok. Bunu ancak rüyamda, gerçek sihir ile mucize arasındaki farkı en iyi bilen Hz. Musa'yı görürsem ona beğendirebilirim" demek ister:

"Kime izhâr edeyin sihr-i beyânı ammâ
Hâba vardıkça meğer düşde görem Mûsâ'yı" (K.44/42)

(Bu büyüleyici anlatımımı ve sözümün mucizesini yeryüzünde kime gösterip sunayım? Ancak uykuya dalıp rüyamda Hz. Musa'yı görürsem bu sanatı ona sunabilirim.)

Onun şiirlerindeki olağanüstü etkiyi ve şairin mucizevi kabiliyetini görenler ellerinde olmadan Hz. İsa'nın mucizeler ortaya koyan nefesini/sözlerini ve Hz. Musa'nın elindeki asayı hatırlarlar:

"Anarlar seyr idenler sihr-i kilk ü mu'ciz-i nazmım

'Asâ-yı dest-i Mûsâyı dem-i nutk-ı Mesîhâyı" (K.27/46)

(Benim şiirlerimi ve kalemimin gücünü derinden inceleyenler; kalemin o büyüleyici şaheserleri ve şiirimin mucizevi yapısı karşısında, Hz. Musa'nın elindeki asasını ve Hz. İsa'nın ölüleri dirilten o meşhur mucizevi nefesini hatırlar.)

Onun şiir kalemi sıradan bir kamış değildir; kâğıt üzerinde hareket etmeye başladığında tıpkı Hz. Musa'nın asası gibi piyasadaki tüm sahte şairlerin göz boyamalarını, yapay şiirlerini yutan, hükümsüz kılan bir hakikat enstrümanına dönüşür. Bu kalemle yazılan şiirler ise apaçık bir olağanüstülük içerir. Şairin şiir söylerken aldığı nefes ise, Hz. İsa'nın mucizevi nutkunun tam manasıyla özüdür:

"Sühenim sihr-i mübîn ü kalemim çûp-ı Kelîm

Nefesim magz-ı dem-i nutk-ı Mesîh-i Meryem" (K.40/44)

(Benim sözüm/şiirim apaçık, büyüleyici bir mucizedir; kalemim ise Hz. Musa'nın o tılsımlı asası gibidir. Benim şiir söylerken aldığım nefesim, Meryem oğlu Hz. İsa'nın ölüleri dirilten o mucizevi konuşmasının en saf özüdür.)

Hz. Musa, Tûr Dağı'nda bir ateş görmüş ve o ateşe yaklaştığında Allah'ın kelamına muhatap olmuştu. Nef'î, aşağıdaki beytinde Musa'nın gördüğü kutsal ateşin ilham ve feyz nuru olarak kendi gönlünde yansıdığını söyleyerek Hak sırlarının şiirlerinde vücuttaki ruh gibi gizlenmiş bir hâlde var olduğunu vurgular:

"Nûr-ı feyz âteş-i Mûsâ gibi dilde rûşen

Sırr-ı Hakk cevher-i cân gibi sözümde müdgam" (K.40/45)

(İlahi ilhamın ve bereketin nuru, tıpkı Hz. Musa'nın Tur Dağı'nda gördüğü o kutsal ateş gibi gönlümde parıldamaktadır. Cenab-ı Hakk'ın gizli hakikatleri ve sırları ise, bedende gizlenen hayat cevheri gibi benim sözlerimin, beyitlerimin içine nakşedilmiştir.)

Nef'î, aşağıdaki beyitte şiirinin oluşum safhalarının metafizik haritasını çizer. Kendi tefekkürünü Hz. Musa'ya benzetir. Hz. Musa nasıl ki Tûr Dağı'nda ilahi kelamı işittiyse, şairin düşüncesi de mana âleminde ilahi ilhamları işitmektedir. Bu senaryoda şairin dili sıradan bir et parçası değildir; o, her bir kelimesiyle yeni anlamların parıldadığı, ilahi hakikatlerin vahyolunduğu kutsal Tûr Dağı'dır. Bu kutsal dağdan (dilden) dökülen şiirler ise kainattaki o gizli ilahi güzelliklerin, yaratıcının dilde görünür olmasının en üst düzeyden tefsiridir:

“Kelîmullâh’tır endîşem dilim Tûr-ı ma‘ânîdir
Kelâmım ser-te-ser şerh-i mezâyâ-yı tecellâdır” (K.47/56)

(Benim düşünce dünyam Hz. Musa gibidir; dilim ise o derin manaların vahyedildiği, tecelli ettiği Tur Dağı'nın ta kendisidir. Dolayısıyla benim yazdığım şiirler ve kelamım, baştan başa o ilahi tecellilerin, gizli güzelliklerin birer açıklamasıdır.)

Nef’î’nin şiir kalemi, Hz. Musa’nın sihirleri yok eden asası gibi kudretlidir. Mısır topraklarına hayat veren nasıl Nil Nehri ise, şairin bu tatlı yazan kaleminden dünyaya akan sözler de birer söz Nil’idir. Ancak bu Nil, su değil, insanlığın idrakini, ruhunu besleyen anlam şerbetleri akıtır:

“Kelîm-i Mısr hem kilk-i şeker-hâ-yı revânımdır
Ki cüllâb-ı ma‘ânîdir cihâna Nîl-i güftârı” (K.13/57)

(Benim tatlı hayaller fısıldayan, akıcı yazan kalemim Mısır topraklarındaki Hz. Musa gibidir. O kalemin cihana akıttığı sözlerin Nil Nehri, tüm insanlığa derin anlamların şifa veren tatlı şerbetini sunmaktadır.)

Nef’î’ye göre tarihteki o büyük Musa mucizesi, bizzat asanın kendisinde veya fiziksel bir güçte değildir. Gerçek mucize, o olayı asırlar sonrasına taşıyan, onu ölümsüzleştiren, harflere döken onun şairlik dehasındadır. Eğer o, parmaklarını kımıldatıp o mucizeyi şiirleştirmemiş olsa, Musa’nın asası kelam dünyasında görünmez ve hükümsüz kalır. Dolayısıyla o ilahi mucizenin estetik olarak var olması ve dünyayı büyülemesi bile şairin kalem tutan parmaklarının hareketine bağlıdır:

“Sâhir-i vahy-âzmâyım mu‘ciz-i dest-i Kelîm
İstesem mevkûf-ı tahrîk-i benânımdır benim” (K.12/4)

(Ben, söz söylemede ilahi vahyin sınırlarını sınayan, o güçte eserler üreten mübarek bir kelam büyücüsüyüm. Öyle bir sanatsal kudrete sahibim ki, Hz. Musa'nın elindeki mucize yaratan asası bile, eğer ben dilersem, ancak benim parmaklarımı hareket ettirmeme bağlı olarak vücut bulabilir.)

Her fırsatta şiir yazdığı kaleminin (yeteneğinin) sıradan bir kalem olmadığını vurgulayan Nef’î, aşağıdaki beyitte de onun, kâğıt üzerinde hareket ederken sadece harfleri dizmediğini; yüz binlerce sanatsal hüneri, estetik dehasını ve felsefi anlamı aynı anda oluşturduğunu söyler ve ona ancak Hz. Musa’nın ejdere dönüşen asasını benzer olarak görür:

“Hâmem ol mu‘ciz-tırâz-ı sad-hezârân pîşedir
Ki nazîr olmaz ana illâ Kelîm’in ejderi” (K.14/45)

(Benim kalemim, kendisinde yüz binlerce sanatsal maharet ve hüner barındırıp mucizeler dokuyan öyle eşsiz bir varlıktır ki; bu yeryüzünde onun gücüne ve yarattığı etkiye Hz. Musa'nın o ejderhaya dönüşen asasından başka hiçbir şey benzer olamaz.)

Hz. Musa'nın asası, Firavun'un büyücülerinin sahte illüzyonlarını tek bir hamlede yutarak hakkı batıldan ayırmış ve insanlığı cehaletten kurtarmıştı. Nef'î, yaptığı telmihle "Bugün İmran oğlu Musa ve onun fiziksel asası yeryüzünde yoktur. Ancak o asanın üstlendiği yüce vazife, yani sahtelikleri yok etme, hakikati parlatma ve insan ruhunu hayretler içinde bırakma vazifesi yok olmamıştır. Bugün o asanın hizmetini yerine getiren benim bu kamış kalemimdir." demek isteyerek şairlik kudretinin yüceliğine dikkat çeker:

"Ben o şâ'ir-i sihr-âferîn ki hâmem eder
Edâ-yı hizmet-i çûp-ı Kelîm-i İmrânı" (K.30/51)

(Ben, sözleriyle ve dehasıyla adeta büyü yaratan öyle muazzam bir şairim ki; benim yazı yazan şu kamış kalemim, İmran oğlu Hz. Musa'nın o mucizeler gösteren ulu asasının görevini ve hizmetini yerine getirmektedir.)

Nef'î'ye göre edebiyat dünyası, şairlerin hünerleriyle birbiriyle yarıştığı bir "sihir meydanıdır". Onun şiir kalemi, bu meydanda sıradan bir neferi değil, ordunun onuru ve zafer nişanesi olan en yüksek sancağıdır. Kalem dik durdukça, Nef'î'nin edebi ordusu mağlup olmayacaktır. Şairin kalemi aynı zamanda mana âleminin Musa'sının elindeki asadır ve piyasadaki tüm yeteneksiz ve taklitçi şairlerin şiirlerini tek hamlede yutarak onları hükümsüz bırakır:

"Geh kalb-i saf-ı ma'reke-i sihre 'alemdir
Geh dest-i Kelîmullâh-ı ma'nâya 'asâdır" (K.33/47)

(Benim yazı yazan şu kamış kalemim, kimi zaman sözlerin ve imgelerin büyüleyicilik savaşı verdiği o edebi meydanın tam merkezindeki sancaktır; kimi zaman ise anlam dünyasının Hz. Musa'sının elindeki mucizevi asadır.)

Nef'î, kasidede ulaştığı başarıyı göstermek için kendisini Doğu kaside şiirinin mutlak sultanı kabul edilen Enverî ile bir tutar. Bu edebi makama ulaştıktan sonra, yazı yazan elinin ve ürettiği şiirlerin Hz. Musa'nın sahip olduğu yed-i beyza gibi mucizeye dönüşmesi kaçınılmazdır:

"Ben Enveri-i devr-i zamânım n'ola olsam
Mûsa gibi sâhib yed-i beyza-yı zamâne" (K.41/32)

(Ben bu içinde yaşadığımız çağın Enverî'siyim. Durum böyleyken, tıpkı Hz. Musa gibi elimi koynumdan çıkarıp bu zamanın göz kamaştıran o beyaz nur mucizesine sahip olsam buna şaşılır mı?)

Fahriye ve mübalağada sınır tanımayan Nef'î'nin aşağıdaki beyti de böyle bir beyittir. Kendini vahyin sınırlarını zorlayan bir sihirbaz olarak gören şair, Hz. Musa'nın kendi döneminde yaşayıp eserlerini görmesi hâlinde kelamının büyüleyici etkisiyle (sihir) baş edebilmek için oturup önceden maddeler tasarlayacağı, planlar yapacağı görüşündedir:

"Benim ol sâhir-i vahy-âzmâ ki görse âsârım
Olurdu sihr için Mûsâ'da tertîb-i mevâdd üzre" (K.43/41)

(Ben, vahyi sınayacak/deneyecek kadar güçlü bir kelam büyücüsüyüm ki, eğer Hz. Musa benim edebi eserlerimi ve şiirlerimi görseydi; (büyücülere karşı) büyü yapmak için önceden hazırlık yapma ve malzeme toplama ihtiyacı hissederdi.)

3.5. Hz. Süleyman

Hz. Süleyman, Davut Peygamberin oğlu olup İsrailoğullarına gönderilmiştir. Hükümdar bir peygamber olan Hz. Süleyman, yeryüzünde pek az insana ve peygambere nasip olan olağanüstü bir güce ve saltanata sahip olmuştur. Hayvanların dilini bilmesi, rüzgârın gücünden yararlanarak uzak mesafeleri az zamanda katetmesi, insanlara olduğu kadar cinlere de hükmetmesi gibi mucizeleriyle kendine has özellikleri vardır. Klasik Türk şiirinde Süleyman kelimesi güç, kuvvet, eşsiz bir saltanata sahip olma, insanlara, hayvanlara, cinlere ve devlere hükmetme, rüzgâra emirler vererek onu istediği gibi kullanma, kuşların diline vakıf olma mucizelerini çağrıştırmakla birlikte tahtının özellikleri, bir hükümdarlık alameti olan yüzük şeklindeki mührünün nitelikleri, bu yüzüğün bir dev tarafından kaçırılması ve devin bu sayede Süleyman'ın yerine geçmesi, Süleyman'ın ise bir balıkçının yanında çalışması vb. ona atfedilen birçok efsanevî yöne de işaret eder (Tökel, 2000: 300).

Nef'î, bir beytinde Hz. Süleyman'ın mucizevi mührüne telmihte bulunarak şairlik kabiliyetinin nelere kadir olduğunu göstermek ister. Şair âdeta "Padişahlar dünyayı yönetmek için mühürlere, fermanlara ihtiyaç duyarlar. Oysa benim şairlik kabiliyetimin tüm cihanı büyülemesi için dünyevi bir mühre ya da güce ihtiyacı yoktur. Çünkü benim sahip olduğum Süleyman gibi kudretli ve kuvvetli olan hayal dünyası o kadar sınırsız ve büyüleyicidir ki, ben o âlemin zaten mutlak hükümdarıyım" diyerek sanatsal maharetini ortaya koyar:

"'Âlemi teshîr için hâtem ne lâzım tab'ıma
Ben Süleymân-ı hayâlim neyleyim engüşteri" (K.14/59)

(Bu dünyayı büyüleyip kendime boyun eğdirmek için benim şairlik kabiliyetimin mührü/yüzüğü olmasına ne gerek var? Ben zaten hayal ve düşünce dünyasının Süleyman'ıyım; parmağa takılacak maddi bir yüzüğü ne yapayım?)

3.6. Hz. Yusuf

Kur'an'da, "ahsenü'l-kasas" (kıssaların en güzeli) denen kıssası bir bütün şeklinde anlatılan Hz. Yusuf, Yakup Peygamberin güzelliği ile dillere destan olan oğludur. Güzellikte eşi benzeri bulunmadığı, akıl ve zekâda üstün olduğu, yüzünün nur gibi parladığı söylenen Hz. Yusuf'tan bahsedilirken üvey kardeşleri tarafından zulme uğraması, bir kuyuda ölüme terk edilmesi, bir kervan tarafından köle olarak Mısır'a götürülmesi, şehrin azizi tarafından satın alınması, azizin eşi Züleyha'nın ona âşık olması, iftira ile zindana atılması, kendine Allah tarafından rüya tabiri ilminin verilmesi, hükümdarın gördüğü rüyayı tabir ederek zindandan kurtulması, hükümdarın onu maliye bakanı yapması, Züleyha ile evlenmesi gibi hadiselere yer verilir (Yılmaz, 2024: 983).

Klasik Türk şiirinde Hz. Yusuf, gördüğü rüya, rüya yorumlama yeteneği, kardeşleri tarafından kuyuya atılması, gömleğine bir hayvanın kanının bulaştırılması, Züleyha tarafından gömleğinin yırtılması, zindana atılması, Hz. Yakup'un gözlerinin Hz. Yusuf'un gönderdiği gömlek sayesinde açılması hadiseleri beyitlerde sıkça yer alır. Eşsiz güzelliğiyle sevgili kimi zaman Yusuf'a benzetilir; hatta sevgili Yusuf-ı Sânî olarak kabul edilir. Edebiyatımızın önemli ilham kaynaklarından biri olan Yusuf kıssası, içeriğiyle, şahıs kadrosuyla ve mekân unsuruyla şiirimizin her zaman başvurulan telmih, teşbih ve mecaz malzemeleri arasında yerini alır. Şairler, şiirlerinin güzellik ve kıymetini belirtirken bu benzetmeden yararlanırlar (Tökel, 2000: 312; Kaya, 2012: 169).

Nef'î, dillere destan bir şiir güzelliğine sahip olmasını Hz. Yusuf'un kuyuya atılması ve oradan Mısır'da güzelliğiyle herkesin dikkatini çekmesi hadisesi üzerinden anlatır. İçi siyah mürekkeple dolu hokkasını, Yusuf'un atıldığı karanlık kuyuya benzeten şair, hokkasından çıkan taze ve yeni şiirleri Yusuf'un güzelliğine teşbih eder. Bu şiirler o kadar büyüleyicidir ki, âdeta Yusuf'un güzelliği karşısında ellerini kesen Mısırlı kadınların kıskançlıklarını bile estetik gücüyle yatıştırır:

"Çeh-i Ken'ân-ı şebistân-ı devâtımdır ki Yûsuf'tan
Alır kîn-i zenân-ı Mısr'ı seyr-i hüsn-i ebkârı" (K.13/56)

(Benim mürekkep hokkamın içi Hz. Yusuf'un içine atıldığı o karanlık Kenan kuyusu gibidir. Fakat o karanlık kuyudan öyle bakir, taze ve kusursuz güzel şiirler/imgeler çıkar ki, onları seyretmek, vaktinde Mısırlı kadınların Hz. Yusuf'a karşı duyduğu o kıskançlık öfkesini bile unutturur.)

Nef'î, kendi yazdığı şiirleri doğrudan "Yusuf" ilan eder. Üstelik bu güzellik durağan değildir; "gittikçe güzellenmededir", yani şair zaman geçtikçe sanatında daha da yetkinleşmekte, şiirinin estetik dehası her geçen gün daha göz kamaştırıcı hâle gelmektedir. Şair, kendi çağındaki edebiyat çevrelerini, şiir meraklılarını ve hatta rakiplerini ise "zamanın Züleyha'sı" olarak konumlandırır:

"Gittikçe güzellenmededir Yûsuf-ı nazmım
Artarsa n'ola derd-i Züleyhâ-yı zamâne" (K.41/27)

(Benim şiirimin o Yusuf gibi olan güzelliği gün geçtikçe daha da artmakta, parıldamaktadır. Bu durum karşısında, içinde yaşadığım şu çağın kıskanç hasetçilerinin (Züleyha gibi) çektikleri sancı, öfke ve keder artarsa buna şaşılır mı?)

Şair, bir başka beytinde ise şairlik kabiliyetini Hz. Yusuf'a benzetir. İnsanların gözünde çok yüce, ulaşılamaz olan o "yüksek gökyüzü" aslında şairin dehası karşısında kubbe şeklindeki yapısı nedeniyle aslında "ser-nigûn" (baş aşağı dönmüş) bir kâse ya da kuyu gibidir. Nef'î'nin Yusuf gibi güzel ve erişilmez kabiliyeti yanında gökyüzü bile ters dönmüş vaziyettedir:

"Yûsuf-ı tab'ımın sipihr-i bülend
Ser-nigûn teng ü tîre çâhıdır" (KK.1/8)

(O ulaşılamaz derecede yüksek sandığımız koca gökyüzü, benim o Hz. Yusuf kadar kusursuz ve eşsiz olan şairlik dehamın içine hapsedildiği; baş aşağı dönmüş, dar ve kapkaranlık bir kuyudan ibarettir.)

4. SONUÇ

Peygamber kıssalarının Nef'î Divanı'nda şairin poetikasının ifadesindeki rolü bağlamında yapılan bu araştırmada, konu ile ilgili olarak "Hz. İbrahim (1 beyitte), Hz. İsa (15 beyitte), Hz. Muhammed (2 beyitte), Hz. Musa (13 beyitte), Hz. Süleyman (1 beyitte) ve Hz. Yusuf (3 beyitte)" peygamberlerin kıssa ve mucizelerine yer verildiği görülmüştür. Konuyu örneklendiren beyit sayısı yaklaşık 32 olup bunların 28'si kaside, 3'ü gazel, 1'i de kıt'a-i kebire içerisinde yer almaktadır. Bu beyitlerin 3'ünde Hz. İsa ve Hz. Musa müşterek olarak yer almıştır. Kaside beyitlerinin hemen hepsi fahriye bölümlerindedir.

Nef'î, kaba, estetikten uzak unsurların bile kendi elinde sanat eserine dönüştüğü, gönlündeki aşk ateşinin bir gül bahçesi hâline geldiğini vurgularken Hz. İbrahim'in putları baltayla kırması ve atıldığı ateşin gül bahçesine dönüşmesi mucizelerine; şiirleriyle cansız ceset gibi duran kelimelere hayat verdiğini, donmuş zihinleri canlandırdığını, şiir dünyasına ilham meleklerinin uğraması sebebiyle içinin derin ve yüce anlamlarla dolu bir âlem olduğunu, şiirlerinin, canlı, çekici, nazik ve zarif olduğunu, ilahi ilham ve feyzin kendinde ezelden olması

hasebiyle bu vasıfların şiirlerinde de saklı olduğunu, kendisinin diğer insanlara feyizler ulaştırdığı hâlde diğer şairlerin insanları cahilleştirdiğini, hakiki şiirin kıymetini sözünü mucizevi bir şekilde söyleyenlerin bilebileceğini, şiir yazmaya başladığında sözlerin canlandığını, onun şiirlerini okuyan dert ehlinin gönüllerine canlılık ve zindelik kazandırdığını, şiirlerinin yücelik ve değerde göksel bir boyut kazandığına ancak orada bulunan birinin şahitlik edebileceğini anlatırken Hz. İsa'nın ölüleri diriltmesi, kundakta iken konuşması, gök katına kaldırılması ve çamurdan yapılmış kuş şekline üfleyip onu canlandırması" mucizelerine; ahir zaman ümmetinin yüz akı olacak düzeyde bir şair olduğunu ifade ederken Hz. Muhammed'e (sav) naat yazması arasındaki ilişkiye; İlahi vahiylerin düşünce dünyasına yansıması hasebiyle şiir yazarken bu vahiylerin derin hakikatlerini ortaya çıkartabildiğine, olağanüstü bir şiir yazma yeteneğinin olduğunu ancak bunu takdir edebilecek kimsenin bulunmadığına, şiirlerinin mucizevi bir etkiye sahip olduğuna ve onlar sayesinde sihir gibi görünen sahte şairleri ve onların şiirlerini hükümsüz bıraktığına, kaleminden dökülen şiirlerin kudretiyle insanların ruhlarını beslediğine, şairlik kudretinin binlerce maharet ve hüner barındırdığına, ilahi feyzin bir ateş gibi gönlünde parıldadığına ve bu sebeple şiirlerinde Hak sırlarının var olduğuna işaret ederken Hz. Musa'nın Tûr Dağı'nda ilahi kelama mazhar olması ve orada kutsal ateşi görmesi, Firavun'un huzurunda asasıyla sihirbazların sihirlerini yok etmesi ve beyaz el mucizelerine; yazdığı dillere destan güzellikteki şiirlerinin hasetçiler tarafından kıskanıldığını, temiz, lekesiz ve kusursuz bir şairlik kabiliyetine sahip olduğunu söylerken Hz. Yusuf'un kuyuya atılması ve sonrasında Mısır'a sultan olması, Züleyha ile olan ilişkisi kıssalarına; kabiliyeti sayesinde mühre gerek kalmadan hayal ve düşünce dünyasının padişahı olduğunu söylerken Hz. Süleyman'ın olağanüstü özellikteki mührüne telmihte bulunur.

Nef'î, peygamber kıssaları ve mucizeleri üzerinden kendi poetik düşünce ve özelliklerini anlatırken oldukça etkili ve estetik bir ifade tarzı yakalamıştır.

KAYNAKLAR

Akkuş, Metin (2018). *Nefi Dîvânı*. https://ekitap.ktb.gov.tr/Eklenti/57741,nefi-divanipdf.pdf?0. Erişim Tarihi: 15.08.2026.

Harman, Ömer Faruk (2000). "İbrâhim". *TDV İslam Ansiklopedisi*. C.21, 266-272. İstanbul: TDV Yayınları.

Harman, Ömer Faruk (2000). "Îsâ". *TDV İslam Ansiklopedisi*. C.22, 465-472. İstanbul: TDV Yayınları.

Kaya, B. Ali. (2012). "Necâtî Bey'in Şiir Anlayışı". *Türk Kültürü İncelemeleri Dergisi*. 27, 143-218.

Koçin, Abdulhakim (2009). "Divan Şiirinde Hz. İsa". *Sakarya Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi*, 19, 69-104.

Okumuş, Ömer ve Kalkışım, M. Muhsin (2008). "Klasik Türk Şiirinde Hazret-i Îsâ Kavramı". *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi/The Journal of International Social Research*. Volume 1/5, p.534-546.

Öztürk, Gülcan (2016). "Nef'i Divanı'ndaki Mitolojik ve Efsanevi Şahıslar". *Yüksek Lisans Tezi*. Gaziantep: Gaziantep Üniversitesi SBE.

Pala, İskender (1995). *Ansiklopedik Divan Şiiri Sözlüğü*. Ankara: Akçağ Yayınları.

Tökel, Dursun Ali. (2000). *Divan Şiirinde Mitolojik Unsurlar*. Ankara: Akçağ Yayınları.

Uçar, Melike (2006). "Klasik Türk Şiirinde Peygamberler". *Yüksek Lisans Tezi*. Kahramanmaraş: Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi SBE.

Uzun, Adnan (2016). "Divan Şiirinde Hz. Musa". *Tarih Kültür ve Sanat Araştırmaları Dergisi*. 5, 64-74.

Uzun, Mustafa İsmet (2000). "İbrâhim". *TDV İslam Ansiklopedisi*. C.21, 272-273. İstanbul: TDV Yayınları.

Yavuz, Yusuf Şevki (2007). "Peygamber". *TDV İslam Ansiklopedisi*. C.34, 257-262. İstanbul: TDV Yayınları.

Yeniterzi, Emine (1993). *Divan Şiirinde Na't*. Ankara: TDV Yayınları.

Yılmaz, Ayşe (2024). "Klasik Türk Şiirinde Peygamberler ile Âşık Arasındaki Anlam Derinlikleri". *Divan Edebiyatı Araştırmaları Dergisi*. 32, 959-1001.

ÇOCUK EDEBİYATINDA ŞİİRSEL DÜŞÜNCENİN GÜCÜYLE ESTETİK-AHLAKİ EĞİTİMİ ŞEKİLLENDİREN GÖRÜNTÜLER DÜNYASI

Doçent Doktor, AYGUN AHMADOVA
Azerbaycan Devlet Pedaqoji Universitesi, Edebiyat öğretim teknolojisi bölümü
(ahmadovaa708@gmail.com) ORCID: 0000-0002-2464-2513

Özet

Zahid Halil'in çocuk edebiyatına getirdiği yenilikler, günümüz Azerbaycan edebiyatının bir özelliğidir. Altmışlı yılların edebiyat akımının bir mezunu olan Z. Halil, çok yönlülüğü, özgün üslubu ve yüksek sanat anlayışıyla milli çocuk edebiyatımızın tarihinde özel bir sayfadır. Zahid Halil ayrıca çocuk edebiyatının incelenmesine ve tanıtımına da büyük katkılarda bulunmuştur. Bugün, çocuk edebiyatımızın özgün temsilcilerinden biri olan Zahid Halil, esas olarak şair olarak tanınmaktadır. Belki de bunun başka bir nedeni vardır. Zahid Halil, düzyazıyı bir şair gibi yazmaktadır. Rus şair, yazar ve çevirmen Yuri Kuşak şöyle yazmıştır: "Zahid Halil, çocuk edebiyatımızın en iyi savunucusu, çocuk edebiyatında seçkin bir uzmandır." “Zahid Halil’in şiirleri ve masalları muhtemelen tüm çocuklara tanıdık geliyor. Zahid Halil’in kitaplarını neden bu kadar çok seviyorsunuz? Kimileri şöyle cevap veriyor: Şiirleri iyimser! Kimileri şöyle diyor: Şiirleri nazik! Bazen de şöyle diyorlar: Zahid Halil’in kitapları ilgi çekici ve zekice. Şairin okuyucularına çok yakın olduğu anlaşılıyor. Bu yüzden çocuklar onu seviyor ve bu yüzden şaire minnettarlar.” Zahid Halil, yarım yüzyılı aşkın bir süredir Azerbaycan çocuk edebiyatı alanında çeşitli türlerde birçok sanat eseri yaratmış ve bu alandaki bilimsel çalışmaları da oldukça verimli olmuştur.

Zahid Halil, sanat çalışmalarına Sovyet döneminde başlamış olsa da, dönemin önde gelen akımlarını - devlet politikası ve sosyalist gerçekçiliği - desteklemeye değil, genç okuyucuları için ilgi çekici ve eğitici konulara odaklanmıştır. Bununla birlikte, düzyazı eserlerinde de siyasi ve sosyal içerikli masallar bulunmaktadır ve bu masallarda “Altmışlar”ın sosyo-kültürel hareketinin etkisi açıkça görülmektedir. Yazarın "Kuyunun Dibindeki Adam", "Para Şehrinin İnsanları", "Bağırmak İsteyen Adam", "Yırtıcılar Ülkesinin İnsanları" gibi öykülerinde, dönemin güncel sorunları, alegorik ve fantastik betimleme yöntemleri kullanılarak bilinçaltı anlamlarla ele alınmıştır. Zahid Halil, çocuk edebiyatı sınırları içinde masal türünün yapısal ve şiirsel olanaklarından yararlanarak, eserlerinin birçoğunda ciddi siyasi ve sosyal konulara değinmiştir. Büyük ölçekli öyküleri, fikir içeriği kapasitesi, olay örgüsünün bütünlüğü ve imgelerin çeşitliliğiyle de okunabilir ve çekicidir. Zahid Halil'in

masallarının gücü, sınırsız hayal gücünde yatmaktadır. Bu fanteziler, çocukların hayal gücünü ve yaratıcı düşünme yeteneğini geliştiren güzel sanat örnekleridir.

Anahtar kelimeler: güzel sanat, çocuk edebiyatı, manevi zenginlik, edebiyat eleştirisi

THE WORLD OF IMAGES THAT FORM AESTHETIC-MORAL EDUCATION WITH THE POWER OF POETIC THOUGHT IN CHILDREN'S LITERATURE

Abstract

The innovations that Zahid Khalil brought to children's literature are a defining characteristic of contemporary Azerbaijani literature. A product of the literary movement of the sixties, Z. Khalil holds a special place in the history of our national children's literature with his versatility, original style, and high artistic sensibility. Zahid Khalil also made significant contributions to the study and promotion of children's literature. Today, Zahid Khalil, one of the original representatives of our children's literature, is primarily known as a poet. Perhaps there is another reason for this. Zahid Khalil writes prose like a poet. The Russian poet, writer, and translator Yuri Kushak wrote: "Zahid Khalil is the best advocate of our children's literature, a distinguished expert in children's literature." “Zahid Khalil’s poems and fairy tales are probably familiar to all children. Why do you love Zahid Khalil’s books so much? Some answer: His poems are optimistic! Others say: His poems are gentle! Sometimes they say: Zahid Khalil’s books are engaging and clever. It seems the poet is very close to his readers. That’s why children love him and are grateful to him.” For over half a century, Zahid Khalil has created many works of art in various genres in the field of Azerbaijani children’s literature, and his scholarly work in this field has also been quite fruitful. Although Zahid Khalil began his artistic work during the Soviet era, he focused not on supporting the leading trends of the time – state policy and socialist realism – but on engaging and educational topics for young readers. However, his prose works also contain fairy tales with political and social content, and the influence of the socio-cultural movement of the “Sixties” is clearly visible in these tales. In the author's stories such as "The Man at the Bottom of the Well," "The People of the City of Money," "The Man Who Wanted to Shout," and "The People of the Land of Predators," contemporary issues of the time are addressed through allegorical and fantastical methods of description, revealing subconscious meanings. Zahid Halil, within the boundaries of children's literature, utilizes the structural and poetic possibilities of the fairy tale genre, touching upon serious political and social issues in many of his works. His large-scale stories are also readable and engaging due to their capacity for intellectual content, the integrity of their plot, and the variety of

their imagery. The power of Zahid Halil's fairy tales lies in their boundless imagination. These fantasies are fine examples of art that develop children's imagination and creative thinking abilities.

Keywords: fine arts, children's literature, spiritual enrichment, literary criticism

UŞAQ ƏDƏBİYYATINDA POETİK TƏFƏKKÜRÜN GÜCÜ İLƏ ESTETİK-MƏNƏVİ TƏRBİYƏNİ FORMALAŞDIRAN OBRAZLAR DÜNYASI

Giriş-Zahid Xəlilin uşaq ədəbiyyatına gətirdiyi yeniliklər bugünkü Azərbaycan ədəbiyyatına xas olan bir xüsusiyyətdir. Altmışıncılar ədəbi cərəyanının yetirmələrindən olan Z.Xəlil yaradıcılığı çoxcəhətliyi, orijinal üslubu və yüksək sənətkarlığı ilə milli uşaq ədəbiyyatı tariximizdə xüsusi səhifədir. Zahid Xəlilin uşaq ədəbiyyatının tədqiqində və təbliğində də böyük xidmətləri vardır. Bu gün uşaq nəsrimizin orijinal nümayəndələrindən biri olan Zahid Xəlil əsasən şair kimi tanınır. Bəlkə bunun başqa səbəbi də var. Zahid Xəlil nəsri şair kimi yazır. Rus şairi, yazıçısı, tərcüməçi Yuri Kuşak yazırdı-Zahid Xəlil uşaq ədəbiyyatımızın ən yaxşı təbliğatçısı, görkəmli uşaq ədəbiyyatı mütəxəssisidir. "Zahid Xəlilin şeirləri və nağılları yəqin ki, bütün uşaqlara tanışdır. Nə üçün Zahid Xəlilin kitabçalarını belə çox sevirsiniz? Bəziləri belə cavab verir: Onun şeirləri nikbindir! Digərləri isə deyir: Onun şeirləri xeyirxahdır! Bəzən də belə deyirlər: Zahid Xəlilin kitabçaları maraqlı və ağıllıdır. Görünür ki, şair öz oxucularına çox yaxındır. Odur ki, uşaqlar onu sevirlər və bunun üçün şairə minnətdardırlar". Zahid Xəlil Azərbaycan uşaq ədəbiyyatı sahəsində yarım əsrdən artıq müxtəlif janrlı xeyli bədii əsərlər yaratmaqla yanaşı həm də bu sahədə elmi yaradıcılığı da xeyli məhsuldar olmuşdur. Zahid Xəlil bədii yaradıcılığa sovet dönəmində başlamasına baxmayaraq dövrün aparıcı tendensiyası-dövlət siyasəti, sosialist realizmi yönümlü ideyaların təbliğinə deyil, daha çox azyaşlı oxucuları üçün maraqlı və tərbiyəvi əhəmiyyəti olan mövzulara müraciət etmişdir. Ancaq onun nəsr yaradıcılığında siyasi-ictimai məzmunlu nağıl-hekayələr də mövcuddur ki, onlarda məhz "Altmışıncılar" ictimai-mədəni hərəkatının təsiri aydın müşahidə olunur. Yazıçının "Quyunun dibindəki adam", "Pul şəhərinin adamları", "Bağırmaq istəyən adam", "Yeyimcillər ölkəsinin adamları" və s. hekayələrində alleqorik, fantastik təsvir vasitələrindən istifadə ilə sətiraltı mənalarla zamanın aktual problemləri hədəf alınmışdır.

Yazıçının nəsr sahəsində yaradıcılığı. "Məktəb yaşına gədər uşaqlarda fantaziya qabiliyyətini inkişaf etdirməyə fikir verməklə bəradər onları əhatə edən ictimai siyasi təbiət haqqında yaş səviyyələrinə uyğun məlumat verməyə də böyük diqqət yetirmək lazımdır". Nağıl janrında yazılan "Yalandan yaranmış adam" hekayəsində "yalandan yaranmış adamlar ölkəsindən" bəhs olunur. Təsvir edilən əhvalatların mövcud ictimai quruluşla bağlılığı sosialist sisteminin siyasətindəki yalan dekorasiyasına diqqət çəkirdi. Sovet dövlətinin

vədləri və gerçəklikdəki reallıqlarını yazıçı xarakter cizgilərlə sətirlər arasında açıq-aydın nəzərə çarpdırırdı. Bu ölkədə yalan insanların şüuruna elə yeridilmişdi ki, onlar yalan torunda özlərini daha rahat hiss edirdilər: "...Siz görəydiniz ki, yalandan yaranmış adamlar necə yalandan əl çalıb qışqırırdılar... hamı bir-birini qucaqlayıb padşahlarının nə qədər ağıllı olduğunu yalandan tərifləməyə başladılar... Yalandan yaranmış adamların radiosu xəbər verirdi ki, küçədəki kranlardan süd axır, ... qaymaq axır". Yazıçı xüsusi vurğulayırdı ki, deyilən bütün yalanları hamı həqiqət kimi qəbul edir, yalana uyğun davranırdılar: "Biz dünyanın ən xoşbəxt adamlarıyıq!" şüarını hamı təsdiq edirdi. Nağıl təhkiyəsi ilə təsvir olunan bu manqurtlaşmış insan kütləsinin sosial durumundakı ağır vəziyyət sənətkarlıqla ifşa edilirdi.

"Pul şəhərinin əhvalatları" hekayəsində sovet dönəminin pul vahidləri olan şahı (5 qəpik), abbası (20 qəpik) sözlərindən istifadə ilə özünə Abbası ləqəbini götürən hökmdarın həyata keçirdiyi "ədalətli işləri"ndən danışılır. Əvvəlcə bütün qohum-əqrəbası-ikiqəpiklilər və üçqəpiklilər "saraya işləməyə dəvət olunurlar". Sonra qohumlar canfəşanlıqla fəaliyyətə başlayıb, şaha xoş gəlsin deyə bazarda "şahı qızıldan bahadır" şüarı ilə qiymətləri dəyişdirirlər. "Balın kilosu bir şahı, suyun stəkanı beş qızıl" olan ölkədə mənəvi dəyərlər də zərbəyə məruz qalır. Yazıçı göstərir ki, bu meyarın tətbiqindən sonra əhaliyə məlum olur ki, danışıqlara qulaq asılır və narazılıq edənləri-"səhv danışanları" ağır cəza təqib edir. Adamlar su almağa başlayırlar ki, ağızlarına su alsınlar və bir-biri ilə danışmasınlar. Hekayədə 1937-ci ildə sovet hökumətinin həyata keçirdiyi repressiya hadisələrindən sonra insanların məruz qaldıqları psixi-mənəvi sarsıntılara açıq işarələr vardır. Belə nəticə çıxırdı ki, idarə edən başçının, yaxud dövlət qurumunun, cəmiyyətin mənəvi-əxlaqi yönümünə, sosial durumuna mühüm təsiri olmuşdur. Zahid Xəlil uşaq ədəbiyyatı hüdudlarında nağıl janrının struktur-poetik imkanlarından faydalanaraq yaratdığı bir sıra əsərlərində ciddi siyasi-ictimai məsələlərə toxunmuşdur. Onun geniş həcmli povestləri də ideya-məzmun tutumu, süjet xəttinin dolğunluğu və obrazların rəngarəngliyi ilə oxunaqlı və cəlbedicidir. Zahid Xəlilin nağıllarının gücü onun hüdudsuz fantaziyasındadır. Bu fantaziyalar uşaqların təxəllüyünü, yaradıcı düşüncəsini inkişaf etdirən gözəl sənət nümunələridir.

Görkəmli ədəbiyyatşünas alim Məmməd Cəfər yazırdı: "Həqiqi, istedadlı uşaq yazıçısı həm müəllim, həm də tərbiyəçidir. O, bilavasitə məktəbdə təlim-tərbiyə işində olmasa da əsərləri ilə həmişə ailədə, bağçada, məktəbdə tərbiyəçidir. Bu keyfiyyətlərə malik olmayan yazıçı həqiqi uşaq yazıçısı sayıla bilməz". Zahid Xəlil hələ məktəbdə oxuyarkən sağlığında ikən ədəbi məktəb yaratmış Xalq şairi Səməd Vurğunun təsirilə gənclik duyğu-düşüncələrini, vətənin təbiətini, zəhmət adamlarını tərənnüm edirdi. Bakıya gəlib, ali təhsil aldığı illərdə özünün bəyənib -seçdiyi şeirlərini toplayıb, çap olunmaq məqsədilə "Gənclik" nəşriyyatına təqdim edir. Şöbə

müdiri şair İlyas Tapdığı bu gənc yazarın üslubundakı mülayim, səmimi intonasiya, bədii dilindəki xalq danışıq tərzinə xas emosional ifadəlilik cəlb edir və ona uşaqlar üçün yazmağı məsləhət bilir. Görünür, hələ axtarışda olan istedadın öz yaradıcılıq yönümünü aydınlatmasına bu tövsiyənin mühüm təsiri olur. 1969-cu ildə nəşr olunan ilk kitabı "Uçan çıraqlar" ilə ədəbiyyatımıza lirik xarakteri və bədii baxışına, duyumuna görə maraqlı bir uşaq şairinin gəlişi dərhal diqqət cəlb edir. Kitab haqqında mərkəzi mətbuatda məqalələr dərc edilir və Yevlaxın Mədəniyyət sarayında ictimaiyyətin iştirakı ilə geniş təqdimatı keçirilir. "Uçan çıraqlar" adı artıq kitabın içindəkilərə açar salıb, azyaşlı oxucusunda ifadənin mənasına maraq oyadırdı. Eyni başlıqlı şeirdə bunun "Otların yaraşığı, Ağacların bəzəyi" atəşböcəyi olduğu xoş bir hissiyyatla təqdim edilir və "Çəmənlərə, çöllərə işıq salan" bu balaca böcəyin tərənnümü təsəvvürdə "meşələri, düzləri" canlandırmaqla geniş tutumlu poetik panoram yaradır. "Qırxbuğum", "Göbələk", "Gicitkan", "Qarışqalar" şeirlərində də gənc istedadın uşaqlıqdan doğma təbiətlə sıx ünsiyyətinin güclü təsiri həm ideya-məzmunda, həm də poetik strukturda özünü büruzə verirdi. Adi bir otu, çiçəyi, cücünü, quşu bədii obraza çevirərkən ona xas xüsusiyyətləri sadə detallarla nəzərə çarpdırıb azyaşlı oxucu tərəfindən tanınmasına kömək edir, həm də zəngin təbiət xalısında onun da öz yeri olan gərəkli bir ilmə olduğunu vurğulayırdı. İlk kitabı "Uçan çıraqlar"dakı şeirlərin ideya-mövzusu Zahid Xəlilin bütün yaradıcılığı üçün sanki proqram qismində oldu. Sonralar çap etdirdiyi "Mən rəngləri tanıyıram" (1972), "Göydən üç alma düşdü" (1974), "Quşlar, quşlar" (1977), "Torağaylar oxuyur" (1979), "Ağ leyləklər" (2016) və s. şeir kitablarında da əsas məqsədi Vətənin zəngin flora və faunasını öz balaca oxucularına tanıtmaq, ona qarşı doğmalıq hissləri aşılamaq və onu sevdirmək olmuşdur. Ümumiyyətlə, şair uşaq fikri-hissi aləminə həssaslıqla onların maraq və qayğılarını duyur, hər yaşda olan balacaların həyatından səciyyəvi lövhələr qələmə alır. Bu şeirlərdə körpələrin şirin qığıltısı ("Oyanıram beşikdə", "Ən şirin şey"), yatanda kuklasından seçilməyən Afat ("Afatın kuklası"), "dişi mırıq, işi fırıq" olan Fərrux ("Fərruxun dişi"), səmanın mavi, günəbaxanın sarı, narın qırmızı, yarpağın yaşıl olması bilgisi ilə qürrələnən Elman ("Mən rəngləri tanıyıram") kimi könülaçan təsvirlər yetərincə yer alsa da, şairin yaradıcılığının əsas tərənnüm obyekti doğma təbiətlə qol-budaq atmış, şaxələnmişdirHəqiqətən, Zahid Xəlil bir sıra hekayələrində cansız əşyaları, heyvanları, quşları şəxsləndirib əsərlərinin qəhrəmanı etsə də, əsas məqsədi azyaşlı oxucusunda ətraf mühitə maraq oyatmaq, həmçinin müəyyən mənəvi keyfiyyəti ona təlqin etməkdir. Belə ki, bir növ," təbiətimizi öyrənək" məzmunlu şeirlərin davamı olaraq "Uçmaq istəyən çiçəklərin əhvalatı ", "Yarpaq çələngi", "Çinar əhvalatı", "Ördək balası", "Dünyanı yandırmaq istəyən atəşböcəyi", "Akvarium balığı", "Buynuz" və s. hekayələrdə cəlbedici süjetlərlə xeyli yeni məlumatlar diqqətə çatdırılır. Həm də bitkilər və heyvanların timsalında lovğalıq, acgözlük,

dəcəllik, paxıllıq, pintilik pislənir, dostluq, qayğıkeşlik, xeyirxahlıq təbliğ olunur. Yazıçının nağılvarı təhkiyə üslu bunda təsvir etdiyi hadisələr uşaq təxəyyülünü inkişaf etdirmək, onun həyata baxış dairəsini genişləndirmək, təbiətlə ünsiyyətdə fantastik düşüncənin hüdudsuzluğunu nümayiş etdirmək baxımından xeyli oxunaqlıdır. Uşaq təfəkküründə, psixi-əqli özəlliyinə dərindən bələdlik sayəsində onlar tərəfindən uydurulan yalanlar elə inandırıcı nəql olunur ki, yalnız süjetin sonunda bu fantastik hadisələrin cazibəsindən ayrılmaq olur. Uşaq dünyasına bələdlik, onların maraq və istəklərini başa düşmək duyumu Zahid Xəlil şeirlərinin mövzu rəngarəngliyinin əsasıdır. Şair uşaqlara doğma təbiəti tanıtmaqla kifayətlənmir, həm də onu qorumaq, ona qayğı ilə yanaşmaq hisslərini aşılayırdı. Eyni zamanda azyaşlılarda ətraf mühitə bədii-estetik baxışın formalaşmasına da xüsusi əhəmiyyət verirdi. Məsələn:

Sən rənglərə yaxşı bax
Gəzəndə göy çəməni.
Çinar yaşıl çadırdı,
Çəmən yaşıl səməni.

Zahid Xəlil məktəbəqədər və məktəbyaşlı uşaqlar üçün heyvanlardan bəhs edən şeirlər qələmə alanda isə onların məlumat xarakterli olmasına da xüsusi əhəmiyyət verir. Ahəngdar, axıcı misralarda oxucusuna təzə bir söz öyrətmək cəhdi ilə yazılmış şeirlərə nümunə olaraq "Dəcəl çəpiş, qumral quzu", "Buğa və bağa", "Dovşan və köpək", "Kürük, qulun, dayça, at" və s. şeirlərdə heyvanlarla bağlı bir sıra anlayışlar diqqət mərkəzinə çəkilir. Xüsusilə sonuncu şeirdə Atın doğuluşdan böyüyənədək adının dörd dəfə dəyişildiyi vurğulanır: körpə ikən "kürük" çağırılan böyüyüb, "qulun", "dayça" və nəhayət "kəhər at" olur. Zahid Xəlilin "Torağaylar oxuyur" kitabına saf, təmiz uşaq aləminin gözəlliklərindən bəhs edən şeirlər daxildir. Təbiət, onun sərvəti olan bitkilər, heyvanlar haqqında yazılmış şeirləri oxuduqca hiss edirsən ki, şair bu aləmə yaxşı bələddir. Kitabdakı şeirlər "Cəh-cəh", "Yalan-palan" və "Bunlar da ki, nağıldı" başlıqları altında verilib. Bu da təsadüfi deyil. "Cəhcəh" başlığı altında verilən şeirlərin hamısına min bir nəğməli quşların səsi-sədası hopub, bildirçinlərin, torağayların nəğməsi qarışıb.

Çöllər bahar həvəsiylə
Həzin-həzin səslənəndə,
Bir quş verdi torpağa hay.
Bunu görən başqa quşlar
Ona ad qoydu: "Torağay!"

“Kəklik”, “Bülbül”, “Qırqovul”, “Hacıleylək”, “Cüllüt” kimi şeirlərdə də quşların qəribəliklərindən danışılır. Onların hər birinin özünəməxsus hərəkətləri poetik detallarla göstərilir.

Zahid Xəlil ədəbiyyatda təbiətin müxtəlif rakurslardan işlənmiş, həm bədii obyekt, həm də poetik ifadə kimi dəfələrlə müraciət edilmiş nümunələrinə deyil, əksəriyyətlə azyaşlıların tanımadığı bitki və çiçəklərə, ağaclara diqqət yönəldir. Bu təzə otu-çiçəyi yaxşı tanıtmaq üçün məlum detallardan istifadə ilə, oxucunun anlam səviyyəsinə uyğun ifadələrlə təsəvvürdə canlandırmağa səy edirdi. Ölkəmizin zəngin quşlar və heyvanat aləmini uşaqlara müxtəlif əhvalat, təsvirlər vasitəsilə aydınlatmaq Zahid Xəlilin sənətkarlıq uğurlarındandır. O, milli poeziyada əvvəllər də işlənmiş mövzulara öz dəsti-xətti ilə yeni poetik rənglər vurur, lövhələr yaradır, uşaq nitqinə yaxın bir ahəngdarlıq gətirir. “Arı və kəpənək”, “Hörümçək və mozalan”, “Davakar sərçə” və s. şeirlərdə obrazın səciyyəsi maraqlı süjetlərlə açılırsa, “Kəklik”, “Bildirçin”, “Şanapipik”, “Hacıleylək”, “Tovuzquşu”, “Cüllüt” və s. şeirlərdə hər quşun rənginə, görünüşünə, nəğməsinə görə fərqli xüsusiyyətləri təsvirin özəyini təşkil edir.

Nəticə-Azərbaycan uşaq nəsrinin inkişafında öz yaradıcılıq axtarışları ilə seçilən Zahid Xəlil uşaq dünyasının, uşaqların xəyal aləminin bədii inikasını yaratmaq üçün poeziyanın sehrli və sirli boyalarından məharətlə istifadə etmiş, uşaqların estetikbədii zövqünü formalaşdırmaqdan ötrü bütün imkanlardan ustalıqla yararlanmışdır. Zahid Xəlil kitablarının birində balacalar haqqında belə yazır: “Balaca kibritlə böyük ocaqlar yandırmaq olar, balaca açarla iri darvazaları açmaq olar, balaca uşaq gözü ilə də bütün dünyanı görmək olar.”Balaca uşaq gözü ilə bütün dünyanı görən və Cırtdanın, Çınqının, Aygəzin, Dəmirdabanın, Ballıcanın, Şeşəbığın, Orxanın simasında dünyanın sirlərini uşağa başa salan yazıçının fantaziyası tükənməzdir. Zahid Xəlil bütün yaradıcılığı boyu kiçik açarla böyük qapılar açmağa üstünlük vermiş, dünyaya heyran uşaq gözüylə baxmış və bu yolda uğurlar qazanmışdır. Zahid Xəlilin nağıllarının gücü onun hüdudsuz fantaziyasındadır. Bu fantaziyalar uşaqların təxəllüyünü, yaradıcı düşüncəsini inkişaf etdirən gözəl sənət nümunələridir. Zahid Xəlilin poetik dünyasına etnolinqvistikanın prinsipləri baxımından yanaşdıqda aydın olur ki, onun şeirlərində dilin konativ, referent, fatik deyil, emotiv və potik funksiyaları qabarıqdır. Bu da “Qızlar şeir oxuyur sevgi yaşında” kitabındakı şeirlərin mövzu dairəsi ilə bağlıdır.

KAYNAKLAR

1.Ballıca və fındıqburun, dəmirdaban, şeşəbığ haqqında nağıllar-Bakı:Gənclik, 1981-s.248

2.Cırtdanla Azmanın yeni sərgüzəşləri:Povestlar və hekayələr-Bakı:Gənclik,1986.-340 s.

3.Çıraq nənənin nağılları-Bakı:Gənclik, 1983-232 s.

4. Quşlar quşlar : şeirlər. - Bakı : İşıq, 1977- 30 s.

5.Mavi dəniz üzərində. - Bakı : Gənclik, 1990. - 36 s.

6.Mən rəngləri tanıyıram:-kiçik yaşlı uşaqlar üçün şeirlər, yanıltmaclar və nağıllar-Bakı: Gənclik, 1972. - 98 s.

7.Odlar yurdunun paytaxtı uşaqlar üçün kiçik hekayələr.-Bakı:Gənclik,1992.-48 s.

8.Torağayqlar oxuyur : kiçik yaşlı uşaqlar üçün şeirlər. - Bakı : Gənclik, 1979. - 80 s.

9.Əsgərli Füzuli. Sənətkarın uşaq dünyası. Bakı: ADPU, 2003

BEŞKONAK (MANAVGAT) YÖRE HALKININ YABANİ ORMAN MEYVELERİNDEN FAYDALANMA DAVRANIŞLARININ BELİRLENMESİ

Dr. Öğretim Üyesi, Fatma Merve NACAKCI[1]/ Muhammet Ali DİLEK[2]

[1] Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği, mervenacakci@isparta.edu.tr, https://orcid.org/0000-0002-6908-2046

[2] Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği, malidilek@gmail.com, https://orcid.org/ 0009-0000-6653-7036

Özet

Bu çalışma, Antalya ili Manavgat ilçesine bağlı Beşkonak yöresinde yaşayan halkın yabani orman meyvelerinden faydalanma davranışlarının belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda yöre halkının yabani orman meyvelerine ilişkin bilgi ve tüketim alışkanlıkları, tercih nedenleri, kullanım amaçları, temin şekilleri ve bu ürünlere yönelik algıları değerlendirilmiştir. Araştırmanın verileri, 2025–2026 yılları arasında 42'si kadın ve 58'i erkek olmak üzere toplam 100 katılımcıya uygulanan anketlerden elde edilmiştir. Katılımcıların yabani orman meyvelerini tercih etmelerinde doğal içerikli (%85,1) ve faydalı (%82,2) olmaları öne çıkarken, tercih etmeme nedenleri arasında ürünlerin pahalı bulunması (%62,4) ve tüketim alışkanlığının bulunmaması (%58,4) dikkat çekmiştir. Katılımcıların %64,4'ü yabani orman meyvelerinin tıbbi açıdan faydalı olduğunu belirtirken, %99'u bu ürünler hakkında uzman kişiler tarafından yeterli bilgilendirme yapılmadığını ifade etmiştir. Yabani orman meyvelerinin kullanım amaçları arasında bağışıklığı güçlendirme (%96) ilk sırada yer alırken, ürünlerin temininde doğadan toplamanın (%90,1) öne çıktığı belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, Beşkonak yöresinde yabani orman meyvelerinin kullanımının yaygın olduğunu ve yöre halkının bu ürünlere yönelik geleneksel bilgi ve kullanım alışkanlıklarının devam ettiğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Etnobotanik, geleneksel kullanım, yabani orman meyveleri, tüketici tercihleri

DETERMINATION OF LOCAL PEOPLE'S UTILIZATION PRACTICES OF WILD FOREST FRUITS IN BEŞKONAK (MANAVGAT)

Abstract

This study was conducted to determine the utilization practices of wild forest fruits among local people living in the Beşkonak region of Manavgat district, Antalya, Türkiye. In this context, local people's knowledge and consumption habits regarding wild forest fruits, reasons for preference, purposes of use, methods of procurement, and perceptions of these products were evaluated. The data were collected through questionnaires administered to a total of 100 participants, including 42 women and 58 men, between 2025 and 2026. The natural content (85.1%) and perceived benefits (82.2%) of wild forest fruits were the main reasons for their preference, whereas high prices (62.4%) and lack of consumption habits (58.4%) were among the main reasons for non-preference. While 64.4% of the participants considered wild forest fruits to be medicinally beneficial, 99% stated that adequate information about these products was not provided by experts. Strengthening the immune system (96%) was the most frequently reported purpose of use, while gathering from the wild (90.1%) was the predominant method of procurement. The findings indicate that the utilization of wild forest fruits remains widespread in the Beşkonak region and that traditional knowledge and practices related to these products continue to be maintained among local people.

Keywords: Ethnobotany, traditional use, wild forest fruits, consumer preferences

1. GİRİŞ

İnsanlar, yeryüzünde var olduğu ilk dönemlerden itibaren yaşamını iyileştirmek amacıyla bitkilerden yararlanmıştır. Etnobotanik; eski ve yerel toplulukların bitkileri gıda, barınma, ilaç, giyim, avcılık ve manevi törenler gibi çeşitli amaçlarla geleneksel kullanım biçimlerini inceleyen bilim dalıdır (Abbasi vd., 2013). Bitki türlerinin geleneksel ve kültürel kullanım biçimlerinin araştırılması; günümüzde tıp, tarım ve sanayi sektörleri açısından önemli bilgiler sağlamaktadır (Pei, 1995).

Yabani yenilebilir bitkiler, geçmişten günümüze özellikle kırsal toplumların beslenmesinde ve geçim kaynaklarının çeşitlendirilmesinde önemli bir yere sahip olmuştur. Doğal alanlardan elde edilen bu bitkiler, besin çeşitliliğinin artırılmasının yanı sıra hane halkı gıda güvenliğine de katkı sağlamaktadır (FAO/WHO, 2004). Günümüzde tarımsal üretimin yaygınlaşmasına rağmen yabani bitkilerin tüketimine ilişkin geleneksel uygulamalar varlığını sürdürmekte; bu bitkilerden yararlanma biçimleri büyük ölçüde yerel ve geleneksel bilgiye dayanmaktadır (Kristensen ve Balslev, 2003; Ladio ve Lozada, 2004; Scherrer vd., 2005). Ayrıca yabani

bitkilerin beslenmedeki önemi ve sağlık açısından potansiyel yararları, dünyanın farklı bölgelerinde gerçekleştirilen çalışmalarla ortaya konulmuştur (Pardo-de-Santayana vd., 2007). Bu kapsamda yabani orman meyveleri; doğrudan tüketilmelerinin yanı sıra farklı şekillerde değerlendirilerek yerel halkın beslenme kültüründe önemli bir yer tutmakta ve geleneksel bitki kullanım bilgisinin önemli bir bileşenini oluşturmaktadır.

Yabani gıda kaynakları; mantarlar, yabani yenilebilir meyve ve sebzeler, orkideler ve tıbbi-aromatik bitkiler gibi çok çeşitli yenilebilir kaynakları kapsamaktadır. Yabani yenilebilir meyveler ise bu kaynaklar içerisinde önemli bir paya sahiptir (FAO, 2011). Besin öğeleri bakımından zengin olan yabani meyvelerin mineral, antioksidan ve vitaminler açısından önemli kaynaklar olduğu bildirilmektedir (Chalise vd., 2010; Getahun, 1974; Mahapatra ve Panda, 2009; Maroyi, 2011). Ayrıca yabani yenilebilir meyveler çeşitli biyoaktif bileşenler içermekte ve geleneksel olarak tedavi amacıyla da kullanılmaktadır (Sathyavthi vd., 2014). Meyveler genel olarak C vitamini, lif, şeker, su ve çeşitli besin öğeleri bakımından zengin kaynaklardır (Saikia, 2015).

Yabani yenilebilir meyveler, özellikle ekonomik açıdan dezavantajlı topluluklar için gıda ve gelir kaynağı oluşturabilmektedir (McGarry ve Shackleton, 2009). Bu meyvelerin yer aldığı beslenme biçimlerinin, kültüre alınmış gıdalara dayalı beslenmeye kıyasla daha fazla çeşitlilik ve besin değeri sağlayabildiği bildirilmektedir (Rasmussen vd., 2017). Bunun yanı sıra yabani yenilebilir meyveler hem normal dönemlerde hem de gıda kıtlığının yaşandığı dönemlerde gıda güvenliğine katkıda bulunabilmekte ve bu katkı kırsal alanların yanı sıra kentsel alanlarda da görülebilmektedir (Broegaard vd., 2017; Erskine vd., 2015; Clark ve Nicholas, 2013). Bu nedenle özellikle gelişmekte olan ülkelerde yabani yenilebilir meyveler beslenme ve sağlık açısından önemli doğal kaynaklar arasında değerlendirilmektedir (Sundriyal ve Sundriyal, 2001; Ojelel ve Kakudidi, 2015).

Yabani orman meyveleri, doğal olarak yetişen ve yöre halkı tarafından beslenme başta olmak üzere farklı amaçlarla değerlendirilen önemli odun dışı orman ürünlerindendir. Türkiye'nin sahip olduğu zengin bitki çeşitliliği, çok sayıda yabani yenilebilir meyve türünün doğal olarak yetişmesine olanak sağlamaktadır. Bu türlerin farklı şekillerde tüketilmesi ve geleneksel olarak sağlık amaçlı kullanılması, yabani orman meyvelerini beslenmenin yanı sıra etnobotanik açıdan da önemli hâle getirmektedir. Bu nedenle yöre halkının bu türlere ilişkin bilgi, kullanım ve tüketim alışkanlıklarının belirlenmesi, geleneksel bilginin korunması ve sürdürülebilir kullanım açısından önem taşımaktadır. Bu çalışmada, Antalya ili Manavgat ilçesine bağlı Beşkonak yöresinde yaşayan halkın yabani orman meyvelerine yönelik bilgi ve tüketim alışkanlıklarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda yöre halkının yabani orman meyvelerini bilme ve kullanma durumları, tüketim şekilleri, tercih etme ve etmeme nedenleri, kullanım amaçları, temin şekilleri ve bu ürünlere yönelik algıları değerlendirilmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

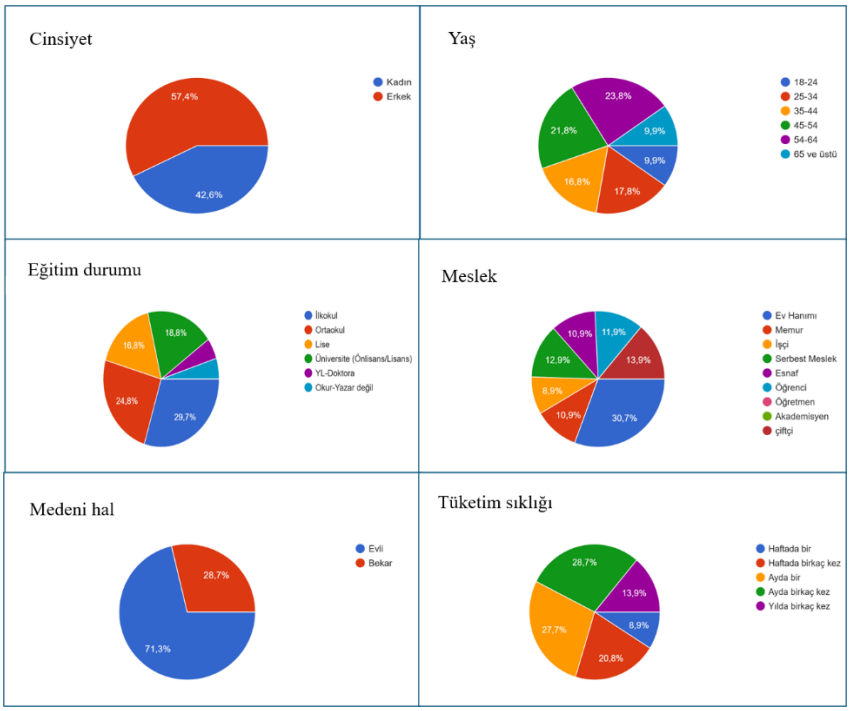
Araştırmanın ana materyalini, Beşkonak (Manavgat) yöresinde yaşayan bireylerden 2025–2026 yılları arasında anket yöntemiyle elde edilen birincil veriler oluşturmaktadır. Araştırmanın örneklem büyüklüğü Baş (2010) tarafından önerilen yöntem doğrultusunda belirlenmiş ve çalışma 42'si kadın, 58'i erkek olmak üzere toplam 100 katılımcı ile yürütülmüştür.

3. BULGULAR

Araştırma kapsamında katılımcıların sosyo-demografik özellikleri, yabani orman meyvelerini tüketme alışkanlıkları, tercih nedenleri, kullanım amaçları ve temin şekilleri ile bu ürünlere yönelik bilgi ve algıları değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, katılımcıların yabani orman meyvelerine yönelik tüketim davranışlarının ve tercihlerinin farklı değişkenler açısından çeşitlilik gösterdiğini ortaya koymuştur. Araştırma sonucunda elde edilen bulgular Çizelge 1–5'te sunulmuştur.

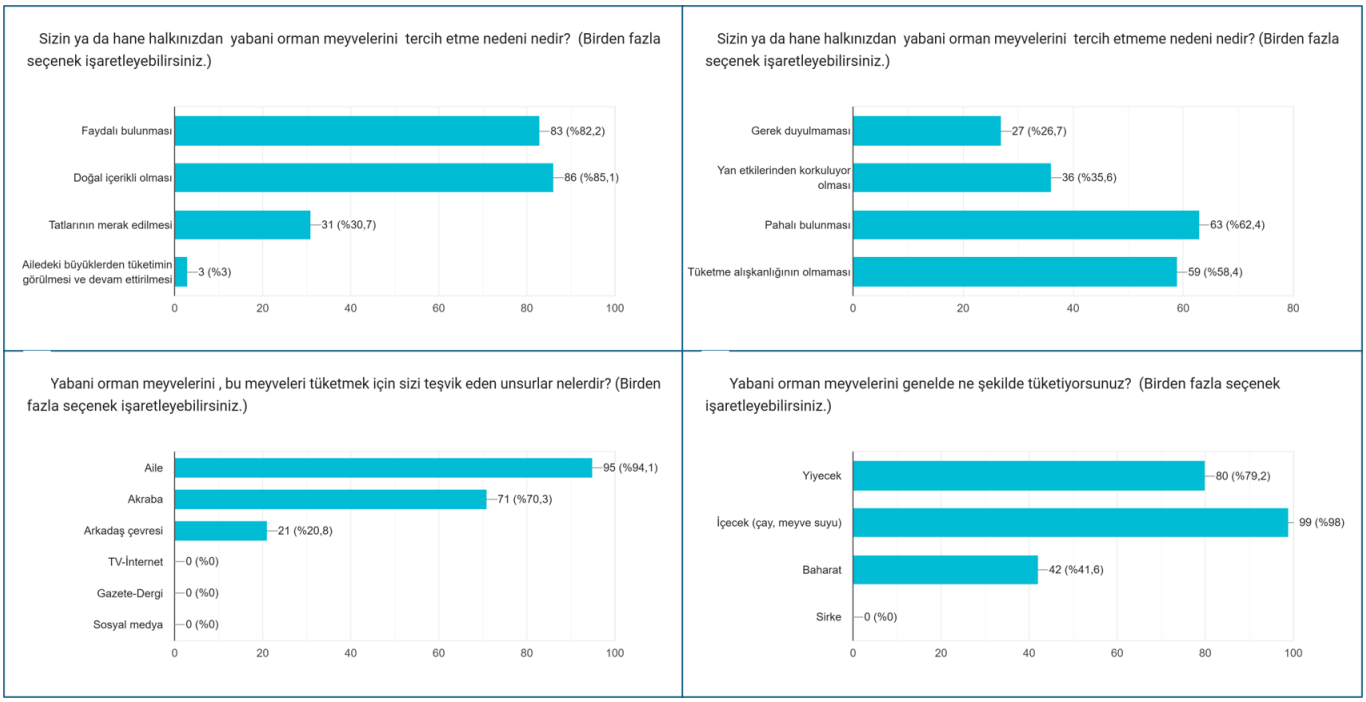
Katılımcıların sosyo-demografik özellikleri incelendiğinde yaş, eğitim durumu ve meslek grupları bakımından farklı kesimlerin araştırmada temsil edildiği görülmektedir. Katılımcıların %71,3'ü evli olup yabani orman meyvelerini tüketme sıklıkları açısından farklılık gösterdikleri belirlenmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Katılımcıların sosyo-demografik özellikleri ve tüketim sıklıklarına göre dağılımı



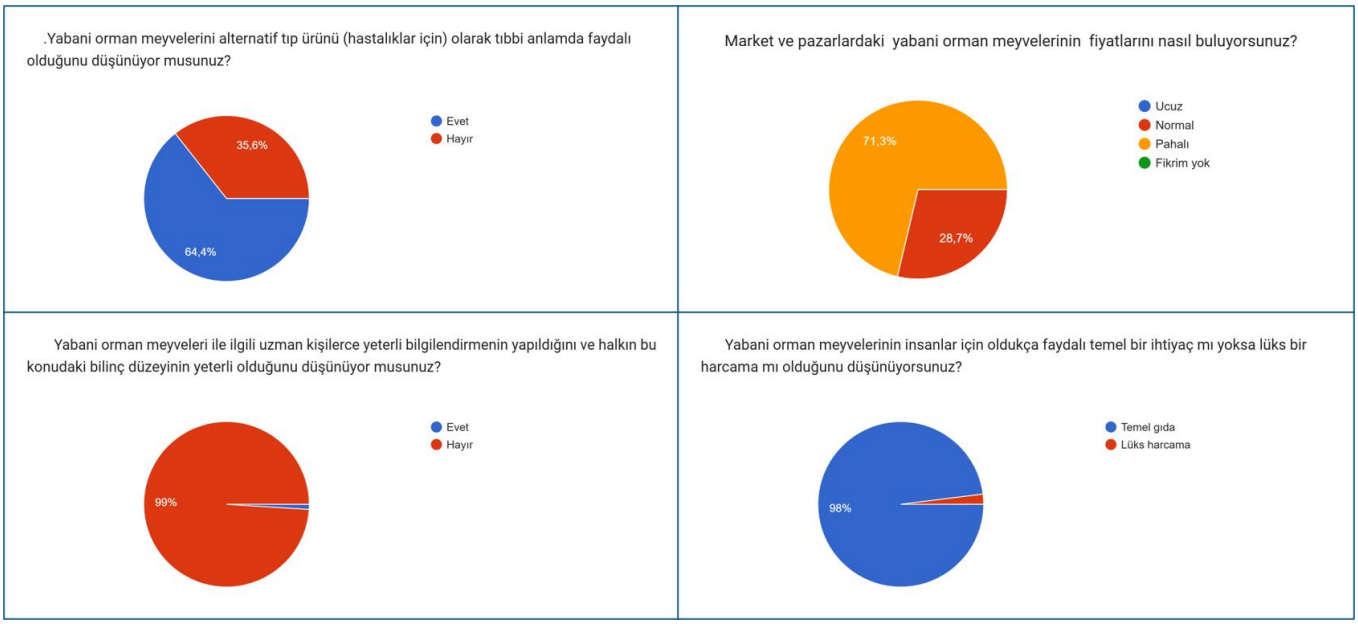
Katılımcıların yabani orman meyvelerini tercih etmelerinde ürünlerin doğal içerikli (%85,1) ve faydalı (%82,2) olarak değerlendirilmesi öne çıkarken, tercih etmeme nedenleri arasında ürünlerin pahalı bulunması (%62,4) ve tüketim alışkanlığının bulunmaması (%58,4) dikkat çekmektedir (Çizelge 2). Tüketimde aile etkisinin (%94,1) oldukça yüksek olduğu ve ürünlerin en fazla içecek (%98) ve yiyecek (%79,2) şeklinde tüketildiği görülmüştür.

Çizelge 2. Katılımcıların yabani orman meyvelerini tercih etme ve etmeme nedenleri, tüketimi teşvik eden unsurlar ve tüketim şekilleri



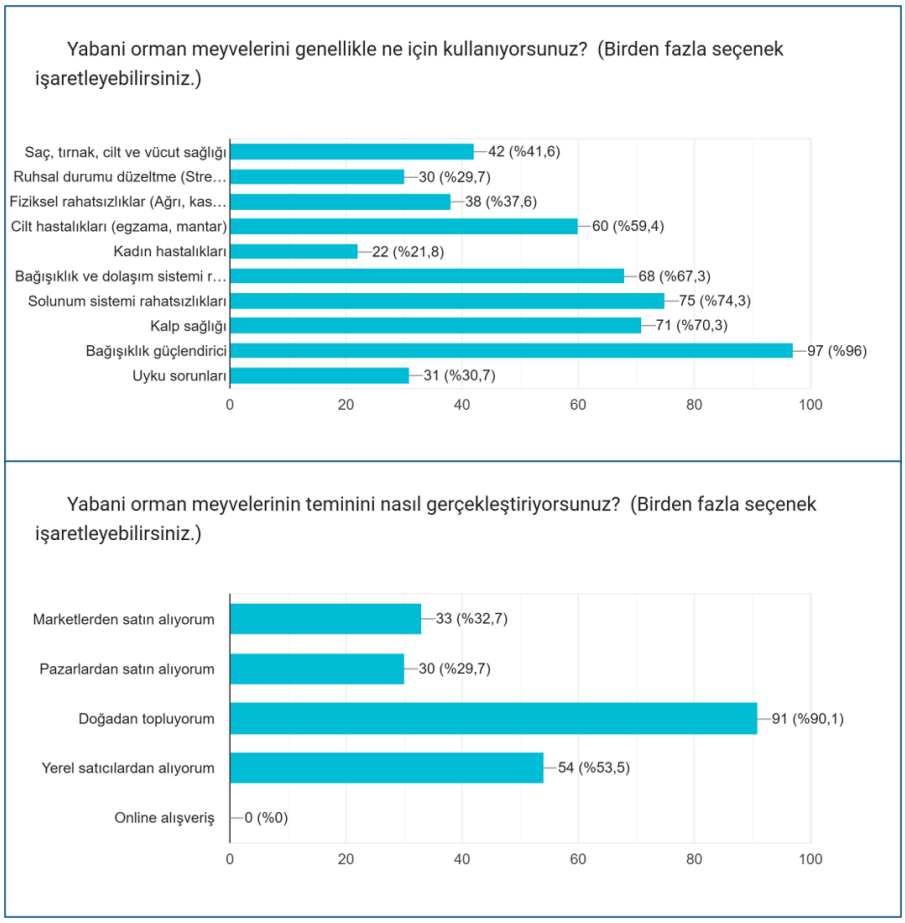
Katılımcıların %64,4'ü yabani orman meyvelerinin tıbbi açıdan faydalı olduğunu düşünürken, %71,3'ü bu ürünlerin market ve pazarlardaki fiyatlarını pahalı bulmaktadır (Çizelge 3). Ayrıca katılımcıların %99'u konu hakkında uzman kişilerce yeterli bilgilendirme yapılmadığını belirtirken, %98'i yabani orman meyvelerini temel bir ihtiyaç olarak değerlendirmiştir.

Çizelge 3. Katılımcıların yabani orman meyvelerine ilişkin sağlık, fiyat, bilgilendirme ve tüketim algıları



Yabani orman meyvelerinin kullanım amaçları arasında bağışıklığı güçlendirme (%96), solunum sistemi rahatsızlıkları (%74,3) ve kalp sağlığı (%70,3) ön plana çıkmaktadır (Çizelge 4). Ürünlerin temininde ise doğadan toplama (%90,1) ilk sırada yer almakta, bunu yerel satıcılardan temin etme (%53,5) izlemektedir.

Çizelge 4. Katılımcıların yabani orman meyvelerini kullanım amaçları ve temin şekilleri



Katılımcıların bildikleri ve kullandıkları yabani orman meyveleri çeşitlilik göstermektedir (Çizelge 5). Grafikte özellikle defne, keçiboynuzu, yabani zeytin (delice), çakal eriği, çitlembik ve yaban mersininin diğer türlere göre daha fazla bilindiği ve kullanıldığı görülmektedir.

Çizelge 5. Katılımcıların bildikleri ve kullandıkları yabani orman meyvelerinin dağılımı

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Beşkonak yöresinde yabani orman meyvelerinin yöre halkı tarafından yaygın olarak bilindiği ve farklı amaçlarla kullanıldığı belirlenmiştir. Benzer şekilde Suwardi ve ark. (2023), Endonezya'nın Bengkulu bölgesinde 73 yabani yenilebilir meyve türü belirlemiş ve bu türlerin başta gıda olmak üzere geleneksel tedavi gibi farklı amaçlarla kullanıldığını bildirmiştir. Araştırmacılar ayrıca yabani meyvelere ilişkin geleneksel bilginin yaş ve eğitim düzeyi gibi sosyo-demografik özelliklerle ilişkili olduğunu ortaya koymuştur.

Beşkonak yöresinde katılımcıların yabani orman meyvelerini tercih etmelerinde doğal içerikli (%85,1) ve faydalı (%82,2) olduklarının düşünülmesi ön plana çıkmıştır. Yabani meyvelerin beslenme ve sağlık açısından önemine ilişkin benzer bulgular farklı etnobotanik araştırmalarda da bildirilmektedir. Abbasi ve ark. (2013), Pakistan'ın Lesser Himalaya bölgesinde belirledikleri 35 yabani yenilebilir meyve türünün hem tüketildiğini hem de çeşitli rahatsızlıkların geleneksel tedavisinde kullanıldığını bildirmiştir. Rehman ve ark. (2024) tarafından yapılan çalışmada da 57 yabani yenilebilir meyve türünün geleneksel tıbbi amaçlarla kullanıldığı ve meyvenin en fazla kullanılan bitki kısmı olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar, Beşkonak yöresinde yabani orman meyvelerinin faydalı olduğuna yönelik yüksek algının, farklı toplumlarda bildirilen geleneksel kullanım örnekleriyle paralellik gösterdiğini düşündürmektedir.

Bu çalışma sonucunda, Beşkonak yöresinde yabani orman meyvelerinin yerel halk tarafından yaygın olarak bilindiği ve farklı amaçlarla değerlendirildiği belirlenmiştir. Katılımcıların bu ürünleri tercih etmelerinde doğal ve faydalı olduklarına yönelik düşüncelerinin etkili olduğu, kullanım amaçları arasında ise özellikle bağışıklık sistemini güçlendirmenin ön plana çıktığı görülmüştür. Yabani orman meyvelerinin büyük ölçüde doğadan toplanarak temin edilmesi, yöre halkının doğal kaynaklarla olan etkileşiminin devam ettiğini göstermektedir. Bununla birlikte, katılımcıların büyük çoğunluğunun yabani orman meyveleri konusunda uzman kişiler tarafından yeterli bilgilendirme yapılmadığını belirtmesi dikkat çekici bir bulgudur.

Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, yörede yabani orman meyvelerinin türleri, kullanım şekilleri, potansiyel yararları ve doğru tüketimleri konusunda uzmanlar tarafından bilgilendirme çalışmalarının yapılması önerilmektedir. Ayrıca doğadan yoğun olarak toplanan türlerin sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi için uygun toplama yöntemleri konusunda yöre halkının bilinçlendirilmesi ve ekonomik değeri yüksek türlerin kontrollü üretim olanaklarının araştırılması yararlı olacaktır. Yöre halkının yabani orman meyvelerine ilişkin geleneksel bilgi ve kullanım biçimlerinin kayıt altına alınması, bu kültürel birikimin gelecek nesillere aktarılmasına ve bölgedeki odun dışı orman ürünlerinin sürdürülebilir şekilde değerlendirilmesine katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

Abbasi, A. M., Khan, M. A., Khan, N., & Shah, M. H. (2013). Ethnobotanical survey of medicinally important wild edible fruits species used by tribal communities of Lesser Himalayas-Pakistan. *Journal of ethnopharmacology*, *148*(2), 528-536.

Baş, T. (2010). *Anket Nasıl Hazırlanır, Uygulanır, Değerlendirilir?* Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Broegaard, R. B., Rasmussen, L. V., Dawson, N., Mertz, O., Vongvisouk, T., & Grogan, K. (2017). Wild food collection and nutrition under commercial agriculture expansion in agriculture-forest landscapes. *Forest Policy and Economics*, *84*, 92-101.

Chalise, J. P., Acharya, K., Gurung, N., Bhusal, R. P., Gurung, R., Skalko-Basnet, N., & Basnet, P. (2010). Antioxidant activity and polyphenol content in edible wild fruits from Nepal. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, *61*(4), 425-432.

Clark, K. H., & Nicholas, K. A. (2013). Introducing urban food forestry: A multifunctional approach to increase food security and provide ecosystem services. *Landscape Ecology*, *28*(9), 1649-1669.

Erskine, W., Ximenes, A., Glazebrook, D., da Costa, M., Lopes, M., Spyckerelle, L., ... & Nesbitt, H. (2015). The role of wild foods in food security: the example of Timor-Leste: W. Erskine et al. *Food Security*, *7*(1), 55-65.

FAO, (2011). The State of Food Insecurity in the World:how does international price volatility affect domestic economies and food security Organization.

Getahun, A. (1974). The role of wild plants in the native diet in Ethiopia. *Agro-ecosystems*, *1*, 45-56.

Joint FAO/WHO Expert Committee. (2002). Summary of evaluations performed by the joint FAO/WHO expert committee on food additives. *http://www. inchem. org/documents/jecfa/jeceval/jec_1174. htm*.

Kristensen, M., & Balslev, H. (2003). Perceptions, use and availability of woody plants among the Gourounsi in Burkina Faso. *Biodiversity & Conservation*, *12*(8), 1715-1739.

Ladio, A. H., & Lozada, M. (2004). Patterns of use and knowledge of wild edible plants in distinct ecological environments: a case study of a Mapuche community from northwestern Patagonia. *Biodiversity & Conservation*, *13*(6), 1153-1173.

Mahapatra, A. K., & Panda, P. C. (2009). Wild edible fruit plants of eastern India.

Maroyi, A. (2011). The gathering and consumption of wild edible plants in Nhema communal area, Midlands province, Zimbabwe. *Ecology of food and nutrition*, *50*(6), 506-525.

McGarry, D. K., & Shackleton, C. M. (2009). Children navigating rural poverty: Rural children's use of wild resources to counteract food insecurity in the Eastern Cape, South Africa. *Journal of Children and Poverty*, *15*(1), 19-37.

Ojelel, S., & Kakudidi, E. K. (2015). Wild edible plant species utilized by a subsistence farming community in Obalanga sub-county, Amuria district, Uganda. *Journal of ethnobiology and ethnomedicine*, *11*(1), 7.

Pardo-de-Santayana, M., Tardío, J., Blanco, E., Carvalho, A. M., Lastra, J. J., San Miguel, E., & Morales, R. (2007). Traditional knowledge of wild edible plants used in the northwest of the Iberian Peninsula (Spain and Portugal): a comparative study. *Journal of ethnobiology and ethnomedicine*, *3*(1), 27.

Pei, S. (1995). Ethnobotany and sustainable uses of plant resource in the HKH mountain region. In Planning workshop on ethnobotany and its application to Conservation and community development in the Hindu Khush Himalayan (HKH), Nepal.

Rasmussen, L. V., Watkins, C., & Agrawal, A. (2017). Forest contributions to livelihoods in changing agriculture-forest landscapes. *Forest policy and economics*, *84*, 1-8.

Saikia, M. (2015). Wild edible fruits consumed by people of Upper Assam, NE India. *World Journal of Pharmaceutical Sciences*, 1138-1144.

Sathyavathi, R., & Janardhanan, K. (2014). Wild edible fruits used by Badagas of Nilgiri District, Western Ghats, Tamilnadu, India. *Journal of Medicinal Plants Research*, *8*(2), 128-132.

Scherrer, A. M., Motti, R., & Weckerle, C. S. (2005). Traditional plant use in the areas of monte vesole and ascea, cilento national park (Campania, Southern Italy). *Journal of ethnopharmacology*, *97*(1), 129-143.

Sundriyal, M., & Sundriyal, D. C. (2001). Wild edible plants of the Sikkim Himalaya: Nutritive values of selected species. *Economic botany*, *55*(3), 377-390.

İSTİRİDYE (*Pleurotus* spp.) MANTARLARININ GIDA, TARIM VE TIBBİ ALANLARINDA KULLANIMLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Prof. Dr. Esin BASIM[1*] Prof. Dr. Hüseyin BASIM[2]

[*1]Akdeniz Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Organik Tarım Bölümü, Kampüs, ANTALYA

esinbasim@akdeniz.edu.tr ORCID ID: 0000-0001-9188-6609

[2]Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Kampüs, ANTALYA

hbasim@akdeniz.edu.tr ORCID ID: 0000-0002-8059-3680

Özet

Bu çalışmada, istiridye (*Pleurotus* spp.) mantarının gıda, tarım ve tıbbi alanlardaki kullanımı tartışılmıştır. İstiridye mantarı, fonksiyonel gıda olarak önemli bir yere sahiptir. Düşük kalorili olması, yağ oranının azlığı ve protein, lif, vitamin, mineral vb. içerikleri nedeniyle besleyici bir gıda olarak değerlendirilmektedir. Gıda endüstrisinde kurutularak, toz haline getirilerek hazır gıdalarda, unlu mamüllerde, süt ve süt ürünlerinde, fonksiyonel içeceklerde gıda formülasyonları şeklinde kullanıma sahiptir. *Pleurotus* spp. kardiyovasküler, sağlık, diyabet, bağışıklık ve kilo kontrolü gibi alanlarda da kullanım potansiyeline sahiptir. Mantarın içeriğinde yer alan beta glukan ve lif nedeniyle bağırsak mikrobiyotasını etkileyebilen potansiyellere sahiptir. Aynı zamanda sağlıklı yaşlanma sırasında episodik hafıza ve ruh sağlığının korunmasına yönelik özellikleri bulunmaktadır. Klinik çalışmalarda toplam kolesterol, LDL, trigliserid, glukoz ve kan basıncında olumlu değişimlere yol açtıkları bilinmektedir. İstiridye mantarının tarımdaki kullanımı sadece üretim olarak değil, aynı zamanda tarımsal atıkların değerlendirilmesi, toprakların iyileştirilmesi, biyolojik mücadelede kullanımı ve hayvanlar için yem olarak değerlendirilmesi gibi birçok farklı alanda öneme sahiptir. Bu nedenlerle, istiridye mantarının yetiştirilmesi ve insanlar tarafından gıda olarak tüketiminin arttırılması büyük öneme sahiptir.

Anahtar kelimeler: İstiridye mantarı, *Pleurotu*s spp., Gıda, Tarım, Tıbbi önemi

EVALUATION OF THE USES OF OYSTER MUSHROOMS *(Pleurotus* spp.) IN THE FOOD, AGRICULTURAL, AND MEDICAL FIELDS

Prof. Dr. Esin BASIM[1*] Prof. Dr. Hüseyin BASIM[2]

[*1]Akdeniz University,Technical Sciences Vocational School, Department of Organic Agriculture, ANTALYA, esinbasim@akdeniz.edu.tr ORCHID ID: 0000-0001-9188-6609

[2]Akdeniz University, Agriculture Faculty, Department of Plant Proection, Kampüs, ANTALYA hbasim@akdeniz.edu.tr ORCID ID: 0000-0002-8059-3680

Abstract

This study discusses the use of oyster mushrooms (*Pleurotus* spp.) in the food, agricultural, and medical sectors. Oyster mushrooms are significant functional foods, valued for their low calories and fat, along with protein, fiber, vitamins, and minerals. In the food industry, they are often used in dried or powdered form as ingredients in ready-to-eat foods, bakery products, dairy products, and functional beverages. *Pleurotus* spp. also show promise for cardiovascular health, diabetes management, immune support, and weight control. Their beta-glucan and fiber content may influence the gut microbiota. They also support episodic memory and mental health during healthy aging. Clinical studies have shown that they contribute to favorable changes in total cholesterol, LDL, triglycerides, glucose, and blood pressure. The agricultural significance of oyster mushrooms extends beyond production; they play a vital role in utilizing agricultural waste, improving soil, supporting biological pest control, and producing animal feed. Consequently, cultivating oyster mushrooms and promoting their consumption as food are of great importance.

Keywords: Oyster mushroom, *Pleurotus* spp., Food, Agriculture, Medical significance

1. GİRİŞ

Yemeklik kültür mantarı, küresel gıda güvenliği, beslenme güvenliği ve çevresel sürdürülebilirliğin teşvikinde önemli bir rol oynayan süper besleyici bir gıda maddesi olarak ortaya çıkmıştır. Mantarların besin içerikleri içerisinde yer alan bileşenler hastalıkların önlenmesine, bağışıklık desteğine ve genel refaha katkıda bulunarak mantarları değerli bir besin takviyesi haline getirir.

Mantarlar yüksek protein içeriği düşük yağ oranı nedeniyle diyet yapanların tercih ettiği ekonomik öneme sahip bir gıda ürünüdür. Mantarlar et tüketmeyenler için oluşabilecek protein eksikliğini engelleyebilecek bir üründür. Mantarlar düşük karbonhidrat ve düşük yağ içeriğine sahip tek ürün olma özelliğini elinde bulundurmaktadır. Düşük kalorili olması nedeniyle kalp rahatsızlığı olan hastaların beslenmelerinde tavsiye edilmektedir. Şeker hastalarının beslenmelerinde mantarlar düşük nişasta içerikleri nedeniyle ideal bir gıda ürünüdür. Mantarlardaki polisakkaritler anti-tümör ve immünolojik özelliklere sahiptir.

Gıda güvenliği açısından bakıldığında; mantarlar tarımsal atıklarla yetiştirilebildikleri, minimum kaynak gerektirdikleri ve düşük çevresel ayak izlerine sahip oldukları için sürdürülebilir bir çözüm sunmaktadır. Çok sayıda mantar türü, plastikler, pestisitler ve ağır metaller gibi çevresel kirleticileri parçaladıkları süreç olan biyoremediasyon yeteneğine sahiptir. Kirlenmiş ortamları arındırma kapasitesi, endüstriyel operasyonların ve tarımsal yöntemlerin çevresel bozulmayı hızlandırdığı bir zamanda özellikle kritik öneme sahiptir. Özellikle ligninolitik enzimleri içeren mantar grupları organik atıkları ve organik kirleticileri parçalarlar (Mayans vd., 2024). Bu atık yönetimi özellikleri onları daha ekonomik ve çevre dostu hale getirmeye yardımcı olur. Aynı zamanda, mantarlar toprak yapısını güçlendirerek ve besin döngüsünü artırarak, toprak sağlığını iyileştirebilir ve yapay böcek ilaçları ve gübrelere olan ihtiyacı azaltabilir (Jayaraman vd., 2024).

Mantarlar, organik atıkları besleyici gıdalara dönüştürerek döngüsel ekonomileri desteklemektedir. Çevresel olarak mantarlar; biyoremidasyon, toprak zenginleştirme ve karbonu tutma özellikleriyle sürdürülebilirliğe katkıda bulunurlar (Grimm vd., 2018). Bu potansiyellerine rağmen sınırlı tüketici bilinci, çeşitli türlerin yetersiz kullanımı ve ölçeklenebilirlik sorunları gibi zorlukları nedeniyle de bu problemler devam etmektedir. Çok sayıda ticari ve yabani mantar türleri bulunmaktadır. Ticari olarak üretimi yapılan ve tüketiciler tarafından en çok tüketilen mantarlar genelde *Agaricus* cinsi şapkalı mantarlardır. Son yıllarda istiridye ve şitaki manteri üretimi de yapılmakta ve tüketicilere sunulmaktadır. Bu mantarlardan *Pleurotus ostreatus* (İstiridye / Kayın Mantarı) en yaygın bilinen ve dünya genelinde ticari üretimi en çok yapılan türdür. Genellikle renkleri gri ve mavi-gri tonlarındadır. *Pleurotus*'un çok sayıda farklı türleri bulunmaktadır.

Pleurotus spp.; ergotiyonin, karotenoidler ve askorbik asit gibi ikincil metabolitleri bünyesinde barındırır (Javachandran vd, 2017;.Kumar, 2000). Fonksiyonel gıda niteliğindeki yüksek oranda biyoaktif polisakkaritleri içerir. İyi bir prebiyotik kaynağıdır ve galaktoz, glikoz, fruktoz ve N-asetilglukozamin gibi kısa zincirli şekerleri içerir (Synytsya vd., 2009; Reis vd., 2012).Çinko, potasyum, sodyum, demir ve kalsiyum gibi çeşitli minerallerden oluşur (Karaman ve ar., 2010). Aroma verici olarak kullanılan ve 1-okten-3-ol adı verilen uçucu yağ bileşiklerini içerir; bu bileşik, aromaya en büyük katkıyı sağlayan unsurdur. Ayrıca iyi bir beta-glukan kaynağıdır (Beltran-Garria ve ark., 1997).

Bu çalışmanın amacı, istiridye (*Pleurotus* spp.) kültür mantarının gıda, tarım ve tıbbi alanlarında kullanımlarının değerlendirilmesi ve insanlar tarafından daha fazla tüketiminin sağlanmasına katkıda bulunmaktır.

2. YÖNTEM

Yemekli kültür mantarları içerisinde şapkalı mantarlardan sonra ikinci sırada üretim olarak yer alan istiridye mantarı tüketiciler tarafından şapkalı mantarlar kadar tüketilmediği için tüketicilere istiridye mantarının içerik özelliklerinin zenginliğinin sunulması ve aynı zamanda istiridye mantarının sağlık, gıda ve tarımda kullanımlarının ne kadar öneme sahip olduğunun anlatılması ve de tüketici grubunun bilinçlendirilmesi bu anlamda öneme sahiptir. Bu nedenle de bu çalışmayı oluşturan genel ve güncel veriler Dünya'daki ve Türkiye'deki istiridye mantar çalışmalarının toplanması suretiyle okuyucuya sunulmuştur.

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

İstiridye mantarı **(***Pleurotus ostreatus*) alkaloidler, saponin, kinonlar, triterpenoidler, fenolik bileşikler, steroidler, flavonoidler ve tanenler temel bileşenler olarak yer alır. Ergotiyonin, karotenoidler ve askorbik asit gibi ikincil metabolitleri bünyesinde barındırır. Fonksiyonel gıda niteliğindeki yüksek oranda biyoaktif polisakkarit içerir. İyi bir prebiyotik kaynağıdır ve galaktoz, glikoz, fruktoz ve N-asetilglukozamin gibi kısa zincirli şekerleri bünyesinde bulundurur. Çinko, potasyum,sodyum, demir ve kalsiyum gibi çeşitli mineralleri içerir.Aroma verici olarak kullanılan ve **1-okten-3-ol** adı verilen uçucu yağ bileşiklerini içerir. Bu bileşik, aromaya en büyük katkıyı sağlayan unsurdur.

İstirdye mantarının kullanım alanlarına baktığımızda:

İstiridye mantarı :

1.Mikoremediasyon (mantar aracılığıyla çevresel iyileştirme) amacıyla kullanılır (Sharma ve Singh, 2024).

2.Hazır çorba karışımı üretiminde ve ayrıca çeşitli sebze yemeklerinde, sağlıklı içeceklerde, keklerde, sosislerde ve unlu mamullerde kullanılır (Grygier ve Budryn, 2025**)**

3. Tavuk nugget yapımında da kullanılmaktadır (Banerjee ve ark., 2022**)**.

4. *Pleurotus ostreatus,* sağlığı destekleyen, yenilikçi ve katma değerli ürünler üretmek için büyük bir potansiyele sahiptir; aynı zamanda bir **nutrasötik** olarak da kullanılır (Raman ve ark.,2021; Yılmaz ve Genç, 2022).

5.*Pleurotus ostreatus*' un sulu ekstraktı, yoğurt fermantasyonunda da kullanılmaktadır (Elattar ve ark.,2020).

1.Tıbbi kullanımları:

Pleurotus ostreatus, düşük ve yüksek tansiyonun tedavisinde kullanılır. Bağışıklık sistemini destekler (Mycoverse Foundation, 2026). Yüksek tansiyonu düşürür (Choudhury ve Rahman, 2026). Güçlü bir kemik yapısı oluşturur (Singh ve ark, 2025). Kolesterol seviyelerini düzenler (Ahmet et al., 2024) Antikanser ve antienflamatuar özellikler gösterir (Elkhateeb ve ark, 2025). Nörodejeneratif hastalıklara karşı savunma sağlama ve kalbi kardiyovasküler hastalıklara karşı koruma gibi faydaları vardır (Ramirez ve ark., 2025).

2. Farmakolojik Kullanım Alanları:

İstiridye mantarı **(***Pleurotus ostreatus*),immünomodülasyon, antiplazmodyal, hipolipidemik, antioksidan, antimikrobiyal, antiaterojenik, antikanser, antihiperglisemik, antihiperkolesterolemik, antienflamatuar, antitümör, antifungal, antiviral ve antidiyabetik özelliklere sahiptir (Afieroho ve ark., 2018). HIV-1 revers transkriptaz inhibisyonu sağlar. Göz sağlığına katkı sağlar. Protein sentezi inhibisyonu; proteolitik enzim aktivitesi ve antibakteriyel etki gibi önemli farmakolojik aktiviteler sergileyen çeşitli biyoaktif bileşikler içerir.

3. Tarımsal Alanda Kullanım Alanları:

Tarımsal atıkların değerlendirilmesinde kullanılır. Bunun yanında:

Toprakların iyileştirilmesi: Mantar hasadından sonra geriye kalan "kullanılmış mantar kompostu" (SMC), organik madde yönünden son derece zengindir bu yüzden toprağa karıştırıldığında toprağın su tutma kapasitesini artırır, yapısını düzenler ve doğal bir gübre görevi görür (Mukherjee ve ark., 2026).

Biyolojik mücadelede kullanımı : İstiridye mantarı miselleri, toprakta bulunan bazı zararlı nematodları (bitki köklerine zarar veren mikroskobik solucanları) felç edip sindirme yeteneğine sahiptir (Lee ve ark., 2023). Bu özellik, kimyasal ilaç kullanmadan zararlılarla mücadele etmeyi sağlar.

Hayvan Yemi Olarak Değerlendirilmesi: Hayvanlar için yem olarak değerlendirilmesi gibi birçok farklı alanda öneme sahiptir: Mantar üretim artıkları veya mantar miselleriyle fermente edilmiş tarımsal atıklar, protein ve sindirilebilirliği yüksek lif içeriği sayesinde geviş getiren hayvanlar için besleyici bir yem alternatifidir (Yague ve ark. 2025).

Gıda ve Besin Değeri: İstiridye mantarının yetiştirilmesi ve insanlar tarafından gıda olarak tüketiminin arttırılması büyük öneme sahiptir. İnsan beslenmesinde ise yüksek kaliteli protein, B grubu vitaminleri, demir, çinko ve antioksidanlar açısından zengindir. Düşük kalori ve yağ oranıyla sağlıklı bir besin kaynağıdır (Sreedharan vd., 2025).

Dünyanın çeşitli bölgelerinde, özellikle gelişmekte olan ülkelerde, gıda üretimi ile hızla artan nüfus talepleri arasında büyük bir uçurum bulunmaktadır. Bu durum, yetersiz beslenme olasılığını artırarak hastalık vakalarının artmasına ve ölüm oranlarını azaltmak için fonksiyonel gıdalara olan ihtiyaca yol açmaktadır. *Pleurotus ostreatus*, ucuz kaynaklı ve besin açısından zengin, yenilebilir bir mantar türüdür ve mevcut ve gelecekteki gıda krizini ele almak için kullanılabilecek potansiyele sahiptir. Aynı zamanda hastalıkların önlenmesi ve tedavisi için fonksiyonel gıdalar olarak da hizmet verebilir.

Pleurotus ostreatus gibi *Pleurotus* türleri: Çürümüş malzemeler üzerinde iyi gelişir ve basit ve ucuz bir şekilde yetiştirilir.Yüksek protein, karbonhidrat, mineral, vitamin, antioksidan, fitokimyasal içerikleri ve düşük yağ içeriği nedeniyle fonksiyonel gıda olarak işlev görme ve gıdaların besin değerine zengin katkı sağlama özelliğine sahiptirler. Kaliteli protein kaynaklarıdır ve vücuda gerekli amino asitleri sağlarlar; bu da onları özellikle vejetaryenler için kırmızı et ve diğer hayvansal proteinlere uygun bir alternatif haline getirir.

Pleurotus ostreatus'un zengin B vitamini içeriği, bağışıklık sistemini güçlendirmede ve DNA sentezini artırmada rol oynamasını sağlar. Kırmızı kan hücrelerinin üretimini iyileştirir, bu nedenle hamile kadınlar, ve anemik hastalar tarafından tüketilmesi çok uygundur.

Pleurotus ostreatus'ta A, E ve C gibi antioksidan vitaminlerin bulunması, onu vücutta serbest radikalleri temizlemeye ve oksidatif stresi önlemeye yardımcı olabilecek eksojen bir antioksidan kaynağı olarak nitelendirir. Bu durum, oksidatif stresle ilişkili hastalıkların görülme sıklığını azaltmaya yardımcı olur ve bu nedenle tek başına tüketildiğinde veya gıda bağımlılığına neden olacak şekilde kullanıldığında hayati bir

fonksiyonel gıda görevi görür.İstiridye mantarının yetiştirilmesi ve insanlar tarafından gıda olarak tüketiminin arttırılması büyük öneme sahiptir.

4. KAYNAKLAR:

Afieroho Oe , Noundou Xs, Onyia Cp, Festus Oh, Chukwu Ec, Adedokun Om (2018). Antiplasmodial Activity of the n-Hexane Extract from *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex. Fr) P. Kumm. *Turk J Pharm Sci.* 31;16(1):37-42.

Ahmed, M., et al. (2024). Exploring therapeutic potential of *Pleurotus ostreatus* and *Agaricus bisporus* mushrooms against hyperlipidemia and oxidative stress using animal model. *Foods*, 13(5), 709.

Banerjee, S., et al. (2022). Use of *Pleurotus ostreatus* as a functional meat extender and fat replacer in poultry nuggets and patties. *Journal of Food Science and Technology*, 59(8), 3120-3131.

Beltran-Garcia, M. J., Estarron-Espinosa, M., & Ogura, T. (1997). "Volatile compounds secreted by the oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) and their antibacterial activity." *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45(10), 4049-4052.

Choudhury, B. K., & Rahman, M. (2026). Effects of Pleurotus ostreatus on blood pressure and glycemic status of hypertensive diabetic male volunteers. Journal of Medical and Health Sciences, 14(2), 112-120.

Elattar, A., et al. (2020). Evaluation of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) cultivation using different organic substrates and its extract application as a prebiotic in fermented dairy products. *Alexandria Journal of Agricultural Sciences*, 65(3), 185-197.

Elkhateeb, W. A., et al. (2025). The emerging role of oyster mushrooms as a functional food for defense against oxidative stress and cancer. *Cancer Management and Research*, 17, 451-466.

Grygier, A., & Budryn, G. (2025). Physicochemical, Functional, and Antioxidative Properties of *Pleurotus ostreatus* in Food Formulation. *Applied Sciences*, 15(3), 1655.

Jayachandran, M., Xiao, J., & Xu, B. (2017). "A critical review on health promoting benefits of edible mushrooms through gut microbiota." *International Journal of Molecular Sciences*, 18(9), 1934.

Karaman, M., Jovin, E., Malbaša, R., Matavuly, M., & Popović, M. (2010). Medicinal and nutritive value of the mushroom *Pleurotus ostreatus*. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 7(3), 254-264.

Kumar, K. (2020). "Nutraceutical Potential and Processing Aspects of Oyster Mushrooms (*Pleurotus* Species)." *Current Nutrition & Food Science*, 16(1), 3-14.

Lee, C. H., et al. (2023). A carnivorous mushroom paralyzes and kills nematodes via a nerve gas-like mechanism. *Science,* 379, 6630.

Mayans, B., Antón-Herrero, R., García-Delgado, C., Delgado-Moreno, L., Guirado, M., Pérez-Esteban, J., Escolástico, C., & Eymar, E. (2024). Bioremediation of Petroleum Hydrocarbons Polluted Soil by Spent Mushroom Substrates: Microbiological Structure and Functionality *Journal of Hazardous Materials*, 473, 134650

Mukherjee ve ark. 2026. Functional properties, health benefits, and biotechnological applications of *Pleurotus ostreatus*: A comprehensive review. *Journal of Agriculture and Food Research*, 29, 103103.

Mycoverse Foundation. (2026). Oyster Mushroom: The ten most important studies on *Pleurotus ostreatus*. Mycoverse Global R. (https://mycoverse-foundation.org/en/austernpilz-die-zehn-wichtigsten-studien-ueber-pleurotus-ostreatus/)

Raman, J., et al. (2021). Nutraceutical properties of oyster mushrooms (*Pleurotus spp.*): A comprehensive review. *Journal of Fungi*, 7(5), 397.

Ramirez, D., et al. (2025). *Pleurotus* mushrooms in nutrition and health: Clinical and preclinical insights into neuroprotective and cardiovascular effects. *Phytomedicine*, 132, 155-168.

Reis, F. S., Barros, L., Martins, A., & Ferreira, I. C. (2012). Chemical composition and nutritional value of the most widely appreciated cultivated mushrooms: An inter-species comparative study. Food and Chemical Toxicology, 50 (2), 191-197

Sharma, S., & Singh, P. (2024). Oyster Mushroom in Bioremediation: A Review of Its Potential and Applications. *Journal of Environmental Mycology*, 12(4), 112-125.

Singh, R., et al. (2025). Mushroom marvels: Understanding their role in human health, bone density, and vitamin D synthesis. *Nutrients*, 17(8), 2145.

Sreedharan, P.L.; Kishorkumar, M.; Neumann, E.G.; Kurup, S.S. 2025.The Emerging Role of Oyster Mushrooms as a Functional Food for Complementary Cancer Therapy. *Foods* , 14 (1), 128.

Synytsya, A., Mickova, K., Synytsya, A., Jablonsky, I., Spevacek, J., Erban, V., & Copikova, J. (2009). "Glucans from fruit bodies of cultivated mushrooms *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus eryngii*." *Carbohydrate Polymers*, 76(4), 548-556.

Yagüe, M.R.; González-Pérez, J.A.; Almendros, G.; Lobo, M.C. 2025. Assessing the Potential Agronomic Value of Spent Mushroom Substrates: Evaluating Their Suitability to Contribute to Soil Carbon Storage. *Sustainability* 17, 7335.

Yılmaz, A., & Genç, S. (2022). Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*) as a Healthy Ingredient for Sustainable Functional Food Production. *Mantar Dergisi / The Journal of Fungus*, 13(2), 85-98.

ANTALYA İLİ ELMALI VE KORKUTELİ İLÇELERİNDEKİ MEYVE ÜRETİCİLERİNİN BİTKİ KORUMA UYGULAMALARININ KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ

Prof. Dr. Esin BASIM

[*1]Akdeniz Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Organik Tarım Bölümü, Kampüs, ANTALYA

esinbasim@akdeniz.edu.tr ORCID ID: 0000-0001-9188-6609

Özet

Bu çalışmada, Antalya ilinde farklı iki meyve üretimi yapan Elmalı ve Korkuteli üreticilerinin bitki koruma sorunları karşılaştırılarak analizi yapılmıştır. Bu amaçla, Antalya ilinde Elmalı ve Korkuteli ilçelerindeki meyvecilik üretimi yapan üreticilerin yıl boyunca yaptıkları uygulamalar, sıklıkla karşılaştıkları hastalık ve zararlı etmenleri, kullandıkları tarımsal uygulama yöntemleri, pestisit kullanımı ve uygulamaları, hasada kadar geçen bekleme süreleri, pestisit ambalajlarının yok edilme şekli, biyolojik ürünlerin kullanımı, organik tarım gibi düşünceleri içeren veriler karşılaştırılarak, her iki farklı ilçenin üreticilerinin uygulamaları analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, Antalya'daki iki farklı ilçedeki meyve üreticilerinin bazı konularda aynı uygulamaları yaptıkları, bazı konularda ise tamamen farklı uygulama yöntemleri benimsedikleri belirlenmiştir. Yapılan araştırma sonuçlarına göre, üreticilerin büyük çoğunluğunun daha önceden alışmış olduğu ve benimsediği alışkanlıklardan vazgeçemediği, bazı konularda aynı uygulamalarda ısrarcı oldukları, Elmalı meyve üreticilerinin Korkuteli meyve üreticilerine göre daha dikkatli uygulamalar yaptığı, Korkuteli meyve üreticilerinin ise Elmalı üreticilerine göre daha fazla pestisit kullandıkları belirlenmiştir. Ayrıca, Elmalı meyve üreticilerinin Korkuteli meyve üreticilerine göre daha temiz ve hijyen koşullarında üretim yaptıkları, biyolojik ürünleri daha fazla tercih ettikleri ve organik tarım uygulamalarını özellikle elma üretimi yapan üreticilerin tercih ettiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Antalya, Korkuteli, Elmalı, Meyve, Bitki Koruma

COMPARATIVE ANALYSIS OF PLANT PROTECTION PRACTICES OF FRUIT GROWERS IN THE ELMALI AND KORKUTELI DISTRICTS OF ANTALYA PROVINCE

Prof. Dr. Esin BASIM[1]

[1]Akdeniz University,Technical Sciences Vocational School, Department of Organic Agriculture, ANTALYA, esinbasim@akdeniz.edu.tr ORCHID ID: 0000-0001-9188-6609

Abstract

This study analyzes and compares plant protection challenges faced by fruit growers in the Elmalı and Korkuteli districts of Antalya province. To this end, practices in both districts were examined by comparing data on year-round operations, commonly encountered diseases and pests, agricultural methods, pesticide use and application techniques, pre-harvest waiting periods, pesticide container disposal methods, the use of biological products, and attitudes toward organic farming. The results indicate that while fruit growers in these two districts share certain practices, they adopt markedly different methods in other areas. The research reveals that the vast majority of growers are unable to abandon long-standing habits and persist with specific practices; notably, Elmalı growers employ more cautious methods, whereas Korkuteli growers use higher quantities of pesticides. Furthermore, it was observed that Elmalı growers operate under cleaner, more hygienic conditions, show a greater preference for biological products, and—particularly among apple growers—favor organic farming practices.

Keywords: Antalya, Korkuteli, Elmalı, Fruit, Plant Protection

1. GİRİŞ

Ülkemizde çok sayıda meyve türü yetiştirilmektedir. Ülkemiz özellikle elma, armut ve ayva gibi yumuşak çekirdekli meyvelerin anavatanı olup türlere ait büyük bir çeşit zenginliğine sahiptir. Türkiye'nin farklı bölgelerinde bu meyvelerin çoğunun üretimi de yapılmaktadır

Antalya ili Korkuteli ve Elmalı ilçeleri elma ve armut yetiştiriciliği için uygun ekolojik koşullara ve yayla iklimine sahiptir. Bu nedenle de Korkuteli ve Elmalı ilçeleri, elma, armut ve ayva üretiminin yoğun olarak gerçekleştirildiği önemli üretici ilçelerimizden birisidir. Elmalı ve Korkuteli ilçelerinde geçmiş yıllarda yoğunlaşan bu meyvecilik potansiyeli, günümüzde de Antalya'yı Türkiye'nin en yüksek tarımsal hasılaya sahip ilk üç ilinden biri konumunda tutmaktadır (TÜİK, 2025).

Antalya genelindeki toplam meyve bahçesi alanlarının yaklaşık %40'ı sadece Elmalı (%21,2) ve Korkuteli (%18,4) ilçelerinde toplanmıştır. Bu iki ilçe, Antalya genelindeki toplam elma ve armut üretiminin %90'ından fazlasını tek başına sağlamaktadır (Özçatalbaş ve Ertürk, 2004).

Antalya genelinde üretilen toplam elmanın %72,9'u tek başına Elmalı'da yetiştirilmektedir. İlçede ağırlıklı olarak Starking Delicious, Golden Delicious ve son yıllarda modern bodur bahçelerle birlikte Granny Smith ve Gala grubu elmalar üretilmektedir. Korkuteli, meyve üretim yelpazesi elmaya kıyasla biraz daha çeşitli olan ve özellikle tescilli armut türüyle dünya çapında tanınan bir ilçedir.

Antalya'daki toplam armut üretiminin %85,9'u Korkuteli'nden karşılanmaktadır. (Elmalı'nın armuttaki payı ise %10 civarındadır. İlçenin en büyük markası, Antalya Ticaret Borsası tarafından tescillenen coğrafi işaretli Korkuteli Karyağdı Armudu 'dur (Türk Patent ve Marka Kurumu, 2018). Korkuteli, Antalya elma üretiminin de %19,6'sını elinde bulundurarak Elmalı'nın ardından ikinci sırada yer alır.

Bu çalışmanın amacı, Antalya ili Elmalı ilçesinde meyve üretimi yapan üreticiler ile Korkuteli ilçesi meyve üretimi yapan üreticilerin üretim sırasında uyguladıkları uygulamalar ile bu uygulamaların Bitki Koruma açısından karşılaştırmalı değerlendirilmesi nin yapılmasıdır.

2. YÖNTEM

Antalya ili Elmalı meyve üretimi yapan üreticiler ile Korkuteli meyve üretimi yapan toplam 80 meyve üreticisi (40 Elmalı+40 Kumluca) ile ile yüz yüze tesadüfü örnekleme yöntemi ile anket çalışması yapılmıştır. (Çizelge 1).

Üreticilere yıl boyunca yaptıkları uygulamalar, sıklıkla karşılaştıkları hastalık ve zararlı etmenleri, kullandıkları tarımsal uygulama yöntemleri, pestisit kullanımı ve uygulamaları, hasada kadar geçen bekleme süreleri, pestisit

ambalajlarının yok edilme şekli, biyolojik ürünlerin kullanımı, organik tarım yetiştiricilik uygulamaları, ürün satış ve pazarlaması, ürünlere tüketicilerin ulaşımı ve gıda güvenliği, kullandıkları tarımsal uygulama yöntemleri gibi konularda sorular sorulmuştur. Üreticilerden elde edilen veriler üreticilerin yüzde oranları üzerinden gidilerek analizler yapılmıştır.

Çizelge 1. Korkuteli ve Elmalı'da incelenen meyve bahçesi sayıları

Korkuteli meyve üretimi yapan üreticilerin deneyimi	Yetiştirilen Ürün	İncelenen meyve bahçesi sayıları (Adet)	Oran (%)
20 yıl	Elma, armut	11	27.50
10 yıl	Elma, armut, ayva	14	35.00
8 yıl	Elma, armut	12	30.00
1 yıl	Elma, armut, ayva	3	7.50
Toplam		40	100
Elmalı meyve üretimi yapan üreticilerin deneyimi	**Yetiştirilen ürün**	**İncelenen meyve bahçesi sayıları (Adet)**	**Oran (%)**
20 yıl	Elma	12	30,00
10 yıl	Elma	15	37.50
8 yıl	Elma, armut	8	20.00
1 yıl	Elma	5	12.50
Toplam		40	100

Korkuteli (%35) ve Elmalı (%37.5) meyve üreticilerinin genellikle 10 yıllık tecrübeye sahip üreticilerden olduğu görülmektedir (Çizelge1), 1 yıllık üreticiler en az tecrübe sahibi üreticiler olduğu da Çizelge 1' de görülmektedir. Korkutel'inde genel olarak elma, armut ve ayva; Elmalı'da ise ağırlıklı olarak elma ve kısmen armut üretiminin yapıldığı görülmektedir.

3. SONUÇLAR

Korkuteli üreticilerine ait sorular	İncelenen meyve bahçesi sayısı (adet)	Uygulama	Oran (%)
Toprağı sürüyormusunuz?	35	Evet	67.50
	5	Hayır	32.50
Gübreleme yapıyor musunuz?	40	Evet	100
Ürününüzü kolay pazarlıyor musunuz?	30	Kolay	75.00
	10	Zor	25.00
Devlet tarafından destekler yeterli midir?	5	Yeterli	12.50
	30	Yetersiz	75.00
	5	Az destek var	12.50
Pestisit kullanımında kime danışıyorsunuz?	5	İlçe Müdürlüğü	12.50
	20	İlaç Bayisi	50.00
	15	Komşum	37.50
Meyve üretimi yapmaktan memnun musunuz?	15	Hayır	37.50
	25	Evet	62.50
Ürünlerinizin pahalı satıldığını düşünüyormusunuz?	5	Evet	12.50
	35	Hayır	87.50
İmkanlarınız ve istekleriniz karşılansa İTU yapmak istermiydiniz?	35	Evet	87.50
	5	Hayır	12.50

Çizelge 2. Korkuteli ilçesi meyve üreticilerinin uygulamalarına ilişkin sonuçlar

Çizelge 2'den Korkuteli üreticilerinin %35'inin topraklarını sürdüğü, %100 oranında hepsinin gübreleme yaptığı,%75 oranında ürünlerini kolay pazarladıklarını, %75 oranında 30 üreticinin devlet tarafından yapılan destekleri yeterli bulmadıklarını, 20 üreticinin %50 oranında pestisit kullanırken ilaç bayilerine danıştıkları, 15 üreticinin ise %37.5 oranında komşusuna danıştığı belirlenmiştir. Üreticilerin %62.5'i meyve üretimi yapmaktan memnun olduklarını idfade etmişlerdir. Ürünlerinin ucuza satıldığını (%87.5), üreticilerin %87.5'i imkan ve istekleri karşılanması durumunda iyi tarım uygulamaları (ITU) yapmak istediklerini belirtmişlerdir.

Çizelge 3. Elmalı ilçesi meyve üretimi yapan üreticilerin uygulamalarına ilişkin sonuçlar

Elmalı üreticilerine ait sorular	İncelenen meyve bahçesi sayısı (adet)	Uygulama	Oran (%)
Toprağı sürüyormusunuz?	28	Evet	70.00
	12	**Hayır**	**30.00**
Gübreleme yapıyor musunuz?	40	Evet	100
Ürününüzü kolay pazarlıyor musunuz?	**35**	**Kolay**	**87.50**
	15	Zor	12.50
Devlet tarafından destekler yeterli midir?	1	Yeterli	2.50
	38	Yetersiz	95.00
	1	Az destek var	2.50
Pestisit kullanımında kime danışıyorsunuz?	5	İlçe Müdürlüğü	12.50
	30	İlaç Bayisi	75.00
	5	Komşum	12.50
Meyve üretimi yapmaktan memnun musunuz?	30	Evet	100
Ürünlerinizin pahalı satıldığını düşünüyormusunuz?	5	Evet	12.50
	35	Hayır	87.50
İmkanlarınız ve istekleriniz karşılansa İTU yapmak istermiydiniz?	**38**	**Evet**	**95.00**
	2	Hayır	5.00

Çizelge 3'de ise Elmalı üreticilerinin %70'inin topraklarını sürdüğü, %100 oranında hepsinin gübreleme yaptığı,% 87.5 oranında ürünlerini kolay pazarladıklarını, %95 oranında 38 üreticinin devlet tarafından yapılan destekleri yetersiz bulduklarını, 30 üreticinin %75 oranında pestisit kullanırken ilaç bayilerine danıştıkları, 5 üreticinin ise %12.5 oranında komşusuna ve 5 üreticinin de %12.5 oranında ilçe müdürlüklerine danıştığı belirlenmiştir. Üreticilerin % 100'ü meyve üretimi yapmaktan memnun olduklarını idfade etmişlerdir. Ürünlerinin ucuza satıldığını (%87.5), üreticilerin %95'i imkan ve istekleri karşılanması durumunda iyi tarım uygulamaları (ITU) yapmak istediklerini belirtmişlerdir.

Çizelge 4. Korkuteli İlçesi meyve üreticilerinin pestisit kullanımının insan sağlığı ve gıda üzerine olan düşünceleri

İnsan, çevre ve gıda üzerine olan etkileri	Uygulama Şekli	Cevaplayan Üretci Sayısı (Adet)	Oran (%)
Pestisitleri ayda kaç kez kullanıyorsunuz ?	5-6 kez	25	62.50
	8-10 kez	15	37.50
Pestisitlerin kalıntı bıraktığını düşünüyormusunuz?	Evet	5	12.50
	Hayır	35	87.50
Mücadelede önceliğiniz kimyasal mücadele midir?	Evet	39	97.50
	Hayır	1	2.50
Kültürel mücadele yapıyormusunuz ?	Evet	10	25.00
	Hayır	30	75.00
Tüketiciye güvenilir ve kalıntısız ürün sunduğunuza inanıyor musunuz?	Evet	40	100,00
	Hayır	-	-

Korkuteli meyve üreticilerinin %62.5'i 5-6 kez ilaç attığını, %87.5'i kullandıkları pestisitlerin kalıntı bırakmadığını, üreticilerin %97.5'inin kimyasal mücadeleye öncelik verdiğini ve sadece %25 oranında kültürel mücadele yapıldığı ve tüm meyve üreticilerinin (%100 oranında) tüketiciye güvenilir ve kalıntısız ürün sundukları Çizelge 4' de görülmektedir.

Çizelge 5. Elmalı ilçesi meyve üreticilerinin pestisit kullanımının insan sağlığı ve gıda üzerine olan düşünceleri

İnsan, çevre ve gıda üzerine olan etkileri	Uygulama Şekli	Cevaplayan Sera Sayısı (Adet)	Oran (%)
Pestisitleri ayda kaç kez kullanıyorsunuz ?	5-6 kez	35	87.50
	10-12 kez	5	12.50
Pestisitlerin kalıntı bıraktığını düşünüyor musunuz?	Evet	-	-
	Hayır	40	100
Mücadelede önceliğiniz kimyasal mücadele midir?	Evet	25	62.50
	Hayır	15	37.50
Kültürel mücadele yapıyormusunuz ?	Evet	20	50,00
	Hayır	20	50,00
Tüketiciye güvenilir ve kalıntısız ürün sunduğunuza inanıyor musunuz?	Evet	40	100
	Hayır	-	-

Elmalı meyve üreticilerinin %87.5'i 5-6 kez ilaç attığını, %100'ü kullandıkları pestisitlerin kalıntı bırakmadığını, üreticilerin %62.5'inin kimyasal mücadeleye öncelik verdiğini ve %50 oranında kültürel mücadele yapıldığı ve tüm meyve üreticilerinin (%100 oranında) tüketiciye güvenilir ve kalıntısız ürün sundukları Çizelge 5' de görülmektedir.

4. TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Korkuteli meyve üreticilerinin, Elmalı üreticilerine göre daha yoğun olarak pestisit uygulamaları yaptıkları , sera içindeki kültürel mücadele yöntemlerini çok fazla yapamadıkları aynı zamanda sera içinde hijyen kurallarının iyi olmadığı, üreticilerin gübrelemede ticari gübreleri kullandıkları ve elde edilen ürünlerinin ucuza satıldığı belirlenmiştir

Elmalı meyve üreticilerinin ise pestisit uygulamalarının sınırlı düzeyde olduğu, kültürel mücadeleyi tam olarak yapmamalarına karşın sera içi hijyen koşullarını daha iyi uyguladıkları, gübrelemede ahır gübresinin tercih edildiği, ürünlerinin ucuza satıldığı belirlenmiştir.

Korkuteli ilçesi meyve üretimi yapan üreticiler, pestisit uygulamalarındaki sınırlamalardan, biyolojik ürünlerin pahalı olmasından, işçilik ve girdi uygulamalarının pahalı olması gibi nedenlerle para kazanamadıklarını,ilaç ve gübre fiyatlarının yüksek olduğunu, hastalık ve zararlı etmenleriyle mücadele etmek için yoğun pestisit kullanmak zorunda kaldıklarını belirtmişlerdir.

Elmalı ilçesi meyve üretimi yapan üreticiler ise denetlemelerin daha fazla yapıldığını, pazarlama sorunu yaşamadıklarını ancak ürünlerini ucuz fiyata verdiklerini, işçilik ve girdi fiyatlarının yüksek olması nedeniyle kar marjlarının azaldığını,ilaçların ve gübre fiyatlarının yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Tüketicilerin kalıntısız, güvenilir ve sağlıklı gıda tüketebilmeleri için, üretimden tüketime kadar olan tüm aşamaların etkili bir şekilde izlenilebilmesi ve tüketicilerin tükettiği sebze ve meyvelerin sağlıklı olarak tüketiminin sağlanması önem arz etmektedir.

Tüketiciler kadar üreticilerin de eğitilmesi, üretim ve pestisit kullanımı konusunda bilinçlendirilmesi biyolojik kökenli bitkisel ilaçların üretim aşamasında daha çok kullanımının teşvik edilmesi, bahçe içi hijyen koşullarına dikkat edilmesi büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

Özçatalbaş, O., & Ertürk, Ü. (2004). Antalya ili Elmalı ve Korkuteli ilçelerinde tarımsal girdi bayilerinin tarımsal yayım bakımından rolü. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(1), 89-98.

Türkiye İstatistik Kurumu [TÜİK]. (2025). *Bitkisel Üretim İstatistikleri*. TÜİK Haber Bültenleri. https://data.tuik.gov.tr

Türk Patent ve Marka Kurumu. (2018). *Korkuteli Karyağdı Armudu Coğrafi İşaret Tescili* (Tescil No: 336). Antalya Ticaret Borsası.

ADANA TAŞKINLARININ İNCELENMESİ: KAR ERİMESİ, FIRTINA YAĞIŞI VE DENİZ KABARMASINDAN OLUŞAN BİLEŞİK ETKENLERİN COPULA ANALİZİ

Dr. Öğretim Üyesi, Ahmet DURAP

[1]İstanbul Medipol Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, ahmet.durap@medipol.edu.tr, ORCID: 0000-0002-6218-0129

Özet

Adana, Toros kaynaklı Seyhan ve Ceyhan nehirleri, Akdeniz fırtınaları ve Çukurova deltasının kıyısı arasında yer alan bir ova kentidir; Türkiye Taşkın Veri Envanteri 1983–2016 döneminde ilde 26 taşkın kaydetmiştir. Bu çalışma Adana taşkınlarının üç su kaynağını (Toros kar erimesi, fırtına yağışı ve fırtına kabarması) yeniden analiz verileriyle günlük ölçekte nicelleştirmekte ve bağımlılıklarını copula yöntemiyle incelenmiştir. Kar suyu eşdeğeri CERRA yeniden analizinin 5,5 km çözünürlüklü kar alanlarından Seyhan ve Ceyhan havzaları için hesaplanmış; yağış ERA5, kabarma GTSM-ERA5 ve dalga yüksekliği WAVERYS ürünlerinden alınmıştır. Su yılı maksimumları ±1 günlük eşzamanlılık aralığında örneklenmiş, bağımlılık Gumbel, Clayton ve Frank copulalarıyla temsil edilmiştir. Kar erimesi darbesi ile yağış arasında Kendall tau 0,40 bulunmuş; 10 yıllık marjinallerin birlikte aşılma periyodu bağımsızlık varsayımındaki 100 yıldan 33 yıla inmiştir. Yağış ile kabarma arasında anlamlı bağımlılık saptanmamıştır. Kataloglanan olayların 19 tanesinde en az bir tetikleyici, 20 tanesinde öncül yüzey nemi uç değerdedir. Adana için taşkın erken uyarısı yalnızca yağışa değil, Toros kar örtüsüne, toprak nemine ve kıyıdaki deniz seviyesine de bakmalıdır.

Anahtar kelimeler: bileşik taşkın, kopula, kar erimesi, fırtına kabarması, Adana, CERRA

INVESTİGATİON OF ADANA FLOODS: COPULA ANALYSİS OF COMPOUND FACTORS CONSİSTİNG OF SNOWMELT, STORM RAİNFALL, AND STORM SURGE

Abstract

Adana is a plain city between the Taurus-fed Seyhan and Ceyhan rivers, Mediterranean storms and the coast of the Cukurova delta; the Turkey Flood Data Inventory records 26 floods in the province for 1983–2016. This study quantifies the three water sources of Adana floods (Taurus snowmelt, storm rain and storm surge) at daily resolution from reanalyses and models their dependence with copulas. Snow water equivalent was computed for the Seyhan and Ceyhan basins from the 5.5 km snow fields of the CERRA reanalysis; rain was taken from ERA5, surge from GTSM-ERA5 and wave height from WAVERYS. Water-year maxima were sampled with a ±1 day concurrence window and dependence was represented with Gumbel, Clayton and Frank copulas. Kendall's tau between the snowmelt pulse and rain is 0,40; the joint return period of the two 10-year marginals falls from 100 years under independence to 33 years. No significant dependence was found between rain and surge. In 19 of the catalogued events at least one driver was extreme and in 20 the antecedent surface wetness was high. Flood early warning for Adana should therefore look beyond rain to the Taurus snowpack, the soil and the sea level at the coast.

Keywords: compound flooding, copula, snowmelt, storm surge, Adana, CERRA

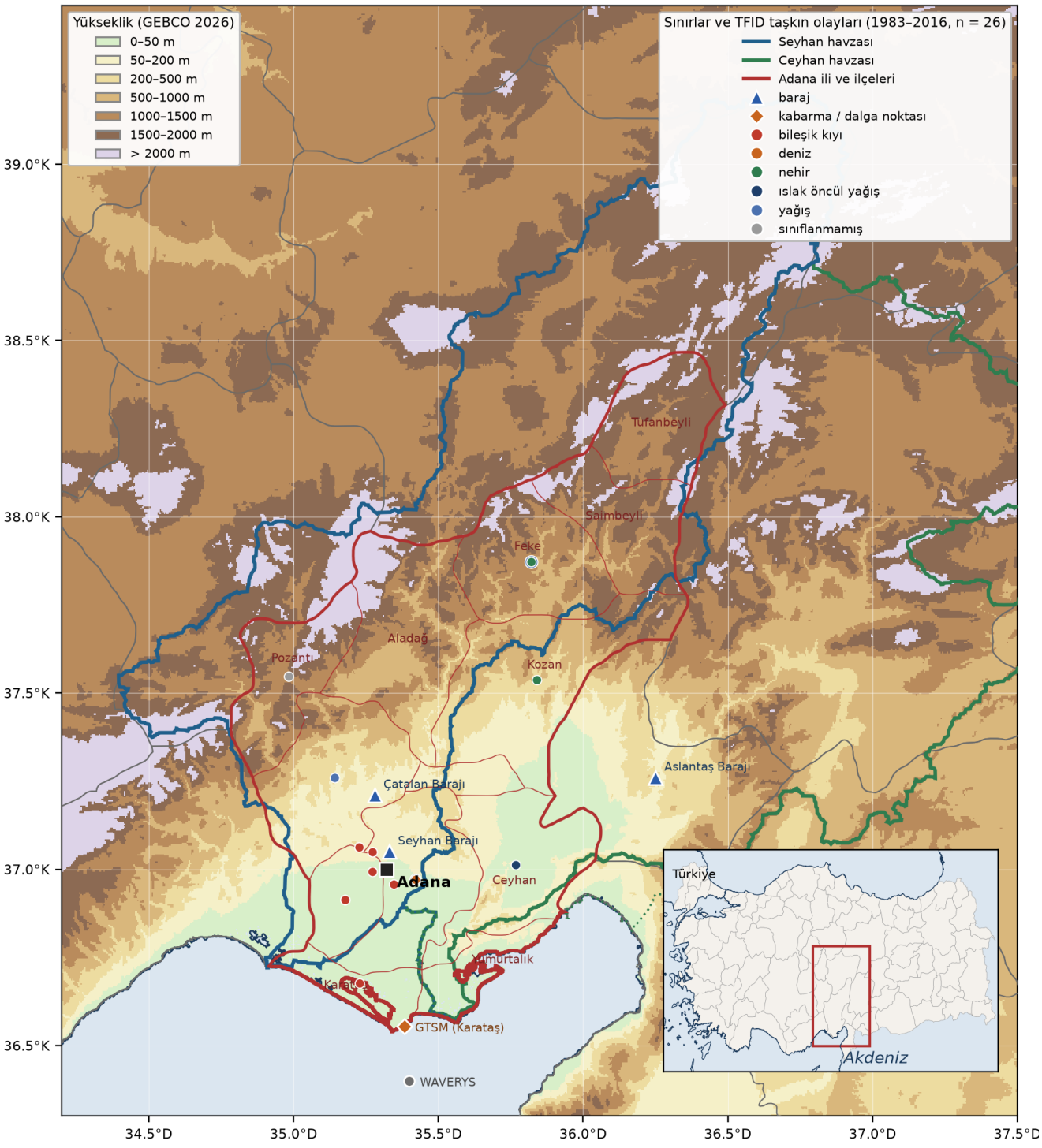
1. GİRİŞ

Kıyı kentlerinde taşkın çoğu zaman aynı fırtına sisteminin ürettiği yağış, nehir akımı ve deniz seviyesi yükselmesinin bir arada gelmesinden doğar (Green vd., 2025; Wahl vd., 2015); ana etmenler arasındaki bağımlılık ihmal edildiğinde ortak dönüş periyotları yanlış hesaplanır ve copula temelli modeller bu nedenle standart araç olmuştur (Bevacqua vd., 2017; Wu vd., 2024). Avrupa'da nehir taşkınlarının çoğunun kar erimesinden ve yağışın doygun toprakla çakışmasından kaynaklandığı (Berghuijs vd., 2019), Akdeniz'de öncül toprak neminin akış katsayısını belirlediği (Tramblay vd., 2023) ve CERRA yeniden analizinin kar üzerine yağış olaylarını bölgesel ölçekte karakterize edebildiği (Cardona-Sastre vd., 2026) gösterilmiştir. Türkiye Taşkın Veri Envanteri (TFID) olayların yerini ve zamanını kaydetmekte fakat mekanizmasını içermemektedir (Haltas vd., 2021; Koç vd., 2020). Adana bu boşluğun en belirgin olduğu illerdendir: il, Toroslardan inen iki büyük nehrin deltasında ve Akdeniz kıyısında yer alır, geniş bölümü taşkına duyarlıdır (Aydin ve Iban, 2022), 1980 Aşağı Ceyhan taşkını on binlerce hektarı sular altında bırakmıştır (Güvel vd., 2024) ve Mersin ile İskenderun körfezleri kıyılarının dörtte biri deniz seviyesi yükselmesine karşı çok yüksek kırılgandır (Aykut ve Tezcan, 2024). Üç su kaynağının Adana'da hangi mevsimde çakıştığı ve çakışmanın olasılığı ise nicel olarak incelenmemiştir.

1.1. Kuramsal Çerçeve

Çalışma Adana taşkınlarını üç suyun bileşik olayı olarak ele alır: Toros kar örtüsünün erimesiyle nehirlere giren su (S), fırtına yağışı (R) ve kıyıda fırtına kabarmasıyla yükselen deniz (M). Günlük seriler yeniden analizlerden türetilmiş, ikili bağımlılıklar Kendall tau ve Arşimet kopulalarıyla modellenmiş, ortak dönüş periyotları

bağımsızlık varsayımıyla karşılaştırılmış ve sonuçlar TFID'deki 26 Adana olayıyla doğrulanmıştır (Şekil 1 ve 2)



Şekil 1. Çalışma alanı

2. YÖNTEM

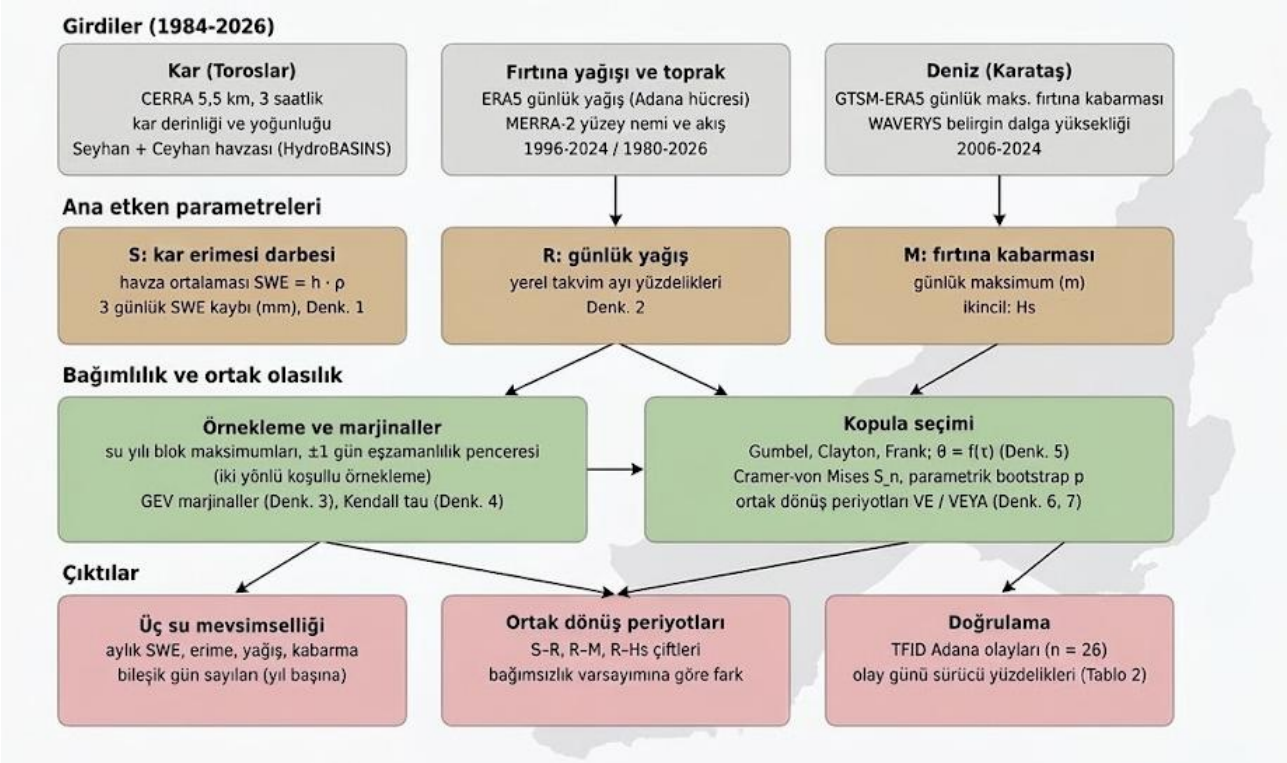
Kar suyu eşdeğeri (SWE), CERRA yeniden analizinin 3 saatlik kar derinliği h ve yoğunluğu ρ alanlarından, Seyhan (20.750 km^2) ve Ceyhan (21.249 km^2) havzalarını örten 1446 adet 5,5 km hücrede havza ortalaması olarak 1984–2026 için hesaplanmış; kar erimesi darbesi S, havza SWE'sinin üç günlük kaybıdır (Denklem 1). Günlük yağış R, ERA5'in Adana kent merkezini içeren 0,25° hücresinden 1996–2026 için (Hersbach vd., 2020), öncül yüzey nemi MERRA-2'den (Gelaro vd., 2017), günlük en yüksek fırtına kabarması M, GTSMv3-ERA5'in Karataş açığındaki noktasından (35,38°D, 36,56°K) 2006–2024 için (Muis vd., 2020) ve belirgin dalga yüksekliği Hs WAVERYS'ten alınmıştır. Her sürücü yerel takvim ayının ampirik yüzdeliğine dönüştürülmüştür (Denklem 1). Olaylar TFID'nin 1980 sonrası Adana kayıtlarıdır (Haltas vd., 2021).

$$SWE_t = \frac{1}{N_b}\sum_{i\in b} h_{i,t}\,\rho_{i,t}, S_t = \sum_{k=0}^{2} \max\left(0,\, SWE_{t-k-1} - SWE_{t-k}\right)$$
$$P_t = 100\,\frac{\#\{x_j < x_t :\, m(j) = m(t)\}}{N_{m(t)}} \tag{1}$$

Her çift (S–R, R–M, R–Hs) iki yönlü koşullu örneklemeyle örneklenmiştir: birinci değişkenin su yılı maksimumu ile ikincinin ±1 gün içindeki en yüksek değeri bir çift oluşturur (Wahl vd., 2015); marjinaller GEV dağılımıyla temsil edilmiştir. Bağımlılık Kendall tau ile ölçülmüş, Gumbel, Clayton ve Frank kopulalarının parametreleri tau'nun tersinden elde edilmiş (Denklem 2) ve uyum, sözde gözlemler üzerinde Cramér–von Mises istatistiği ile 200 örneklemli parametrik bootstrap p değeriyle sınanmıştır. Ortak dönüş periyotları, iki sürücünün birlikte (VE) ve en az birinin (VEYA) aşıldığı senaryolar için Denklem 3 ile hesaplanmış ve bağımsızlık varsayımıyla karşılaştırılmıştır (Bevacqua vd., 2017). Doğrulama için her olayın ±1 günlük penceresinde sürücülerin yerel ay yüzdelikleri hesaplanmış ve 90. yüzdelik eşiğine göre çakışmalar sayılmıştır.

$$C_G(u,v) = e^{-\left[(-\ln u)^\theta + (-\ln v)^\theta\right]^{1/\theta}}, \theta = \frac{1}{1-\tau}$$
$$C_C(u,v) = \left(u^{-\theta} + v^{-\theta} - 1\right)^{-1/\theta}, \theta = \frac{2\tau}{1-\tau} \tag{2}$$
$$C_F(u,v) = -\frac{1}{\theta}\ln\left[1 + \frac{\left(e^{-\theta u} - 1\right)\left(e^{-\theta v} - 1\right)}{e^{-\theta} - 1}\right], \tau = 1 - \frac{4}{\theta}\left[1 - D_1(\theta)\right]$$

$$T_{\mathrm{VE}} = \frac{\mu}{1 - u - v + C(u,v)}, T_{\mathrm{VEYA}} = \frac{\mu}{1 - C(u,v)}$$
$$u = 1 - \frac{1}{T_a}, v = 1 - \frac{1}{T_b} \tag{3}$$



Şekil 2. Çalışmanın iş akışı: girdiler, üç sürücü serisi, örnekleme ve kopula seçimi, çıktılar ve doğrulama

3. BULGULAR

3.1. Üç suyun mevsimselliği

Havza ortalaması kar suyu eşdeğeri Şubat ayında en yüksektir (yıllık tepe ortalaması 68 mm), erime darbesi Nisan ayında tepe yapar; Adana'da yağış Aralık, Karataş'ta kabarmanın 95. yüzdeliği Mart ayında en yüksektir (Şekil 3a). Kataloglanan 26 olayın 13 tanesi Mart–Mayıs aylarında, yani erime tepesi ile yağış mevsiminin çakıştığı dönemde gerçekleşmiştir. Yağış ile erime darbesinin aynı pencerede uç değer aldığı bileşik günler yılda ortalama 0,7, yağış ile kabarmanın birlikte uç değer aldığı günler yılda ortalama 1,2 kez görülmektedir (Şekil 3d).

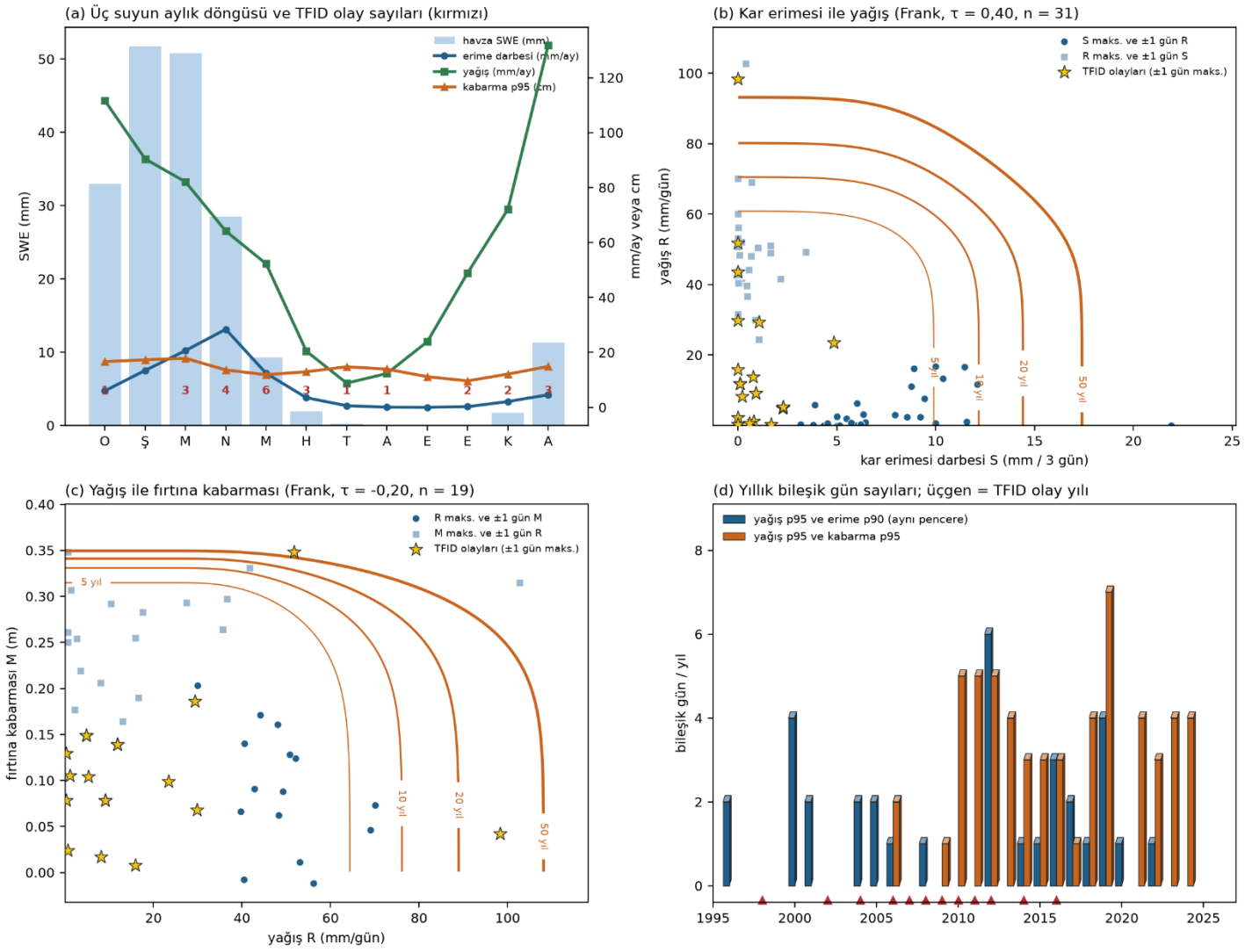
3.2. Bağımlılık ve ortak dönüş periyotları

Kar erimesi darbesi ile yağış arasında pozitif ve anlamlı bir bağımlılık vardır (n = 31, Kendall tau = 0,40, p = 0,001); en iyi uyumu Frank kopulası vermiştir (θ = 4,23, bootstrap p = 0,35). Bu çift için 10 yıllık marjinallerin birlikte aşılma (VE) dönüş periyodu bağımsızlık varsayımındaki 100 yıldan 33 yıla inmekte, en az birinin aşılma (VEYA) periyodu 5,9 yıl olmaktadır. Yağış ile fırtına kabarması arasında anlamlı bir bağımlılık

saptanmamıştır (n = 19, tau = -0,20, p = 0,24); ortak dönüş periyotları bağımsızlık varsayımından ayırt edilememektedir (VE: 96 yıl). Yağış ile dalga yüksekliği arasında anlamlı bir bağımlılık saptanmamıştır (n = 19, tau = 0,05, p = 0,78); ortak dönüş periyotları bağımsızlık varsayımından ayırt edilememektedir (VE: 65 yıl). Tablo 1 uyumları özetlemekte, Şekil 3b ve 3c en iyi kopulanın VE dönüş periyodu eğrilerini ve kataloglanan olayların konumunu göstermektedir.

Tablo 1. Sürücü çiftleri için örneklem büyüklüğü, Kendall tau ve p değeri, en iyi kopula ve parametresi, bootstrap p değeri ve 10 yıllık marjinallerin ortak VE dönüş periyodu (bağımsızlıkta 100 yıl)

Çift	n	Dönem	Kendall τ	p	Kopula	θ	p (bootstrap)	T_VE (yıl)
S–R	31	1996–2026	0,40	0,001	Frank	4,23	0,35	33
R–M	19	2006–2023	-0,20	0,238	Frank	0,09	0,94	96
R–Hs	19	2006–2025	0,05	0,779	Gumbel	1,05	0,03	65



Şekil 3. (a) Havza SWE'si, erime darbesi, Adana yağışı ve Karataş kabarmasının aylık döngüsü ile TFID olaylarının aylık sayıları; (b) kar erimesi darbesi–yağış ve (c) yağış–kabarma çiftlerinin su yılı maksimumları, en iyi kopulanın VE ortak dönüş periyodu eğrileri ve kataloglanan olaylar; (d) yıllık bileşik gün sayıları

26 olayın 15 tanesinde yağış, 2 tanesinde kar erimesi darbesi ve 9 tanesinde fırtına kabarması yerel ayının 90. yüzdeliğini aşmış; 20 olayda öncül yüzey nemi 75. yüzdeliğin üzerindedir. 6 olayda yağış ve kabarma birlikte uç değerdedir ve toplam 19 olayda en az bir su kaynağı uç değerdedir. Yağış yüzdeliği en yüksek üç olay şunlardır: 09.11.2012 Yüreğir (yağış p100, erime p0, kabarma p81); 04.01.2002 Yüreğir (yağış p100, erime p0, kabarma veri yok); 12.12.2010 Seyhan (yağış p99, erime p17, kabarma p100).

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Adana'nın ilkbahar ağırlıklı taşkın mevsimselliği Toros kar örtüsünün erime tepesiyle örtüşür; ancak ilkbahar olaylarının yalnızca 1 tanesinde havza ölçeğindeki erime darbesi uç değerdeyken olayların 20 tanesinde öncül yüzey nemi yüksektir. Kar erimesinin kent taşkınına katkısı bu nedenle doğrudan bir darbe olarak değil, ilkbahar boyunca toprağı ve nehirleri dolu tutan bir arka plan olarak okunmalıdır (Berghuijs vd., 2019). İkincisi, kar erimesi darbesi ile fırtına yağışı arasındaki pozitif bağımlılık (tau = 0,40) yılın en büyük erime darbelerinin ılık ve yağışlı fırtına sistemleriyle çakıştığını göstermektedir; bu çift için bağımsızlık varsayımı birlikte aşılma dönüş periyodunu 3 kat abartmaktadır. Yağış ile fırtına kabarması arasında ise 19 su yıllık örneklemde anlamlı bir bağımlılık saptanamamıştır (tau = -0,20, p = 0,24); kabarmanın 90. yüzdeliği aştığı 9 olay, kıyıdaki bileşik senaryonun var olduğunu fakat yıllık maksimumlar ölçeğinde henüz istatistiksel olarak belirlenemediğini göstermektedir. Üçüncüsü, olayların büyük çoğunluğunda en az bir sürücü uç değerdedir. Sınırlamalar açıktır: ERA5 konvektif yağış tepelerini küçümser, GTSM kabarması dalga kabarmasını içermez (Toomey vd., 2022), deniz serileri 19 su yılıyla sınırlıdır ve Seyhan ile Çatalan barajları erime suyunu düzenler. Bulgular, Adana için taşkın erken uyarısının yağış tahmininin yanında Toros kar suyu eşdeğerinin, toprak neminin ve kıyıdaki deniz seviyesinin izlenmesine de dayanması gerektiğini göstermektedir; gelecek çalışma modeli baraj çıkışları ve gözlenmiş nehir seviyeleriyle bağlayacak ve üçlü bağımlılığı asma kopula ile ele alacaktır.

KAYNAKLAR

Aydin, H. E. ve Iban, M. C. (2022). Predicting and analyzing flood susceptibility using boosting-based ensemble machine learning algorithms with SHapley Additive exPlanations. *Natural Hazards*, *116*(3), 2957–2991. https://doi.org/10.1007/s11069-022-05793-y

Aykut, F. ve Tezcan, D. (2024). Evaluating Sea Level Rise Impacts on the Southeastern Türkiye Coastline: a Coastal Vulnerability Perspective. *PFG – Journal of Photogrammetry, Remote Sensing and Geoinformation Science*, *92*(4), 335–352. https://doi.org/10.1007/s41064-024-00284-0

Berghuijs, W. R., Harrigan, S., Molnar, P., Slater, L. J. ve Kirchner, J. W. (2019). The Relative Importance of Different Flood-Generating Mechanisms Across Europe. *Water Resources Research*, *55*(6), 4582–4593. https://doi.org/10.1029/2019wr024841

Bevacqua, E., Maraun, D., Hobæk Haff, I., Widmann, M. ve Vrac, M. (2017). Multivariate statistical modelling of compound events via pair-copula constructions: analysis of floods in Ravenna (Italy). *Hydrology and Earth System Sciences*, *21*(6), 2701–2723. https://doi.org/10.5194/hess-21-2701-2017

Cardona-Sastre, T., García-Ortega, E. ve Merino, A. (2026). Characterization of rain-on-snow events in the Cantabrian Mountains (1985–2020). *Natural Hazards*, *122*(10), 419. https://doi.org/10.1007/s11069-026-08139-0

Gelaro, R., McCarty, W., Suárez, M. J., Todling, R., Molod, A., Takacs, L., …, Zhao, B. (2017). The Modern-Era Retrospective Analysis for Research and Applications, Version 2 (MERRA-2). *Journal of Climate*, *30*(14), 5419–5454. https://doi.org/10.1175/jcli-d-16-0758.1

Green, J., Haigh, I. D., Quinn, N., Neal, J., Wahl, T., Wood, M., …, Camus, P. (2025). Review article: A comprehensive review of compound flooding literature with a focus on coastal and estuarine regions. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, *25*(2), 747–816. https://doi.org/10.5194/nhess-25-747-2025

Güvel, Ş., Akgül, M. A. ve Yurtal, R. (2024). Examining the Effects of a Flood Event in the Lower Ceyhan Basin in 1980 Using Historical Satellite Data. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, *39*(1), 85–93. https://doi.org/10.21605/cukurovaumfd.1459386

Haltas, I., Yildirim, E., Oztas, F. ve Demir, I. (2021). A comprehensive flood event specification and inventory: 1930–2020 Turkey case study. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, *56*, 102086. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2021.102086

Hersbach, H., Bell, B., Berrisford, P., Hirahara, S., Horányi, A., Muñoz-Sabater, J., …, Thépaut, J. (2020). The ERA5 global reanalysis. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, *146*(730), 1999–2049. https://doi.org/10.1002/qj.3803

Koç, G., Petrow, T. ve Thieken, A. (2020). Analysis of the Most Severe Flood Events in Turkey (1960–2014): Which Triggering Mechanisms and Aggravating Pathways Can be Identified?. *Water*, *12*(6), 1562. https://doi.org/10.3390/w12061562

Muis, S., Apecechea, M. I., Dullaart, J., de Lima Rego, J., Madsen, K. S., Su, J., …, Verlaan, M. (2020). A High-Resolution Global Dataset of Extreme Sea Levels, Tides, and Storm Surges, Including Future Projections. *Frontiers in Marine Science*, *7*, 263. https://doi.org/10.3389/fmars.2020.00263

Toomey, T., Amores, A., Marcos, M. ve Orfila, A. (2022). Coastal sea levels and wind-waves in the Mediterranean Sea since 1950 from a high-resolution ocean reanalysis. *Frontiers in Marine Science*, *9*, 991504. https://doi.org/10.3389/fmars.2022.991504

Tramblay, Y., Arnaud, P., Artigue, G., Lang, M., Paquet, E., Neppel, L. ve Sauquet, E. (2023). Changes in Mediterranean flood processes and seasonality. *Hydrology and Earth System Sciences*, *27*(15), 2973–2987. https://doi.org/10.5194/hess-27-2973-2023

Wahl, T., Jain, S., Bender, J., Meyers, S. D. ve Luther, M. E. (2015). Increasing risk of compound flooding from storm surge and rainfall for major US cities. *Nature Climate Change*, *5*(12), 1093–1097. https://doi.org/10.1038/nclimate2736

Wu, Y., Haigh, I. D., Gao, C., Jenkins, L. J., Green, J., Jane, R., …, Wu, N. (2024). Compound Flooding Potential from the Joint Occurrence of Precipitation and Storm Surge in the Qiantang Estuary, China. *Journal of Hydrometeorology*, *25*(5), 735–753. https://doi.org/10.1175/jhm-d-23-0102.1

GELENEKSEL FOSFORLU GÜBRELER VE KAN UNU UYGULAMALARININ BUĞDAY VERİMİNE ETKİLERİ

Zir. Müh. Türker TAŞDEMİR[1], Prof. Dr. Mehmet ZENGİN[2]

[1]Selçuk Üniversitesi, Ziraat, ttasdemir90@gmail.com, 0009-0004-9010-7385

[2]Selçuk Üniversitesi, Ziraat, mzengin@selcuk.edu.tr, 0000-0001-9330-0253

Özet

Bu çalışma, ülkemizde geleneksel olarak kullanılan farklı fosforlu gübreler ve mezbaha atığı olarak tarımda değerlendirilen kan ununun farklı şekillerde uygulamalarının sulu koşullarda yetiştirilen ekmeklik buğdayın tane verimine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Killi tın tekstürlü, hafif alkalin pH'lı, tuzsuz, aşırı kireçli, az organik maddeli ve orta düzeyde fosfor içeren bir toprağa sahip tarla koşullarında, tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulan denemede, ekimde tabana 11 farklı uygulama (kontrol, 5 kg P_2O_5 da^{-1} olacak şekilde DAP ve 20.20.0, %20 azaltılmış DAP, %20 azaltılmış 20.20.0, 100 kg kan unu da^{-1}, 200 kg kan unu da^{-1}, "%20 azaltılmış DAP + 100 kg kan unu da^{-1}", "%20 azaltılmış 20.20.0 + 100 kg kan unu da^{-1}", "%20 azaltılmış DAP + 200 kg kan unu da^{-1}" ve "%20 azaltılmış 20.20.0 + 200 kg kan unu da^{-1}") gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda, uygulamaların tane verimine etkileri istatistiksel olarak ($p<0.01$) önemli bulunmuştur. Tane verimi uygulamalara bağlı olarak değişmekle birlikte, kontrole göre %1.5 ve %28.2 arasındaki oranlarda artışlar belirlenmiştir. En yüksek tane verimi (1066.9 kg da^{-1}) "%20 azaltılmış 20.20.0 + 200 kg kan unu da^{-1}" uygulamasında belirlenmiş olup kontrol, DAP, 20.20.0, %20 azaltılmış 20.20.0 ve 200 kg kan unu da^{-1} uygulamaları hariç diğer tüm uygulamalar arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır. Elde edilen sonuçlara göre, tane verimi bakımından geleneksel fosforlu gübreler ile kan unu arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olmamakla birlikte ekonomiklik analizleri sonucuna göre yüksek verim için "%20 azaltılmış 20.20.0 + 100 kg kan unu da^{-1}" uygulaması önerilebilir.

Anahtar kelimeler: Buğday, fosforlu gübreler, kan unu, mezbaha atıkları, tane verimi

EFFECTS OF TRADITIONAL PHOSPHORUS FERTILIZERS AND BLOOD MEAL APPLICATIONS ON WHEAT YIELD

Abstract

This study was conducted to determine the effects of different application methods of various phosphorus fertilizers traditionally used in our country and blood meal, a byproduct of slaughterhouses utilized in agriculture, on the grain yield of bread wheat grown under irrigated conditions. In a field trial set up in triplicate using a randomized block design on a soil with a loamy-clay texture, slightly alkaline pH, no salinity, high lime content, low organic matter, and moderate phosphorus levels, 11 different treatments (control, DAP, 20.20.0 as 50 kg P_2O_5 ha^{-1}, 20% reduced DAP, 20% reduced 20.20.0, 1.000 kg blood meal ha^{-1}, 2.000 kg blood meal ha^{-1}, "20% reduced DAP + 1.000 kg blood meal ha^{-1}," "20% reduced 20.20.0 + 1.000 kg blood meal ha^{-1}," "20% reduced DAP + 2.000 kg blood meal ha^{-1}," and "20% reduced 20.20.0 + 2.000 kg blood meal ha^{-1}" were applied to the soil at planting. The results of the study showed that the treatments had a statistically significant ($p<0.01$) effect on grain yield. Although grain yield varied depending on the treatments, increases ranging from 1.5% to 28.2% compared to the control were observed. The highest grain yield (10.669 kg ha^{-1}) was observed in the "20% reduced 20.20.0 + 2.000 kg blood meal ha^{-1}" treatment; no statistically significant differences were found among all other treatments except the control, DAP, 20.20.0, 20% reduced 20.20.0, and 2.000 kg blood meal ha^{-1} treatments. According to the results obtained, while there was no statistically significant difference in grain yield between traditional phosphorus fertilizers and blood meal, according to economic analyses results, the "20% reduced 20.20.0 + 1.000 kg blood meal ha^{-1}" application may be recommended for high yield.

Keywords: Blood meal, grain yield, phosphorus fertilizers, slaughterhouse waste, wheat

İKLİM RİSKLERİNİN GÖLGESİNDE: FİZİKSEL VE GEÇİŞ RİSKİ ŞOKLARININ AVRUPA AĞIRLIKLI GELİŞMİŞ ÜLKE BORSALARIYLA İLİŞKİSİ

Dr., Denizcan TAMER

Ardahan Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Muhasebe-Finansman, denizcantamer, 0000-0002-5507-8994

Özet

Bu çalışma, fiziksel ve geçiş kaynaklı iklim riski şoklarının Avrupa ağırlıklı gelişmiş ülke borsalarıyla ilişkisini incelemektedir. Örneklem, DAX, FTSE 100, CAC 40, S&P/ASX 200, BEL 20, IBEX 35 ve OMXC20 endekslerinden oluşmakta ve Ocak 2005'ten itibaren her piyasa için 4.752 günlük gözlemden ve toplam 33.264 borsa-gün gözleminden oluşmaktadır. Fiziksel Risk Endeksi (PRI) ile Geçiş Riski Endeksi (TRI) temel açıklayıcı değişkenlerdir. Küresel risk iştahı ve finansal stres koşullarını denetlemek amacıyla VIX ile Office of Financial Research tarafından yayımlanan ABD finansal stres bileşeni modele eklenmiştir. Değişen varyans, panel içi seri korelasyon ve yatay kesit bağımlılığı dikkate alınarak katsayılara ilişkin çıkarım Driscoll-Kraay standart hataları ve Beck-Katz panel-düzeltilmiş standart hatalarıyla yapılmıştır. Her iki yaklaşımda da TRI katsayısı negatif ve istatistiksel olarak anlamlı, PRI katsayısı ise istatistiksel olarak anlamsızdır. VIX ve ABD finansal stres bileşenlerinin katsayıları pozitiftir. Bulgular, beklenmedik geçiş riski haberlerinin geniş piyasa endeksleri bakımından fiziksel risk haberlerine kıyasla daha etkili bir bilgi içeriği taşıyabileceğini göstermektedir. Çalışma, aynı iklim haberi göstergelerini uzun zaman boyutuna sahip bir piyasa panelinde iki alternatif sağlam çıkarım yaklaşımı altında karşılaştırarak literatüre tamamlayıcı bir katkı sunmaktadır. Sonuçlar, yatırımcılar açısından geçiş politikalarına ilişkin haber akışlarının, şirketler açısından ise emisyon yoğunluğu, uyum maliyetleri ve geçiş planlarına yönelik şeffaflığın önemini ortaya koymaktadır.

Anahtar kelimeler: İklim riski, fiziksel risk, geçiş riski, hisse senedi piyasaları, panel veri.

IN THE SHADOW OF CLIMATE RISKS: THE RELATIONSHIP BETWEEN PHYSICAL AND TRANSITION RISK SHOCKS AND STOCK MARKETS IN PREDOMINANTLY EUROPEAN ADVANCED ECONOMIES

Abstract

This study examines the relationship between physical and transition climate-risk shocks and stock markets in predominantly European advanced economies. The sample comprises the DAX, FTSE 100, CAC 40, S&P/ASX 200, BEL 20, IBEX 35, and OMXC20 indices, covering 4,752 daily observations for each market from January 2005 onward and a total of 33,264 market-day observations. The Physical Risk Index (PRI) and Transition Risk Index (TRI) constitute the main explanatory variables. To control for global risk appetite and financial stress conditions, the VIX and the US financial stress component published by the Office of Financial Research are incorporated into the model. Accounting for heteroskedasticity, within-panel serial correlation, and cross-sectional dependence, statistical inference regarding the estimated coefficients is conducted using Driscoll–Kraay standard errors and Beck–Katz panel-corrected standard errors. Under both approaches, the coefficient on TRI is negative and statistically significant, whereas the coefficient on PRI is statistically insignificant. The coefficients on the VIX and the US financial stress component are positive. The findings indicate that unexpected transition-risk news may contain more consequential information for broad market indices than physical-risk news. By comparing the same climate-news indicators within a market panel characterized by a long time dimension using two alternative robust inference methods, this study provides a complementary contribution to the literature. The results underscore the importance of transition-policy-related news flows for investors and of transparency concerning emissions intensity, compliance costs, and transition plans for firms.

Keywords: Climate risk, physical risk, transition risk, equity markets, panel data.

1. GİRİŞ

İklim değişikliği üretim kapasitesi, iş gücü verimliliği, tedarik zincirleri, sigortalanabilirlik ve finansman maliyetleri üzerinden şirketlerin beklenen nakit akımlarını ve varlık değerlerini etkileyen bir risk unsurudur. Aşırı hava olayları ile kalıcı sıcaklık artışları fiziksel sermaye üzerinde doğrudan kayıplar yaratabilirken, düşük karbonlu ekonomiye geçiş düzenleme, teknoloji ve talep kanalları üzerinden yeniden fiyatlama baskısı oluşturabilmektedir (Batten, 2018; Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 2023).

Finansal etkiler iki temel kanal üzerinden açıklanabilir. İlk kanalda iklim olayları ve geçiş politikaları gelecekteki nakit akımlarını değiştirmekteyken, ikinci kanalda ise yatırımcıların talep ettiği risk primi ve iskonto oranı etkilenmektedir. Karbon yoğun şirketler ise düzenleyici uyum maliyetleri ve atıl varlık riskiyle karşılaşabilirken, düşük karbonlu şirketler teknolojik dönüşüm ve yatırımcı tercihlerinden yararlanabilir. Bu nedenle iklim riskinin piyasa etkisi tek yönlü değildir ve sektör bileşimine göre farklılaşabilir (Bolton ve Kacperczyk, 2021, 2023; Pástor vd., 2021).

Bu bildirinin amacı, fiziksel ve geçiş riski haber şoklarının Avrupa ağırlıklı seçilmiş gelişmiş ülke borsa endeksleriyle ilişkisini incelemektir. Çalışmada Bua vd. (2024) tarafından geliştirilen günlük PRI ve TRI serileri, VIX ve ABD finansal stres bileşeniyle aynı modelde değerlendirilmektedir. Bu çalışmanın bulguları, firma veya sektör düzeyindeki heterojenlik yerine geniş piyasa endekslerinde ortaya çıkan ortak ortalama ilişkiye odaklanması bakımından tamamlayıcı niteliktedir.

Çalışmanın katkısı üç noktada toplanmaktadır. İlk olarak fiziksel ve geçiş riskine ilişkin aynı günlük haber göstergeleri ortak bir model içinde karşılaştırılmaktadır. İkinci olarak uzun zaman boyutuna sahip dengeli panel, piyasa düzeyindeki ortalama ilişkinin iki farklı sağlam kovaryans tahmini altında test edilmesine imkan vermektedir. Üçüncü olarak sonuçların kapsamı, ölçüm biçimi ve gözlemsel tasarım açıkça sınırlandırılarak katsayıların nedensel etki şeklinde aşırı yorumlanmasının önüne geçilmektedir.

2. KURAMSAL ÇERÇEVE VE HİPOTEZLER

İklimle ilişkili finansal riskler fiziksel risk ve geçiş riski başta olmak üzere iki ana başlıkta ele alınmaktadır (Carney, 2015). Fiziksel risk sel, kuraklık, fırtına ve sıcak hava dalgası gibi ani gerçekleşen olaylarla sıcaklık ve deniz seviyesi artışı gibi kronik süreçlerin ekonomik varlıklar üzerindeki etkisini ifade etmektedir. Geçiş riski ise karbon fiyatlaması, düzenleyici değişiklikler, teknolojik yenilikler, hukuki yükümlülükler ve tüketici tercihlerindeki değişimlerden kaynaklanmaktadır. Fiziksel kayıplar çoğu zaman yerel ve sektörel iken geçiş haberleri birçok sektörü aynı anda etkileyebilen ortak bir yeniden fiyatlama sinyali üretebilir.

2.1. Fiziksel ve Geçiş Riski Endekslerinin Ölçümü

PRI ve TRI, iklim riskinin toplam düzeyini değil, fiziksel ve geçiş risklerine ilişkin günlük beklenmedik haber bileşenlerini temsil etmektedir. Endeksler, iklimle ilgili terim ve sözcüklerle, Reuters haberleri arasındaki metin benzerliğine ve bu serilerin AR(1) süreçlerinden elde edilen artıklarına dayanmaktadır (Bua vd., 2024; Engle vd., 2020). Yatırımcı dikkati ve tercihleri de yeşil ve karbon yoğun varlıkların göreceli fiyatlarını etkileyebilmektedir (Choi vd., 2020; Krueger vd., 2020). Fiziksel şokların fiyatlanmasına ilişkin bulgular ise varlık türü, ülke ve coğrafi etkilere göre heterojen bir niteliktedir (Pagnottoni vd., 2022; Painter, 2020; Zhang, 2022).

Endekslerin oluşturulmasında fiziksel ve geçiş riskine ilişkin kurumsal belgelerden ayrı sözlükler türetilmiş, Reuters haberleri günlük belgeler haline getirilerek aynı metin işleme süreçlerinden geçirilmiştir. Terim sıklığı ile ters belge sıklığı ağırlıklarıyla oluşturulan haber vektörleri ile iklim belgeleri arasındaki kosinüs benzerliği iki ayrı medya endişesi serisi üretmiştir. Bu serilerin AR(1) süreçlerinden kalan artıklar PRI ve TRI olarak tanımlanmıştır. Bua vd. (2024), Ocak 2005-Ekim 2021 döneminde 2,5 milyondan fazla İngilizce haberi taramış ve filtreleme sonrasında 1.096.392 haberi kullanmıştır. Bu yapı, değişkenlerin iklim riskinin seviyesi değil, beklenmeyen günlük haber yeniliği olarak yorumlanmasını gerektirmektedir.

Metin tabanlı göstergeler piyasa katılımcılarının aynı anda karşılaştığı bilgi akışını ölçme avantajına sahiptir. Buna karşılık haber kapsamı, dil, kaynak seçimi ve sözlük yapısına duyarlıdır. Ayrıca küresel bir fiziksel risk haberi, her ülkenin fiili afet maruziyetiyle bire bir örtüşmeyebilir. Bu nedenle PRI ve TRI katsayıları doğrudan maddi kayıp büyüklüğü olarak değil, haber şoklarıyla endeks düzeyleri arasındaki koşullu eş hareket olarak değerlendirilmelidir (Bua vd., 2024; Engle vd., 2020).

2.2. Literatürdeki Ampirik Bulgular ve Aktarım Kanalları

İklim haberlerinin fiyatlara etkisi, beklenen nakit akımı ve iskonto oranı kanallarının yanında yatırımcı dikkati üzerinden de gerçekleşebilir. Küresel ısınmaya yönelik olağan dışı dikkat dönemleri yatırımcıların iklim bilgisini işleme biçimini etkileyebilmekte ve kurumsal yatırımcılar özellikle düzenleyici riskleri finansal açıdan önemli görmektedir (Choi vd., 2020; Krueger vd., 2020). Engle vd. (2020) ise iklim haber yeniliklerinin dinamik korunma portföylerinde kullanılabileceğini göstererek metin tabanlı ölçümlerin varlık fiyatlamasındaki bilgi değerini ortaya koymuştur.

Geçiş riskine ilişkin çalışmalar karbon yoğunluğunun beklenen getiriler ve şirket değerlemeleriyle bağlantılı olabildiğini göstermektedir. Karbon yoğun şirketler, gelecekteki düzenleme ve uyum maliyetleri için daha

yüksek bir risk primiyle karşılaşabilmektedir. Yeşil varlıklar ise yatırımcı tercihlerindeki değişimden olumlu etkilenebilmektedir (Bolton & Kacperczyk, 2021, 2023; Pástor vd., 2021). Bununla birlikte geniş piyasa endeksleri farklı karbon yoğunluklarına sahip sektörleri bir araya getirdiğinden şirket düzeyindeki güçlü tepkiler toplulaştırma sırasında zayıflayabilmektedir.

Fiziksel riske ilişkin bulgular da maruziyet ölçüsüne ve varlık sınıfına göre değişmektedir. Painter (2020), fiziksel iklim maruziyetinin belediye tahvillerinde borçlanma maliyetleriyle ilişkili olduğunu belirtirken, diğer bazı çalışmalarda uluslararası hisse senedi piyasalarında doğal afet tepkilerinin ülke ve olay türüne göre heterojen olduğu belirtilmektedir (Pagnottoni vd., 2022). Zhang (2022) çalışmasında, geçiş ve fiziksel risk duyarlılığının küresel hisse senetlerinde aynı büyüklükte ve yönde ortaya çıkmadığını belirtmiştir. Bu heterojenlik, geniş endekslerde fiziksel risk katsayısının daha zayıf görünmesi için kuramsal bir açıklama sunmaktadır.

2.3. Hipotezler

Geçiş haberi şoklarının karbon fiyatlaması, düzenleyici yükümlülükler, teknoloji yatırımları ve atıl varlık beklentileri üzerinden kısa dönemde değerlemeler üzerinde baskı oluşturması beklenmektedir. Düşük karbonlu şirketlerin olası kazançlarına rağmen, uyum maliyetlerinin geniş endeksteki ortalama etkisinin negatif olacağı öngörülmektedir.

H1: Geçiş riski haber şokları borsa endeksleriyle negatif ve istatistiksel olarak anlamlı ilişkilidir.

Fiziksel haber şokları üretim kesintileri, varlık kayıpları ve sigorta maliyetleri aracılığıyla şirket değerlerini azaltabilir. Etkinin yerel niteliği geniş endeks düzeyinde zayıflamaya yol açabilse de kuramsal beklenti negatif yönlüdür.

H2: Fiziksel risk haber şokları borsa endeksleriyle negatif ve istatistiksel olarak anlamlı ilişkilidir.

3. VERİ SETİ VE YÖNTEM

3.1. Veri Seti

Örneklem DAX, FTSE 100, CAC 40, S&P/ASX 200, BEL 20, IBEX 35 ve OMXC20 endekslerinden oluşmaktadır. Her piyasa için Ocak 2005'ten itibaren 4.752 günlük gözlem kullanılmış ve dengeli panelde 33.264 borsa-gün gözlemine ulaşılmıştır. Borsa endeksleri ve VIX Investing.com'dan, ABD finansal stres bileşeni Office of Financial Research'ten, PRI ve TRI ise Economic Policy Uncertainty veri tabanından alınmıştır (Economic Policy Uncertainty, t.y.; Investing.com, t.y.; Office of Financial Research, t.y.). VIX,

izleyen 30 güne ilişkin opsiyon temelli beklenen volatiliteyi; ABD finansal stres bileşeni ise piyasa kaynaklı sistemik stres koşullarını temsil etmektedir (Cboe Global Markets, t.y.; Monin, 2019).

Endekslerin ülke karşılıkları sırasıyla Almanya, Birleşik Krallık, Fransa, Avustralya, Belçika, İspanya ve Danimarka'dır. Örneklem, farklı piyasa büyüklüklerini aynı uzun dönem içinde gözlemlemeye olanak verirken, açıklayıcı değişkenlerin her borsa için aynı gün değerini alması tanımlayıcı değişimin esas olarak zaman boyutundan gelmesine yol açmaktadır. Ayrıca farklı işlem takvimleri ve saat dilimleri, aynı tarihli haber göstergesi ile kapanış değeri arasında eşanlılık sorunu yaratabilir. Bu hususlar sonuçların genellenmesi ve nedensel yorumlanması bakımından dikkate alınmıştır.

VIX, S&P 500 endeksi opsiyon fiyatlarından türetilen ve izleyen 30 güne ilişkin beklenen oynaklığı yansıtan piyasa temelli bir göstergedir (Cboe Global Markets, t.y.). OFR Finansal Stres Endeksi ise kredi, hisse senedi değerlemesi, fonlama, güvenli varlıklar ve volatilite kategorilerindeki günlük piyasa göstergelerini birleştirir; bu çalışmada endeksin ABD kaynaklı bileşeni kullanılmıştır (Monin, 2019; Office of Financial Research, t.y.). İki kontrol değişkeni benzer küresel risk koşullarını kısmen yansıtabileceğinden, katsayıları diğer değişkenler sabitken ortaya çıkan kısmi ilişkiler olarak okunmalıdır.

3.2. Model Tahmini ve Yaklaşım

Bağımlı değişken, yedi borsa endeksinin logaritmik düzeyidir. Açıklayıcı değişkenler bütün borsalar için aynı gün değerini aldığından katsayılar, piyasalar için ortak ortalama koşullu ilişkiyi göstermektedir. Tahmin edilen model aşağıdaki gibidir:

$$lnEndeks_{i,t} = \alpha + \beta_1 TRI_t + \beta_2 PRI_t + \beta_3 VIX_t + \beta_4 ABDFSI_t + \varepsilon_{i,t}$$

Modelde i alt indisi borsa endeksini, t alt indisi günü, α sabit terimi ve ε hata terimini göstermektedir. β_1 ve β_2 sırasıyla geçiş ve fiziksel risk haber şoklarının logaritmik endeks düzeyiyle koşullu ilişkisini; β_3 ve β_4 ise VIX ile ABD finansal stres bileşeninin kısmi ilişkisini ifade eder. Bağımlı değişken günlük getiri değil logaritmik düzey olduğundan katsayılar kısa dönemli getiri etkisi olarak yorumlanmamıştır.

3.3. Spesifikasyon tesleri

Hata terimlerinin yapısını değerlendirmek amacıyla değişen varyans, panel içi birinci dereceden seri korelasyon ve birimler arası eşanlı bağımlılık testleri kullanılmıştır. Breusch-Pagan/Cook-Weisberg ve Wooldridge testlerinde sıfır hipotezlerinin reddedilmesi sırasıyla değişen varyans ve seri korelasyona; Pesaran ve Friedman testleri ise yatay kesit bağımlılığına işaret etmektedir. Özgün analizde raporlanan istatistikler Tablo 1'de aynen korunmuştur.

Tablo 1: Modele ilişkin spesifikasyon testleri

Test	**P değerleri**
Breusch-Pagan/Cook-Weisberg Test	Chi2(1)= 4.09 Prob > chi2=0.0432
Wooldridge Test	F(1, 6)=1.672.367 Prob >=0.000
Pesaran's test	165.826 Pr=0.0000
Friedman's test	19113,227 Pr=0.0000

Spesifikasyon kontrolleri değişen varyans, panel içi birinci dereceden seri korelasyon ve birimler arası eşanlı bağımlılığa işaret etmektedir. Bu nedenle katsayılara ilişkin çıkarım iki alternatif kovaryans yaklaşımıyla yapılmıştır. Driscoll-Kraay standart hataları, zaman boyutu büyük panellerde genel zamansal ve yatay kesitsel bağımlılık biçimlerine karşı dayanıklıdır (Driscoll & Kraay, 1998; Hoechle, 2007). Beck-Katz PCSE yaklaşımı ise panel heteroskedastisitesi ve birimler arası eşanlı korelasyona göre düzeltilmiş standart hatalar üretir (Beck & Katz, 1995, 1996). İki yaklaşım aynı nokta tahminlerini farklı kovaryans matrisleri altında değerlendirir. Dolayısıyla daha küçük standart hata tek başına yöntem üstünlüğü olarak yorumlanamaz (Wooldridge, 2010).

Driscoll-Kraay yaklaşımının zaman boyutu büyük panellere uygunluğu, örneklemde T = 4.752'nin N = 7'den belirgin biçimde büyük olmasıyla desteklenmektedir. PCSE yaklaşımı ise panel heteroskedastisitesi ve birimler arası eşanlı korelasyona göre düzeltilmiş standart hatalar sağlar. Her iki yaklaşımın aynı nokta tahminlerini farklı kovaryans matrisleri altında değerlendirmesi, işaret ve anlamlılık kararlarının yöntemler arasında karşılaştırılmasına olanak verir ancak daha küçük standart hata tek başına daha güvenilir bir tahmin anlamına gelmez (Beck & Katz, 1995, 1996; Driscoll & Kraay, 1998; Hoechle, 2007).

4.BULGULAR VE TARTIŞMA

Tahmin sonuçları Tablo 2'de sunulmaktadır. İki yaklaşımda nokta tahminleri aynıdır fakat yalnızca standart hatalar ve bunlara bağlı test istatistikleri farklılaşmaktadır.

Tablo 2. İklim riski ve kontrol değişkenlerine ilişkin tahmin sonuçları

Değişken	Katsayı	DK SH	DK p	PCSE SH	PCSE p
Geçiş riski (TRI)	-.8444309	.1450929	0.000	.1340707	0.000
Fiziksel risk (PRI)	.1516517	.1698342	0.372	.1517018	0.317
VIX	.0028758	.0014035	0.041	.0003396	0.000
ABD finansal stresi	.0477168	.0051811	0.000	.0014675	0.000

Tablo 2'de iki yaklaşım altında nokta tahminlerinin aynı, standart hataların ise farklı olduğu görülmektedir. Bunun nedeni iktisadi modelin ve katsayı tahminlerinin değişmemesi, yalnızca hata terimlerine ilişkin kovaryans tahmininin farklılaşmasıdır. PCSE standart hatalarının daha küçük olması, yöntemin otomatik olarak üstün olduğu anlamına gelmez. Bu çalışmadaki sınırlı sağlamlık değerlendirmesi, katsayı işaretlerinin ve temel istatistiksel anlamlılık kararlarının iki yaklaşımda da korunmasına dayanmaktadır.

TRI katsayısı -0,8444309'dur ve hem Driscoll-Kraay hem PCSE yaklaşımında istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0,001$). Böylece H1 desteklenmektedir. Negatif ilişki; düzenleyici uyum harcamaları, karbon fiyatlaması, teknolojik dönüşüm maliyetleri ve atıl varlık olasılığının geniş piyasa değerlemelerinde baskı oluşturabileceği görüşüyle uyumludur (Bolton & Kacperczyk, 2021, 2023; Bua vd., 2024). Bununla birlikte sektör ve şirket ayrımı yapılmadığı için bulgu, bütün şirketlerin aynı yönde etkilendiği anlamına gelmemektedir.

PRI katsayısı 0,1516517 olmakla birlikte Driscoll-Kraay yaklaşımında $p = 0,372$, PCSE yaklaşımında $p = 0,317$'dir. Bu nedenle H2 desteklenmemektedir. Sonuç, fiziksel riskin finansal açıdan önemsiz olduğunu değil, mevcut toplulaştırılmış modelde sıfırdan farklı bir ilişkinin gösterilemediğini ifade eder. Fiziksel olayların coğrafi ve sektörel yoğunlaşması ile küresel bir haber endeksinin ülke maruziyetlerini farklı doğrulukta temsil etmesi, geniş endekslerde etkinin zayıflamasına yol açabilir (Pagnottoni vd., 2022; Zhang, 2022).

VIX ve ABD finansal stres bileşenlerinin katsayıları pozitiftir. Ancak bu sonuç, ABD kaynaklı stres dönemlerinde yatırımcıların Avrupa piyasalarına yöneldiğini tek başına kanıtlamaz. Böyle bir mekanizma için uluslararası fon akımları veya piyasalar arası göreli getiri verileri gerekir. Mevcut katsayılar, diğer değişkenler sabitken ortaya çıkan eşanlı kısmi ilişkiler olarak değerlendirilmelidir.

Bulgular birlikte değerlendirildiğinde geçiş riskinin geniş piyasa düzeyinde daha ortak bir bilgi şoku üretmesi, fiziksel riskin ise coğrafi ve sektörel maruziyet farklılıkları nedeniyle toplulaştırılmış endekslerde seyrelmesi olası bir açıklamadır. Bu yorum, TRI'nin anlamlılığı ile PRI'nin anlamsızlığı arasındaki farkı açıklamaya yardımcı olmakla birlikte doğrudan sınanmış bir mekanizma değildir. Mekanizmanın doğrulanması için

şirketlerin emisyon yoğunluğu, fiziksel varlık konumu ve sektör ağırlıklarıyla etkileşim terimlerinin kurulması gerekir.

5. SONUÇ

Bu bildiri, fiziksel ve geçiş riski haber şokları ile Avrupa ağırlıklı yedi gelişmiş ülke borsa endeksinin logaritmik düzeyleri arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Her iki sağlam çıkarım yaklaşımında geçiş riski katsayısı negatif ve anlamlı, fiziksel risk katsayısı ise anlamsızdır. Bulgular, geçişe ilişkin beklenmedik haberlerin geniş piyasa endekslerinde fiziksel risk haberlerinden daha görünür bir bilgi içeriğine sahip olabileceğini göstermektedir. Yatırımcılar açısından geçiş politikalarına ilişkin haber akışının, şirketler açısından ise emisyon yoğunluğu, uyum maliyetleri ve geçiş planlarına ilişkin şeffaflığın izlenmesi önem taşımaktadır.

Politika yapıcılar açısından sonuçlar, geçişe ilişkin düzenlemelerin öngörülebilir bir takvim, açık hedefler ve tutarlı bilgilendirme ile yürütülmesinin ani yeniden fiyatlama baskısını azaltabileceğine işaret etmektedir. Şirketlerin emisyon yoğunluğu, yatırım gereksinimi, uyum maliyeti ve geçiş planlarına ilişkin karşılaştırılabilir açıklamalar sunması da yatırımcıların haber şoklarını daha sağlıklı değerlendirmesine katkı sağlayabilir. Bununla birlikte bu çıkarımlar, çalışmanın gözlemsel tasarımı içinde ihtiyatla ele alınmalıdır.

Çalışmanın başlıca sınırlılıkları ise bağımlı değişkenin günlük getiri yerine logaritmik endeks düzeyi olması, açıklayıcı değişimin esas olarak zaman boyutundan gelmesi, ortak eğim varsayımı ve farklı saat dilimlerinden doğabilecek eşanlılık sorunudur. Ayrıca S&P/ASX 200 nedeniyle sonuçlar yalnızca Avrupa piyasalarına genellenmemelidir. Gelecek araştırmalarda günlük getiriler ve volatilite ölçüleri kullanılabilir; PRI ve TRI'nin gecikmeli etkileri, Paris Anlaşması öncesi-sonrası dönemler ile ülke ve sektör bazındaki heterojenlik incelenebilir. Haber yayım saatlerinin piyasa kapanışlarıyla eşleştirilmesi ve fon akımı verilerinin eklenmesi de mekanizmaların daha güçlü sınanmasını sağlayacaktır.

Son olarak, örneklemin genişletilmesi ve ülke sabit özellikleriyle iklim maruziyetlerinin birlikte modellenmesi sonuçların dış geçerliliğini güçlendirebilir. Alternatif haber kaynaklarıyla oluşturulan iklim göstergelerinin karşılaştırılması, metin tabanlı ölçüm hatasının bulgular üzerindeki payını ortaya koyabilir. Bu uzantılar özellikle PRI katsayısındaki anlamsızlığın gerçek bir piyasa tepkisi eksikliğinden mi, yoksa toplulaştırma ve ölçüm sorunlarından mı kaynaklandığını ayırt etmek bakımından önemlidir.

KAYNAKLAR

Batten, S. (2018). Climate change and the macro-economy: a critical review.

Bank of England, (2018). Climate Change and the Macro-Economy: A Critical Review https://doi.org/10.2139/ssrn.3104554.

Beck, N., & Katz, J. N. (1995). What to do (and not to do) with time-series cross-section data. American political science review, 89(3), 634-647.

Beck, N., & Katz, J. N. (1996). Nuisance vs. substance: Specifying and estimating time-series-cross-section models. Political analysis, 6, 1-36.

Bolton, P., & Kacperczyk, M. (2021). Do investors care about carbon risk?. Journal of financial economics, 142(2), 517-549.

Bolton, P., & Kacperczyk, M. (2023). Global pricing of carbon-transition risk. The Journal of Finance, 78(6), 3677-3754.

Bua, G., Kapp, D., Ramella, F., & Rognone, L. (2024). Transition versus physical climate risk pricing in European financial markets: A text-based approach. The European Journal of Finance, 30(17), 2076-2110.

Carney, M. (2015). Breaking the tragedy of the horizon–climate change and financial stability. Speech given at Lloyd's of London, 29, 220-230.

Cboe Global Markets. (t.y.). *VIX volatility products*. https://www.cboe.com/tradable_products/vix/

Choi, D., Gao, Z., & Jiang, W. (2020). Attention to global warming. The Review of Financial Studies, 33(3), 1112-1145.

Driscoll, J. C., & Kraay, A. C. (1998). Consistent covariance matrix estimation with spatially dependent panel data. Review of economics and statistics, 80(4), 549-560.

Economic Policy Uncertainty. (t.y.). *Climate risk indexes*. https://www.policyuncertainty.com/Climate_Risk_Indexes.html

Engle, R. F., Giglio, S., Kelly, B., Lee, H., & Stroebel, J. (2020). Hedging climate change news. The Review of Financial Studies, 33(3), 1184-1216.

Hoechle, D. (2007). Robust standard errors for panel regressions with cross-sectional dependence. The stata journal, 7(3), 281-312.

Lee, H., Calvin, K., Dasgupta, D., Krinner, G., Mukherji, A., Thorne, P. & Jotzo, F. (2023). IPCC, 2023: Climate Change 2023: Synthesis Report: A Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

Investing.com. (t.y.). *Major world indices*. https://www.investing.com/indices/major-indices

Krueger, P., Sautner, Z., & Starks, L. T. (2020). The importance of climate risks for institutional investors. The Review of financial studies, 33(3), 1067-1111.

Monin, P. J. (2019). The OFR financial stress index. Risks, 7(1), 25.

Office of Financial Research. (t.y.). *OFR financial stress index*. https://www.financialresearch.gov/financial-stress-index/

Pagnottoni, P., Spelta, A., Flori, A., & Pammolli, F. (2022). Climate change and financial stability: Natural disaster impacts on global stock markets. Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications, 599, 127514.

Painter, M. (2020). An inconvenient cost: The effects of climate change on municipal bonds. Journal of Financial Economics, 135(2), 468-482.

Pástor, Ľ., Stambaugh, R. F., & Taylor, L. A. (2021). Sustainable investing in equilibrium. Journal of financial economics, 142(2), 550-571.

Wooldridge, J. M. (2002). Econometric analysis of cross section and panel data (Vol. 108, No. 2, pp. 245-254). Cambridge, MA: MIT press.

Zhang, S. Y. (2022). Are investors sensitive to climate-related transition and physical risks? Evidence from global stock markets. Research in International Business and Finance, 62, 101710.

FAZLA NAKİT FİRMA DEĞERİNİ AZALTIYOR MU? BIST 50'DEN KANITLAR

Dr., Denizcan TAMER

Ardahan Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Muhasebe-Finansman, denizcantamer, 0000-0002-5507-8994

Özet

Bu çalışmanın amacı, kurumsal nakit tutma politikasının firma piyasa değeri üzerindeki ilişkisini ve borç baskısının bu ilişkideki düzenleyici rolünü incelemektir. Nakit rezervleri işletmeler için işlem sürekliliği, finansal esneklik ve yatırım kapasitesi sağlarken fırsat maliyeti ise kaynakların verimsiz kullanımı ve temsilcilik sorunları nedeniyle değeri azaltabilmektedir. Bu ikili yapı, özellikle dış finansman maliyetlerinin ve makrofinansal oynaklığın yüksek olduğu gelişmekte olan piyasalarda konuyu önemli hale getirmektedir. Araştırma, BIST 50 kapsamından oluşturulan 35 firmaya ait 2017Q1-2025Q4 çeyreklik dönemlerindeki 1.229 gözleme dayanmaktadır. Firma değeri, ABD doları cinsinden piyasa değerinin doğal logaritmasıyla ve nakit tutma, nakit ve nakit benzerlerinin toplam varlıklara oranıyla ölçülmektedir. Borç baskısı ise net borç/FAVÖK oranıyla ölçülmüştür. Serbest nakit akışı getirisi, aktif karlılığı ve firma büyüklüğü kontrol değişkenleri olarak modele eklenmiştir. Firma ve dönem sabit etkilerini birlikte içeren model, yatay kesit bağımlılığı, değişen varyans ve seri korelasyona karşı dirençli Driscoll-Kraay standart hatalarıyla ve üç çeyreklik gecikme uzunluğuyla tahmin edilmiştir. Bulgular, nakit tutma oranının firma değeriyle negatif ve istatistiksel olarak anlamlı ilişkili olduğunu göstermektedir. Net borç/FAVÖK oranı, nakit tutma ile borç baskısı etkileşimi ve serbest nakit akışı getirisi anlamlı bulunmamıştır. Buna karşılık aktif karlılığı ve firma büyüklüğü firma değeriyle pozitif ilişkilidir. Etkileşim katsayısının anlamsızlığı, borç baskısının nakit nakit tutma ve firma değeri ilişkisini sistematik biçimde değiştirdiği hipotezini desteklememektedir. Model genel olarak anlamlıdır ve firma içi değer değişiminin %58,21'ini açıklamaktadır. Nakit katsayısının negatif işareti temsilcilik yaklaşımıyla uyumlu olmakla birlikte doğrusal model, firmaların optimal nakit düzeyini aştığını tek başına kanıtlamamaktadır. Çalışma, güncel çeyreklik veri ve borç baskısı etkileşimiyle Türkiye literatürüne tamamlayıcı kanıt sunmaktadır. Sonuçlar, BIST 50 firmalarında nakit birikiminin tek başına değer yaratmadığını, likiditenin yatırım verimliliği, karlılık ve sermaye tahsis disipliniyle birlikte yönetilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Anahtar kelimeler: Nakit tutma, firma değeri, borç baskısı, BIST 50, Driscoll-Kraay.

DOES EXCESS CASH REDUCE FİRM VALUE? EVİDENCE FROM THE BIST 50

Abstract

The purpose of this study is to examine the relationship between corporate cash-holding policy and firms' market value, as well as the moderating role of debt pressure in this relationship. While cash reserves provide firms with operational continuity, financial flexibility, and investment capacity, the opportunity cost of holding cash, inefficient resource use, and agency problems may reduce firm value. This dual nature makes the issue particularly important in emerging markets characterized by high external financing costs and macrofinancial volatility. The study is based on 1,229 quarterly observations from 35 firms drawn from the BIST 50 index over the 2017Q1–2025Q4 period. Firm value is measured as the natural logarithm of market capitalization denominated in U.S. dollars, whereas cash holdings are measured as the ratio of cash and cash equivalents to total assets. Debt pressure is proxied by the net debt-to-EBITDA ratio. Free cash flow yield, return on assets, and firm size are included as control variables. The model incorporates both firm and time fixed effects and is estimated using Driscoll–Kraay standard errors, which are robust to cross-sectional dependence, heteroskedasticity, and serial correlation, with a maximum lag length of three quarters. The findings indicate that the cash-holding ratio is negatively and statistically significantly associated with firm value. The net debt-to-EBITDA ratio, the interaction between cash holdings and debt pressure, and free cash flow yield are not statistically significant. In contrast, return on assets and firm size are positively associated with firm value. The insignificance of the interaction coefficient does not support the hypothesis that debt pressure systematically moderates the relationship between cash holdings and firm value. The model is statistically significant overall and explains 58.21% of the within-firm variation in firm value. Although the negative cash coefficient is consistent with the agency perspective, the linear model alone does not demonstrate that firms have exceeded their optimal cash levels. By employing recent quarterly data and explicitly modelling the interaction with debt pressure, this study provides complementary evidence for the Turkish literature. The results suggest that cash accumulation alone does not create value for BIST 50 firms, rather, liquidity should be managed in conjunction with investment efficiency, profitability, and disciplined capital allocation.

Keywords: Cash holdings, firm value, debt pressure, BIST 50, Driscoll–Kraay.

1. GİRİŞ

İklim değişikliği üretim kapasitesi, iş gücü verimliliği, tedarik zincirleri, sigortalanabilirlik ve finansman maliyetleri üzerinden şirketlerin beklenen nakit akımlarını ve varlık değerlerini etkileyen bir risk unsurudur. Aşırı hava olayları ile kalıcı sıcaklık artışları fiziksel sermaye üzerinde doğrudan kayıplar yaratabilirken, düşük karbonlu ekonomiye geçiş düzenleme, teknoloji ve talep kanalları üzerinden yeniden fiyatlama baskısı oluşturabilmektedir (Batten, 2018; Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 2023).

Finansal etkiler iki temel kanal üzerinden açıklanabilir. İlk kanalda iklim olayları ve geçiş politikaları gelecekteki nakit akımlarını değiştirmekteyken, ikinci kanalda ise yatırımcıların talep ettiği risk primi ve iskonto oranı etkilenmektedir. Karbon yoğun şirketler ise düzenleyici uyum maliyetleri ve atıl varlık riskiyle karşılaşabilirken, düşük karbonlu şirketler teknolojik dönüşüm ve yatırımcı tercihlerinden yararlanabilir. Bu nedenle iklim riskinin piyasa etkisi tek yönlü değildir ve sektör bileşimine göre farklılaşabilir (Bolton ve Kacperczyk, 2021, 2023; Pástor vd., 2021).

Bu bildirinin amacı, fiziksel ve geçiş riski haber şoklarının Avrupa ağırlıklı seçilmiş gelişmiş ülke borsa endeksleriyle ilişkisini incelemektir. Çalışmada Bua vd. (2024) tarafından geliştirilen günlük PRI ve TRI serileri, VIX ve ABD finansal stres bileşeniyle aynı modelde değerlendirilmektedir. Bu çalışmanın bulguları, firma veya sektör düzeyindeki heterojenlik yerine geniş piyasa endekslerinde ortaya çıkan ortak ortalama ilişkiye odaklanması bakımından tamamlayıcı niteliktedir.

Çalışmanın katkısı üç noktada toplanmaktadır. İlk olarak fiziksel ve geçiş riskine ilişkin aynı günlük haber göstergeleri ortak bir model içinde karşılaştırılmaktadır. İkinci olarak uzun zaman boyutuna sahip dengeli panel, piyasa düzeyindeki ortalama ilişkinin iki farklı sağlam kovaryans tahmini altında test edilmesine imkan vermektedir. Üçüncü olarak sonuçların kapsamı, ölçüm biçimi ve gözlemsel tasarım açıkça sınırlandırılarak katsayıların nedensel etki şeklinde aşırı yorumlanmasının önüne geçilmektedir.

2. LİTERATÜR TARAMASI VE KURAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Nakit Tutma Yaklaşımları

Takas teorisine göre firmalar, nakdin marjinal yararları ile marjinal maliyetlerini dengeleyen bir hedef düzey belirler. Miller ve Orr'un (1966) nakit yönetimi modeli, belirsiz nakit akımları altında işlem maliyetleri ile likit varlık tutmanın fırsat maliyeti arasında bir denge kurar. Opler vd. (1999) bu yaklaşımı kurumsal finansman bağlamında geliştirerek büyüme fırsatları ve nakit akışı riski yüksek firmaların daha fazla, sermaye piyasalarına erişimi güçlü ve büyük firmaların ise görece daha az nakit tuttuğunu göstermiştir. Bu çerçevede nakit, finansal

sıkıntı maliyetlerini ve dış finansman gereksinimini azaltarak değer yaratabilir, ancak hedef düzey aşıldığında düşük getiri ve fırsat maliyeti firma değerini sınırlayabilir.

Finansman hiyerarşisi yaklaşımı, yöneticiler ile dış yatırımcılar arasındaki bilgi asimetrisi nedeniyle firmaların önce iç kaynakları, sonra borcu ve son olarak yeni hisse ihracını tercih ettiğini ileri sürer (Myers & Majluf, 1984). Nakit rezervleri bu sırada bir finansal esneklik tamponu oluşturur. Özellikle dış finansmana erişimi kısıtlı firmalarda nakit, pozitif net bugünkü değerli yatırımların ertelenmesini önleyebilir. Denis ve Sibilkov (2010), finansal kısıtlı firmalarda nakdin daha yüksek değer taşımasını, bu firmaların nakit sayesinde daha fazla değer artırıcı yatırım yapabilmesiyle ilişkilendirmektedir.

Temsilcilik teorisi ise nakit birikiminin olumsuz yönünü öne çıkarır. Jensen'in (1986) serbest nakit akışı hipotezine göre yöneticilerin kontrolündeki fazla kaynaklar, düşük getirili büyüme girişimlerine, aşırı yatırıma veya hissedar yararıyla uyumlu olmayan harcamalara dönüşebilir. Harford (1999), nakit zengini firmaların değer azaltıcı satın almalara daha yatkın olabildiğini göstermiştir. Dittmar ve Mahrt-Smith (2007) ile Pinkowitz vd. (2006), nakdin piyasa değerinin yönetişim ve yatırımcı korumasına bağlı olduğunu ortaya koymaktadır. Dolayısıyla aynı nakit oranı, finansal kısıtlı ve iyi yönetilen bir firmada esneklik primi, zayıf gözetim altındaki bir firmada ise temsilcilik iskontosu doğurabilir.

2.2. Borç Baskısı ve Nakdin Marjinal Değeri

Nakit ile borç arasındaki ilişki iki karşıt kanaldan işler. İlk kanalda yüksek kaldıraç, ek nakitten doğan değer artışının bir bölümünün borç verenlere aktarılmasına ve hissedarlar açısından nakdin marjinal değerinin düşmesine yol açabilir. Faulkender ve Wang (2006), nakdin marjinal değerinin nakit stoku ve kaldıraç arttıkça azaldığını göstermiştir. İkinci kanalda ise borcun yenilenme riski ve finansal sıkıntı olasılığı nakit tamponunu daha değerli hale getirebilir. Harford vd. (2014), kısa vadeli borcun yarattığı yeniden finansman riskine karşı firmaların nakit biriktirdiğini ve bu rezervlerin eksik yatırım sorununu hafiflettiğini belirlemiştir. Bu karşıt mekanizmalar, borç baskısı ile nakit tutma etkileşiminin işaretinin örnekleme ve finansal koşullara bağlı olabileceğini göstermektedir.

Ampirik çalışmalar da doğrusal olmayan ve bağlama duyarlı sonuçlar üretmektedir. Martínez-Sola vd. (2013), ABD sanayi firmalarında nakit ile firma değeri arasında ters U ilişkisi ve değeri azami kılan bir hedef nakit düzeyi bulmuştur. Nguyen vd. (2016), gelişmekte olan Vietnam piyasasında benzer bir yapı tespit etmiş ve finansal kısıtların optimal düzeyi değiştirebildiğini göstermiştir. Türkiye için Kaya (2025), 2009-2023 döneminde 46 Ar-Ge yoğun imalat firması üzerinde sistem GMM kullanarak nakit oranının pozitif, karesinin

negatif olduğunu ve dolayısıyla optimal düzeyden sapmanın değeri azalttığını raporlamıştır. Mevcut çalışma ise doğrusal nakit etkisinin yanında net borç/FAVÖK moderasyonunu sınamakta, daha güncel çeyreklik verileri ve Driscoll-Kraay iki yönlü sabit etkiler yaklaşımını kullanmaktadır.

3. ÇALIŞMANIN AMACI, ÖNEMİ VE HİPOTEZLERİ

Çalışmanın amacı, BIST 50 kapsamındaki firmalarda nakit ve nakit benzerlerinin toplam varlıklara oranı ile firma piyasa değeri arasındaki ilişkiyi belirlemek ve net borç/FAVÖK ile temsil edilen borç baskısının bu ilişkiyi değiştirip değiştirmediğini sınamaktır. Çalışma ayrıca serbest nakit akışı getirisi, aktif karlılığı ve firma büyüklüğünü kontrol ederek nakit politikasının bağımsız açıklama gücünü değerlendirmektedir.

Araştırmanın önemi üç noktada toplanmaktadır. İlk olarak 2017Q1-2025Q4 dönemi, salgın, küresel parasal sıkılaşma, yüksek enflasyon ve finansman maliyetlerindeki artış gibi nakit politikasını etkileyebilecek farklı rejimleri içermektedir. İkinci olarak çeyreklik veri, yıllık çalışmalara kıyasla firma içi likidite ve değer değişimlerini daha yakından izlemektedir. Üçüncü olarak borç baskısı yalnızca kontrol değişkeni olarak değil, nakdin firma değerine yansımasını değiştirebilecek bir moderatör olarak modellenmiştir. Bu yönüyle çalışma, Türkiye literatüründeki nakit belirleyicileri ve optimal nakit düzeyi araştırmalarını tamamlayan bir değerleme yaklaşımı sunmaktadır.

Kuramsal tartışma doğrultusunda araştırma hipotezleri şöyledir, H1, nakit tutma oranı firma değeriyle istatistiksel olarak anlamlı biçimde ilişkilidir. H2, borç baskısı firma değeriyle negatif ilişkilidir. H3, borç baskısı nakit tutma ile firma değeri arasındaki ilişkiyi anlamlı biçimde düzenler. Nakit için yönlü hipotez kurulmamıştır. Bunun nedeni ise ihtiyat, finansman hiyerarşisi ve temsilcilik yaklaşımları karşıt işaretler öngörmektedir.

4. YÖNTEM

4.1. Veri Seti

Araştırmanın başlangıç paneli, BIST 50 kapsamından oluşturulan 36 firmaya ait 2017Q1-2025Q4 dönemindeki 36 çeyrek gözlemini içermektedir. Finansal kuruluşlarda bilanço yapısı ile borç ve likidite kavramlarının reel sektör firmalarından farklılaşması nedeniyle örneklem, model değişkenlerinin karşılaştırılabilir olduğu firmalara odaklanmaktadır. Piyasa ve finansal tablo verileri çeyreklik bazda birleştirilmiştir. Bağımlı değişkenin logaritmasının alınabilmesi ve bütün açıklayıcı değişkenlerin aynı gözlemde bulunması koşulları sonrasında tahmin örneklemi 35 firma ve 1.229 firma-çeyrek gözleminden oluşmuştur. Dolayısıyla başlangıç paneli dengeli olsa da regresyonun nihai tahmin örneklemi eksik veya geçersiz değerler nedeniyle tam dengeli değildir.

Tablo 1. Araştırmada Kullanılan Değişkenler

Değişken	Ölçüm	Modeldeki Rol
logpd	Firma piyasa değerinin ABD doları cinsinden doğal logaritması	Bağımlı değişken
nakitvebenztopvar	Nakit ve nakit benzerleri / toplam varlıklar; ondalık oran	Temel açıklayıcı; işaret kuramsal olarak belirsiz
netborçfavök	Net borç / FAVÖK; borç ödeme kapasitesini gösteren kat oranı	Borç baskısı; beklenen işaret negatif
nakittutmaXkaldıraç	Nakit tutma oranı × net borç/FAVÖK	Düzenleyici etki
serbestNAgetirisi	Veri setindeki serbest nakit akışı getirisi; ondalık oran	Kontrol değişkeni
ROA	Net kar / toplam varlıklar; ondalık oran	Karlılık kontrolü; beklenen işaret pozitif
logvarlık	Toplam varlıkların doğal logaritması	Büyüklük kontrolü; beklenen işaret pozitif

4.2. Araştırma Modeli

Firma değerinin doğal logaritması kullanılarak büyük firmaların düzey etkisi azaltılmış ve katsayıların yarı esneklik veya esneklik çerçevesinde yorumlanması sağlanmıştır. Tahmin edilen model aşağıdaki gibidir:

$$ln(PD_{it}) = \beta_0 + \beta_1 NAKİT_{it} + \beta_2 BORÇ_{it} + \beta_3 (NAKİT_{it} \times BORÇ_{it}) + \beta_4 SNA_GET_{it} + \beta_5 ROA_{it} + \beta_6 BÜYÜKLÜK_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it}$$

Modelde μ_i gözlenemeyen ve zaman içinde değişmeyen firma etkilerini, λ_t tüm firmaları aynı dönemde etkileyen çeyrek etkilerini, ε_{it} ise hata terimini göstermektedir. Etkileşimli yapıda β_1, borç baskısı sıfırken nakit tutmanın koşullu katsayısı; β_2 ise nakit oranı sıfırken borç baskısının koşullu katsayısıdır. Nakit tutmanın marjinal ilişkisi $\beta_1 + \beta_3 BORÇ_{it}$ biçimindedir. Bu nedenle etkileşim katsayısı anlamsız olduğunda yalnızca işaretine dayanarak güçlendirici veya zayıflatıcı bir moderasyon sonucu çıkarılamaz.

4.3. Tahmin Yöntemi

Model firma ve dönem sabit etkilerini birlikte içeren iki yönlü sabit etkiler yaklaşımıyla tahmin edilmiştir. Sabit etkiler dönüşümü, firmaların sektör, yönetim yapısı veya kalıcı iş modeli gibi zaman içinde değişmeyen gözlenemeyen özelliklerini denetler. Çeyrek kuklaları ise döviz kuru, enflasyon, piyasa değerleme çarpanları ve ortak finansal şoklar gibi döneme özgü etkileri ayıklar. Standart hatalar, yatay kesitler arasında genel bağımlılık

ile değişen varyans ve zamansal bağımlılık altında dirençli olan Driscoll-Kraay kovaryans tahmincisiyle hesaplanmıştır (Driscoll & Kraay, 1998). Stata'daki xtscc uygulaması, sabit etkiler modelinde bu standart hataların elde edilmesini sağlamaktadır (Hoechle, 2007). Çeyreklik veri yapısı dikkate alınarak maksimum gecikme uzunluğu üç olarak belirlenmiştir.

5. BULGULAR ve TARTIŞMA

Tablo 2. Driscoll-Kraay İki Yönlü Sabit Etkiler Tahmin Sonuçları

Değişken	B	DK SH	t	p	%95 GA
Nakit ve benzerleri / toplam varlıklar	-0.7560	0.1280	-5.91	< .001	[-1.0158, -0.4962]
Net borç / FAVÖK	-0.0002	0.0005	-0.44	.661	[-0.0012, 0.0008]
Nakit tutma × borç baskısı	0.0085	0.0160	0.53	.598	[-0.0240, 0.0411]
Serbest nakit akışı getirisi	-0.0441	0.1359	-0.32	.747	[-0.3200, 0.2317]
ROA	0.0050	0.0018	2.83	.008	[0.0014, 0.0086]
Log toplam varlıklar	0.8432	0.0858	9.83	< .001	[0.6690, 1.0174]
Sabit	3.2506	1.8217	1.78	.083	[-0.4476, 6.9487]

Modelin genel anlamlılık testi, açıklayıcı değişkenler ile firma ve dönem etkilerinin birlikte anlamlı olduğunu göstermektedir, $F(41, 35) = 307{,}624.36$, $p < .001$. Firma içi R^2 değerinin .5821 olması, piyasa değerinin firma içindeki zamansal değişiminin %58.21'inin model tarafından açıklandığını göstermektedir. Bu açıklama gücü, özellikle ortak dönem şoklarının ve firma büyüklüğündeki değişimin değerleme üzerindeki önemine işaret etmektedir.

Nakit ve nakit benzerlerinin toplam varlıklara oranı negatif ve anlamlıdır ($B = -0.7560$, $p < .001$). Etkileşim değişkeni nedeniyle bu katsayı, net borç/FAVÖK sıfırken nakit oranındaki firma içi artışın piyasa değeriyle koşullu ilişkisini göstermektedir. Nakit oranı ondalık biçimde ölçüldüğünden, diğer koşullar sabitken orandaki 10 yüzde puanlık artış yaklaşık %7.3 daha düşük piyasa değeriyle ilişkilidir. Bu bulgu H1'i desteklemekte ve ilişkinin yönünün negatif olduğunu göstermektedir. Ancak gözlemsel tasarım nedeniyle katsayı kesin bir nedensellik kanıtı değildir.

Negatif katsayı, Jensen'in (1986) serbest nakit akışı yaklaşımıyla uyumludur: yüksek likidite, etkin yatırım ve dağıtım politikasıyla desteklenmediğinde piyasa tarafından verimsiz kaynak birikimi olarak değerlendirilebilir. Dittmar ve Mahrt-Smith (2007) ile Pinkowitz vd. (2006), nakdin değerinin kurumsal yönetim ve yatırımcı korumasına bağlı olduğunu göstermektedir. Bulgular ayrıca Martínez-Sola vd. (2013), Nguyen vd. (2016) ve Kaya'nın (2025) belirlediği ters U biçimli ilişkinin azalan bölümüyle tutarlı olabilir. Bununla birlikte mevcut model nakdin karesini içermediği için optimal nakit düzeyinin aşıldığını doğrudan kanıtlamaz. Yalnızca örneklemdeki ortalama doğrusal ilişkinin negatif olduğunu ortaya koyar.

Net borç/FAVÖK katsayısı negatif fakat anlamsızdır (B = -0.0002, p = .661). Etkileşimli modelde bu katsayı nakit oranı sıfırken borç baskısının koşullu ilişkisini yansıttığından, sonuç borcun her düzeyde firma değeri açısından önemsiz olduğu biçiminde genellenmemelidir. Bununla birlikte H2 için yeterli istatistiksel destek elde edilememiştir. Nakit tutma × borç baskısı katsayısı da pozitif ancak anlamsızdır (B = 0.0085, p = .598). Dolayısıyla borç baskısının nakit tutma-firma değeri ilişkisini sistematik biçimde değiştirdiğini öne süren H3 desteklenmemiştir.

Etkileşim sonucunun anlamsızlığı, literatürdeki iki karşıt kanalın BIST 50 örnekleminde birbirini dengelemesiyle açıklanabilir. Faulkender ve Wang'a (2006) göre yüksek kaldıraç, ek nakdin değerinin borç verenlerle paylaşılması nedeniyle hissedarların nakde atfettiği marjinal değeri azaltır. Buna karşılık Harford vd. (2014), yeniden finansman riski yüksek firmalarda nakit tamponunun değerli yatırımların sürdürülmesini sağlayabildiğini göstermektedir. Pozitif fakat kesinlikten uzak bulunan etkileşim katsayısı, ikinci kanalın varlığına dair zayıf bir işaret taşısa da p değeri ve güven aralığı sıfırı içerdiği için moderasyon olarak yorumlanamaz.

Serbest nakit akışı getirisi negatif fakat anlamsızdır (B = -0.0441, p = .747). Bu sonuç, nakit stoku, borç baskısı, karlılık, büyüklük ve sabit etkiler kontrol edildiğinde serbest nakit akışı getirisinin firma değerindeki değişimi bağımsız olarak açıklamadığını göstermektedir. Aktif karlılığı ise pozitif ve anlamlıdır (B = 0.0050, p = .008). Karlı firmaların gelecekte daha güçlü nakit akışı üretme kapasitesine ilişkin piyasa beklentisi, bu pozitif ilişkiyi açıklamaktadır. Bulgular, muhasebe karlarının ve net varlık tabanının piyasa değerlemesinde bilgi taşıdığını öngören Ohlson (1995) yaklaşımıyla uyumludur.

Firma büyüklüğü modelin en güçlü kontrol değişkenidir (B = 0.8432, p < .001). Bağımlı değişken ve toplam varlıklar logaritmik olduğundan katsayı esneklik olarak yorumlanabilir: toplam varlıklardaki %1'lik artış, diğer koşullar sabitken piyasa değerinde yaklaşık %0.84'lük artışla ilişkilidir. Büyük ölçek, faaliyet çeşitliliği,

finansmana erişim, kurumsal görünürlük ve şokları absorbe etme kapasitesi üzerinden değerlemeyi destekleyebilir. Böylece sonuçlar, BIST 50 firmalarında piyasanın salt likidite birikiminden çok karlılık ve ölçekle birlikte etkin kaynak kullanımını ödüllendirdiğini düşündürmektedir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu bildiri, BIST 50 kapsamından oluşturulan 35 firmanın 2017Q1-2025Q4 dönemindeki 1.229 çeyreklik gözlemini kullanarak nakit tutma, borç baskısı ve firma değeri arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Firma ve dönem sabit etkilerini içeren Driscoll-Kraay tahmini, nakit ve nakit benzerlerinin toplam varlıklara oranındaki artışın piyasa değeriyle negatif, aktif karlılığı ve firma büyüklüğünün ise pozitif ilişkili olduğunu göstermiştir. Net borç/FAVÖK, serbest nakit akışı getirisi ve nakit tutma × borç baskısı etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Temel sonuç, nakdin firma bilançosundaki varlığının tek başına değer yaratmak için yeterli olmadığıdır. Yüksek likidite, yatırım fırsatlarına dönüştürülmediğinde veya açık bir dağıtım politikasıyla desteklenmediğinde piyasa tarafından fırsat maliyeti ve temsilcilik riski üzerinden iskonto edilebilir. Yöneticiler açısından amaç nakdi mekanik biçimde artırmak değil, operasyonel gereksinim, borç yenileme riski ve değer artırıcı yatırım fırsatlarıyla uyumlu bir hedef aralıkta yönetmektir. Nakit birikiminin gerekçesi ve kullanım planının yatırımcılara açık biçimde aktarılması, bilgi asimetrisini ve değerleme iskontosunu azaltabilir.

Çalışmanın bulguları borç baskısının moderatörlüğünü doğrulamamakla birlikte bu sonuç, borç ve nakit politikalarının birbirinden bağımsız olduğu anlamına gelmemektedir. Net borç/FAVÖK, borcun vadesini, faiz yapısını veya yeniden finansman takvimini doğrudan göstermemektedir..

Sonuçların yorumunda iki sınırlılık dikkate alınmalıdır. Birincisi, örneklem büyük ve görece kurumsallaşmış BIST 50 firmalarına odaklandığından bulgular küçük firmalara genellenemez. İkincisi, doğrusal sabit etkiler modeli optimal nakit seviyesini belirlememektedir. Bu sınırlılıklara rağmen çalışma, güncel çeyreklik verilerle borç baskısını doğrudan moderatör olarak ele alması ve firma ile zaman etkileri altında dirençli standart hatalar kullanması bakımından Türkiye nakit yönetimi literatürüne tamamlayıcı katkılar sunmaktadır.

KAYNAKLAR

Aksoy-Hazır, Ç., & Tan, O. F. (2023). The impact of geopolitical risk on cash holdings policy: evidence from an emerging market. Managerial Finance, 49(9), 1400-1419.

Çam, İ., & Gümrükçü, B. S. (2025). Do Factors Affecting Firms' Cash Holdings Differ Across Sectors?: Evidence from Turkiye. Ege Academic Review, 25(1), 189-200.

Denis, D. J., & Sibilkov, V. (2010). Financial constraints, investment, and the value of cash holdings. The Review of Financial Studies, 23(1), 247-269.

Dittmar, A., & Mahrt-Smith, J. (2007). Corporate governance and the value of cash holdings. Journal of financial economics, 83(3), 599-634.

Driscoll, J. C., & Kraay, A. C. (1998). Consistent covariance matrix estimation with spatially dependent panel data. Review of economics and statistics, 80(4), 549-560.

Faulkender, M., & Wang, R. (2006). Corporate financial policy and the value of cash. The journal of finance, 61(4), 1957-1990.

Harford, J. (1999). Corporate cash reserves and acquisitions. The journal of finance, 54(6), 1969-1997.

Harford, J., Klasa, S., & Maxwell, W. F. (2014). Refinancing risk and cash holdings. The journal of finance, 69(3), 975-1012.

Hoechle, D. (2007). Robust standard errors for panel regressions with cross-sectional dependence. The stata journal, 7(3), 281-312.

Jensen, M. C. (1986). Agency costs of free cash flow, corporate finance, and takeovers. The American economic review, 76(2), 323-329.

Kaya, Y. (2025). Kurumsal Nakit Tutumunun Firma Değerine Etkisi: BİST'ten Ampirik Kanıtlar. Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 26(3), 516-530.

Martínez-Sola, C., García-Teruel, P. J., & Martínez-Solano, P. (2013). Corporate cash holding and firm value. Applied Economics, 45(2), 161-170.

Miller, M. H., & Orr, D. (1966). A model of the demand for money by firms. The Quarterly journal of economics, 80(3), 413-435.

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.

Nguyen, T. L. H., Nguyen, L. N. T., & Le, T. P. V. (2016). Firm value, corporate cash holdings and financial constraint: A study from a developing market. Australian Economic Papers, 55(4), 368-385.

Ohlson, J. A. (1995). Earnings, book values, and dividends in equity valuation. Contemporary accounting research, 11(2), 661-687.

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.

Pinkowitz, L., Stulz, R., & Williamson, R. (2006). Does the contribution of corporate cash holdings and dividends to firm value depend on governance? A cross-country analysis. The journal of Finance, 61(6), 2725-2751.

Uyar, A., & Kuzey, C. (2014). Determinants of corporate cash holdings: evidence from the emerging market of Turkey. Applied Economics, 46(9), 1035-1048.

PLANT-BASED BİOPESTİCİDES AND THEİR EFFİCİENCY İN CROP PROTECTİON: A COMPREHENSİVE REVİEW

Saidu Bello Mamudu , H. A Daya[2] and SD Solomon [3]

National Biotechnology Research Development Agency, Bioresources Development Centre Biliri, Gombe State [1]

Department of Fisheries Modibbo Adama University Yola

Corresponding author; *saidubellomamudu@gmail.com*

Abstract

The intensive and long-term use of synthetic pesticides in modern agriculture has led to reported issues of pesticide resistance, environmental contamination, pesticide residues in food products and non-target toxicity. Biopesticides are therefore once again gaining the interest of scientists and companies as environmentally friendly alternatives for plant pest and disease control, as they are derived from plants. Since they are derived from plants, plant-based biopesticides (botanical extracts, essential oils, purified phytochemicals like azadirachtin, pyrethrins, and rotenone) are of renewed interest to the scientific and commercial world. The present review compiles the recent data available in the peer reviewed literature from the fields of entomology, plant pathology and agrochemical formulation science and summarizes the status of plant derived biopesticides regarding their classification, phytochemistry, mechanism of action and efficacy in the field. The action of botanicals can occur through various and often multiple mechanisms, such as disruption of the ion-channel pathways, disrupting growth and moulting, inducing antifeedant and oviposition-deterrent behavioural effects, and direct antimicrobial activity, which all decrease the probability of resistance developing when compared with single-target synthetic chemistries. The efficacy of well-formulated botanicals has been compared to conventional pesticides, and in some situations they are comparable, but is sensitive to the instability, UV degradation, dosage variability, and formulation quality of the botanicals. The use of emerging technologies like nanoencapsulation and microencapsulation significantly enhances effective and/or long-lasting field persistence and bioavailability of otherwise labile actives. The global biopesticide market is expected to grow at double digits, with the consensus opinion from market analysts being that both regulatory support and demand for residue free produce is growing. However, the variability in regulation, standardisation issues and constrained public sector investment in the sector remain a challenge to broaden commercial uptake. While the review finds that plant-based biopesticides are most suitable when used as part of an integrated pest management (IPM)

strategy, and are not recommended for use as a substitute for synthetic chemistries, it suggests areas of priority research such as standardisation of efficacy testing protocols, development of improved delivery systems, and harmonisation of international registration pathways.

Keywords: botanical insecticides; azadirachtin; essential oils; integrated pest management; biopesticide formulation; sustainable agriculture; crop protection

1. Introduction

Effective control of insect pests, plant pathogens and weeds that are responsible for a significant proportion of potential losses in food production each year is vital for global food security. Synthetic chemical pesticides have been the mainstay of conventional pest management for more than 70 years and have proven effective for controlling a wide range of pests in a fast, efficient, and inexpensive way. Long-term impacts of intensive agrochemical application, however, have become more apparent, and are now a major factor in driving policy reform in key agricultural areas such as the European Union's policy goal to cut overall chemical pesticide usage and risk significantly by 2030 (part of the Green Deal policy). Biopesticides, which are pest control products made from natural resources like bacteria, fungi, viruses, plants and some minerals, have become a crucial component of the mission to achieve sustainable agriculture (Šunjka & Mechora, 2022). Of these, plant-based biopesticides (crude botanical extracts, essential oils and purified phytochemicals) have a unique role, as they take advantage of plant evolutionary history of chemical defense against herbivores and pathogens. Azadirachtin from neem (Azadirachta indica), pyrethrins from Tanacetum cinerariifolium and the rotenones from Lonchocarpus species and Derris species were some of the earliest compounds utilized by humans for pest control and continue to be of commercial interest (Isman, 2006).

There has been an increasing consumer demand for foods free of synthetic residues and produced organically, as well as increasingly stringent regulations on the use of broad-spectrum synthetic pesticides, the emergence of resistance to several important classes of synthetic pesticides and improvements in extraction, formulation, and nano-delivery technologies to mitigate the weaknesses of botanicals such as photolability, volatility, and poor field efficacy have all contributed to the growing interest in botanical biopesticides over the last decade. At the same time, systematic reviews of the scientific literature have shown significant growth in the number of publications released in the last decade regarding plant-based crop protection methods, in which thematic aspects of key oils, botanicals and nano-formulations of these compounds have been highlighted (Aremu et al., 2024).

This review comprehensively and critically summarizes the classification, phytochemistry, mode of action, comparative efficacy, formulation innovations, market prospects and regulatory status of plant-based biopesticides for crop protection. The goal is not just to describe, but to evaluate, based on the currently available laboratory and field evidence, when botanical biopesticides can equal, be superior to, or be inferior to

synthetic pesticides, and what research and policy needs will guide their future success and development in integrated pest management (IPM) systems over the next 10 years.

Classification and Phytochemistry of Plant-Based Biopesticides

Biopesticides derived from plants typically are grouped on the basis of their plant-sourced active ingredient and major biological target. The most important categories, typical plant sources, active compounds, and major crop protection uses covered in the literature are summarised in Table 1 (Isman, 2006; Dassanayake et al., 2021; Aremu et al., 2024).

Table 1. Major classes of plant-based biopesticides, representative sources, and applications

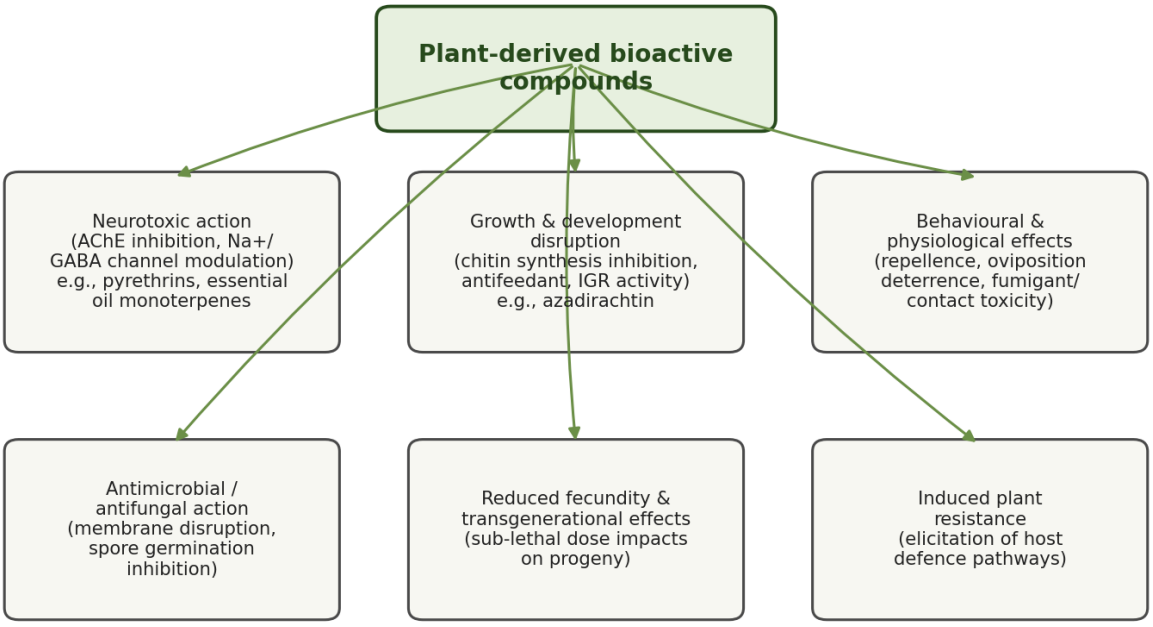
Class	Representative source(s)	Key active compound(s)	Primary application
Terpenoid limonoids	Azadirachta indica (neem)	Azadirachtin, salannin, nimbin, nimbidin	Antifeedant, insect growth regulation, broad-spectrum insecticide/nematicide
Pyrethrins	Tanacetum cinerariifolium (pyrethrum daisy)	Pyrethrin I/II, cinerin, jasmolin	Fast knockdown insecticide, household and field pest control
Rotenoids	Lonchocarpus spp., Derris spp.	Rotenone	Broad-spectrum insecticide (declining use; now largely restricted to piscicidal use)
Essential oils / monoterpenoids	Cymbopogon, Origanum, Thymus, Lippia, Piper spp.	Thymol, carvacrol, citral, linalool	Fumigant/contact insecticide, repellent, antifungal, stored-product protection
Alkaloids	Nicotiana spp., Sabadilla, Veratrum spp.	Nicotine, sabadilline, veratridine	Neurotoxic insecticide (largely phased out due to mammalian toxicity)
Flavonoids & phenolics	Various angiosperms	Rutin, quercetin, tannins	Antifeedant, antimicrobial, antioxidant defence potentiation
Saponins	Quillaja, Chenopodium spp.	Triterpene/steroidal saponins	Molluscicidal, insecticidal, membrane-disrupting antifungal action

Phytochemically, these compounds are secondary metabolites—terpenoids, alkaloids, phenolics, and glucosinolates—that plants have evolved primarily as chemical defences against herbivores and pathogens rather than as pesticides per se. This evolutionary origin confers two properties of practical significance for crop protection: first, structural diversity and multimodal bioactivity, which reduces the probability of single-locus resistance mutations conferring broad cross-resistance; and second, generally rapid environmental degradation, which limits bioaccumulation but simultaneously constrains field persistence and application intervals (Pavela & Benelli, 2016).

3. Mechanisms of Action

Unlike most synthetic insecticides, which are typically engineered to act on a single, well-defined molecular target, plant-based biopesticides frequently exert multiple, concurrent modes of action. This multimodality is considered a principal advantage for resistance management, since pests are less likely to develop cross-resistance to a chemically diverse mixture of bioactive constituents than to a single synthetic active ingredient (Isman, 2006). Figure 1 summarises the principal mechanistic categories reported in the literature.

Figure 1. Principal modes of action of plant-based biopesticides in crop protection



3.1 Neurotoxic and Neuromodulatory Action

The major components of essential-oils, monoterpenoids and pyrethrins, have primarily a nervous system effect on the insect. As they modulate voltage-gated sodium channels, they cause a rapid neuroexcitation, knockdown and paralysis, and in their pure form they are moderately toxic to mammals, but when formulated with limited concentrations they are far less hazardous, as is reviewed by Cárdenas Ramírez et al. (see recent review literature). Essential-oil constituents are known to inhibit acetylcholinesterase (AChE) and to disrupt octopaminergic signalling pathways (which are not present in vertebrates), meaning that they have favourable selectivity profiles compared to many organophosphates and carbamates of synthetic origin (Dassanayake et al., 2021).

3.2 Growth and Development Disruption

The main bioactive limonoids of neem, azadirachtin, works as an insect growth regulator, and as an intense antifeedant and not as an acute neurotoxin. It interferes with the secretion of morphogenetic peptide hormones,

such as ecdysteroids, which affect moulting, metamorphosis and reproduction; it has also been described as a chitin-synthesis inhibitor (Mordue & Blackwell; Nisbet 2000; as cited in botanical insecticide literature). The antifeedant potency is highly variable among orders of insects and the physiological growth-disruption effects are more consistent among taxa, especially Lepidoptera.

3.3 Antifeedant, Repellent, and Oviposition-Deterrent Behaviour

Numerous botanicals are not lethal to the pests but they influence the feeding and oviposition behaviour, leading to a reduction of crop damage. Essential oils in particular have been shown to have fumigant, contact toxicant, repellent and phagodeterrent properties at different concentrations, application methods and species (as mentioned in the latest reviews on essential oils (Kandhol et al.).

3.4 The antimicrobial and antifungal activities

In addition to insecticidal properties, many plant-derived phytochemicals, such as essential oils containing thymol and carvacrol, flavonoids and saponins, show direct antifungal and antibacterial activity by disrupting membranes and inhibiting the growth of fungal spores in addition to pest control, which can promote their application in integrated disease management (IDM) (Bridging Microbial Biocontrol and Phytochemical Biopesticides, 2025).

3.5 Sub-lethal and Transgenerational Effects

Botanical residues are normally not persistent, and so usually only come into contact with pests at a sub-lethal dose. Some evidence suggests that sub-lethal exposure can still impact population growth, by lowering fecundity and offspring viability from one generation to the next, which can be as significant as acute mortality, for population level suppression of pests (Liu et al., as reported in botanical insecticide sub-lethal effect studies).

4. Effectiveness of Plant Protection

4.1 Neem-Based Biopesticides

Neem-based biopesticides are the most well studied of all plant based biopesticides and have been shown to be effective against over 400 different insect species (Immaraju, 1998 cited by Fernandes et al., 2009). However, there is significant variability in the effectiveness of extraction, concentration of azadirachtin and target organisms, according to field and laboratory evidence. Comparative study of the methods of extraction from the neem has demonstrated that the concentration of azadirachtin in the aqueous extract is about 150 ppm while in the methanolic extract it is more than 2400 ppm and the insecticidal activity against aphids like Aphis gossypii

(Fernandes et al., 2009). Neem cake formulations have been effective in significantly reducing the mosquito larval population during rice field trials, but in some instances, the effect has been comparatively low against other pests such as Bemisia tabaci and root-knot nematodes (Meloidogyne incognita) indicating that the efficacy of neem is not uniformly high and depends on the pest and the formulation (Fernandes et al., 2009; Ntalli & Caboni, 2009).

4.2 Pyrethrum and Pyrethrins

Pyrethrins are the most successful commercial botanical insecticide in the world, and are widely used for their ability to quickly knock down a wide variety of flying and crawling insects. The biggest drawback of their use is environmental instability, with reported field half-lives of some 2-3 hours when exposed to UV light, and so they have to be re-applied often, as has historically been the case in the development of more photostable synthetic pyrethroid analogues (sees EPA reregistration decisions or insect pest control reviews in recent years).

4.3 Essential Oils

The essential oils of aromatic plant families (Lamiaceae, Poaceae and Piperaceae) exhibit fumigant, contact and repellent activity against a large number of agricultural and stored-product insect pests. The larvicidal potency is reported to vary significantly from plant source to insect target, for instance, the essential oils from the chemotypes of Steiractinia aspera, Piper aduncum and Lippia origanoides showed larvicidal activity with the lowest lethal concentration (LC50) in the range of approximately 42–74 µg/mL (Insecticidal activity of essential oils from American native plants, 2023). Similar effectiveness has been reported against the stored grain pests and lepidopteran crop pests, hence the use of the essential oils in IPM programmes (as cited in stored-product pest literature, Kavallieratos et al., 2025).

4.4 Rotenone, and other Botanicals

Historically, one of the most widely used broad-spectrum botanicals, but now has significantly reduced commercial usage, in part due to the relatively high acute toxicity (on a pure active ingredient basis) when compared to some conventional synthetic insecticides, including carbaryl and malathion, and the rodent carcinogenicity concerns mentioned in some studies (Botanical Insecticides, Landscape IPM; Beyond Pesticides, 2026). Despite the reduction in registration caused by regulatory change, screening studies have consistently shown that the activities of the insecticides are still relevant for cereals pests like cereal aphids, Rhopalosiphum padi, by demonstrating meaningful insecticidal activities at sub-lethal concentrations (Population growth suppression study, 2024).

Table 2. Representative efficacy evidence for major plant-based biopesticide classes

Botanical class	Target pest/pathogen (examples)	Reported efficacy outcome	Key limiting factor
Neem (azadirachtin)	Aphis gossypii, culicine mosquito larvae, Lepidoptera	Strong antifeedant/IGR activity; striking larval reduction in field water-management trials	Variable efficacy against Bemisia tabaci and root-knot nematodes; extract-dependent potency
Pyrethrum/pyrethrins	Broad-spectrum flying/crawling insects	Rapid knockdown; considered the best-marketed botanical globally	Field half-life of ~2 hours under UV; requires frequent reapplication
Essential oils (e.g., Lippia, Piper, Cymbopogon)	Aedes aegypti, stored-product beetles, lepidopteran pests	LC50 values as low as ~42 µg/mL against mosquito larvae; effective fumigant/contact action	High volatility; formulation needed to stabilise field performance
Rotenone	Cereal aphids (Rhopalosiphum padi), broad-spectrum insects	Effective at low, sub-lethal concentrations for population suppression	High acute toxicity; most agricultural registrations voluntarily cancelled

Average performance relative to synthetic pesticides: 4.5

One of the common findings of the reviewed literature is that plant-based biopesticides can, under optimal formulation and application conditions, be as effective as synthetic pesticides, but in general, require more precise application timing, higher application rates, and greater management to achieve the same effectiveness as synthetic pesticides (Agboola et al., 2022, as cited in Frontiers in Sustainable Food Systems, 2025). Field trials results of biopesticides showed significant agronomic value, with improvements in seed germination and seedling emergence of 7% and 91% respectively relative to untreated controls, and 53% reduction in disease incidence, 55% increase in crop biomass, and 21% yield compared to untreated controls, even if they were not as fast acting as certain synthetic chemistries (Frontiers in Sustainable Food Systems, 2025).

Botanicals also have indirect efficacy benefits in integrated pest management (IPM): They tend to be less toxic to natural enemies and pollinators, meaning that biological control services are preserved; they also usually have a short persistence in the environment which reduces selection pressure for resistance and the risk of secondary pest outbreaks that often occurs with broad-spectrum synthetic residues.

5. Formulation and Delivery Technologies.

The major limitation for the effectiveness of plant-based biopesticides is not bioactivity, but stability; most botanical actives are volatile, are photolabile, or are susceptible to oxidative or hydrolytic degradation in the field. The constraint has been overcome by developments in formulation science, by physically enclosing the active compound into a polymeric or lipid matrix (microencapsulation and nanoencapsulation).

For instance, in the Complex coacervation microencapsulation study, 2023, the process variables were optimised using Taguchi-designed experiments with the carriers Pectin and whey protein isolate, with the pH process variable identified as the most influential in terms of the amount of variance in the encapsulation efficiency. Likewise, the nanoemulsion and nanoparticle-based delivery vehicles for essential oils have been demonstrated to decrease lethal concentrations needed for an insecticidal effect relative to the unformulated essential oil, and also to increase the persistence of the plant-based insecticide in the field and decrease any environmental contamination (From plants to pest targets, 2025). Nano-delivery formulations of antifeedant compounds also increase dispersion, wettability and targeted delivery of antifeedants compared to conventional spray formulations (Nanotechnology Based Bioactive Antifeedant for Plant Protection review).

The formulation advances are very practical and some of the limitations of the botanicals that have been seen in the field are not necessarily chemical properties of the active ingredient, for example, lack of residual activity, uneven application and rapid volatilisation, so continued investment in delivery technology could offer the biggest near-term gains in efficacy for this pesticide class.

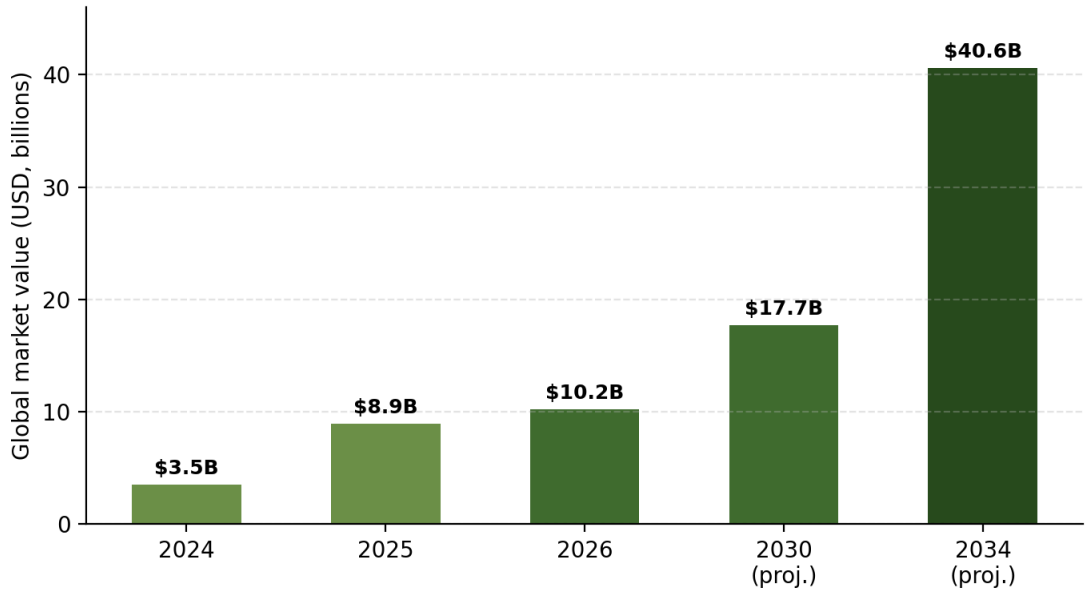
6. Market trends and market uptake

During the last five years, the global biopesticide market has seen significant growth, as consumers are increasingly seeking organically grown food, governments are increasingly promoting sustainable agricultural inputs, and regulators are increasingly enforcing stricter limits on the synthetic pesticide residue found in foods. According to the market analyses published in 2025 and 2026, the global biopesticide market size would be in the range of USD 3.5–10.2 billion based on the different methodologies and market scope, increasing at the compound annual growth rate (CAGR) of about 9–18% till 2030s (market analyses summarised in Table 3 and Figure 2). The market analyses for 2025–2026 indicate that North America and Europe presently have the highest revenue shares due to regulatory facilitation, such as biopesticide registration processes being more streamlined than those of conventional chemical pesticides in some countries, and a high demand for organic food.

Table 3. Selected global biopesticide market size and growth projections (compiled from industry market research reports, 2025–2026)

Source / report	Base-year value	Projection year & value	CAGR
Global Market Insights (2025)	USD 3.5B (2024)	USD 8.7B by 2034	9.3%
MarketsandMarkets (2025)	USD 8.94B (2025)	USD 17.68B by 2030	14.6%
Technavio (2025)	— (2024 base)	+USD 8.87B by 2029	18.6%
Fortune Business Insights (2025)	USD 9.91B (2025)	USD 40.61B by 2034	17.1%
Precedence Research (2026)	USD 8.97B (2025)	USD 36.43B by 2035	15.0%

Figure 2. Projected growth of the global biopesticides market, 2024–2034



Note. Figure 2 values are indicative composite estimates and vary by report methodology; see Table 3 for individual source projections.

Of the microbial products, those based on Bacillus, Trichoderma and other species currently make up the bulk of the biopesticide market by value, though the bioinsecticides (including botanicals) constitute a significant and growing share, with product launches, such as fungal and botanical bioinsecticides registered with

regulatory authorities in 2024–2025, demonstrating ongoing commercial momentum (industry market reports, 2025–2026).

7. Limitations, Challenges, and Regulatory Considerations

In some instances the use of the software was constrained by the software and/or agronomic limitations. Although plant-based biopesticides have several advantages, they still have a number of technical challenges. The residual activity is quickly lost with field exposure to U.V. radiation and higher temperatures compared to many synthetic pesticides, requiring more frequent application and careful timing in relation to the phenology of pests. Standardisation and quality control is difficult with crude botanical extracts due to batch-to-batch variability, which can be caused by differences in the plant genotype, growing conditions and extraction methodology as demonstrated by the four-fold difference in azadirachtin concentration found between the different methods of neem extraction (Fernandes et al., 2009). Efficacy is also often more delayed than synthetic contact poisons that often may provide growers a quick, visible pest knockdown which is a commercial advantage in higher value crops.

7.1 Regulatory Fragmentation

Biopesticide regulatory processes are varying from state to state. Policies have been adopted in some countries, such as India, to streamline the registration process for biopesticides compared to conventional chemical pesticides, in an effort to encourage use, but other countries have data requirements that are not well adjusted to the safety profile and mode of action of the botanicals, which disproportionately burden smaller manufacturers (industry market reports, 2025). Other recent criticisms have noted that the regulatory classification and testing of "biopesticides" is still not consistent, and that, for example, phosgene oxime (an old chemical used for decades before it was voluntarily phased out because of concerns about its toxicity), was classified as a "natural" pesticide by the EPA. (Beyond Pesticides, 2026)

7.3: Economic and Market Barriers

The biopesticide market is relatively small compared to the conventional agrochemical market, with smaller economies of scale and less incentive for individual manufacturers to invest in R&D for biopesticides, due to the limited size of the market (industry market reports, 2026). However, even though growers may over the long term save in terms of lower production costs due to resistance management, higher per unit production costs such as that of the purified or standardised botanical actives can also translate into higher costs to growers compared with generic synthetic pesticides.

7.4 Toxicological Considerations

While plant-based biopesticides don't typically pose the same mammalian or environmental concerns as much synthetic chemistry, this is not to be taken for granted. For example, in toxicological studies, chronic exposure to rotenone has been shown to have effects on the liver and kidneys, adding to the need for the same careful compound-specific risk assessment as are done with synthetic insecticides (Botanical Insecticides, Landscape IPM).

9. Conclusion

Biopesticides are an ever-growing role in the shift towards more sustainable crop protection systems, based on plants. The evidence presented here shows that botanicals like the neem-derived azadirachtin, pyrethrins and a variety of essential oils have real pest- and disease-suppressive activity and, in many cases, significant activity, and that these activities are achieved through multiple modes of action that represent an inherent benefit to resistance management as compared to single-target synthetic chemistries. Meanwhile, the literature remains largely unified on the main challenges to wider commercial adoption and field performance that are not due to inherent lack of bioactivity, but due to compound instability, formulation quality, batch variability and regulatory fragmentation. With the current state of the art technologies of nano and micro-encapsulation, the increasing regulatory acceptance and significant market growth by independent industry analysis indicate that plant-based biopesticides are expected to have a more prominent but not exclusive part in the future of pest management. The best defence, given the available evidence, they have is as part of an integrated pest management programme, as part of—and not as a replacement for—synthetic and microbial crop protection methods: research and development on formulation science, standardised efficacy testing, and harmonised regulation are the most obvious means of delivering their full potential as crop protection products.

References

Aremu, A. O., Omogbene, T. O., Fadiji, T., Lawal, I. O., Opara, U. L., & Fawole, O. A. (2024). Plants as an alternative to the use of chemicals for crop protection against biotic threats: Trends and future perspectives. European Journal of Plant Pathology, 170(4), 711–766. https://doi.org/10.1007/s10658-024-02924-y

Dassanayake, M. K., Chong, C. H., Khoo, T.-J., Figiel, A., Szumny, A., & Choo, C. M. (2021). Synergistic field crop pest management properties of plant-derived essential oils in combination with synthetic pesticides and bioactive molecules: A review. Foods, 10(9), 2016. https://doi.org/10.3390/foods10092016

Fernandes, T. T., Gomes, B. B., & Lopes, M. A. (2009). Azadirachtin concentration, insecticide efficacy and phytotoxicity of four neem (Azadirachta indica A. Juss.) extracts. ResearchGate preprint.

Frontiers in Sustainable Food Systems. (2025). Biopesticides for sustainable agriculture: Feasible options for adopting cost-effective strategies. Frontiers in Sustainable Food Systems, 2025. https://doi.org/10.3389/fsufs.2025.1657000

Fortune Business Insights. (2026). Biopesticides market size, share, trends: Growth report [2034]. https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/biopesticides-market-100073

Global Market Insights. (2025). Biopesticides market size, share, growth analysis report – 2034. https://www.gminsights.com/industry-analysis/biopesticides-market

Isman, M. B. (2006). Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. Annual Review of Entomology, 51, 45–66. https://doi.org/10.1146/annurev.ento.51.110104.151146

MarketsandMarkets. (2025). Biopesticides market report 2025–2030. https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/biopesticides-267.html

Ntalli, N. G., & Caboni, P. (2009). Efficacy evaluation of a neem (Azadirachta indica A. Juss) formulation against root-knot nematodes Meloidogyne incognita. Crop Protection, 28(6), 489–494. https://doi.org/10.1016/j.cropro.2009.01.010

Pavela, R., & Benelli, G. (2016). Essential oils as ecofriendly biopesticides? Challenges and constraints. Trends in Plant Science, 21(12), 1000–1007. https://doi.org/10.1016/j.tplants.2016.10.005

Plants (MDPI). (2025). Bridging microbial biocontrol and phytochemical biopesticides: Synergistic approaches for sustainable crop protection. Plants, 14(22), 3453. https://doi.org/10.3390/plants14223453

Precedence Research. (2026). Biopesticides market size to hit USD 36.43 billion by 2035. https://www.precedenceresearch.com/biopesticides-market

Scientific Reports. (2023). Insecticidal activity of essential oils from American native plants against Aedes aegypti (Diptera: Culicidae): An introduction to their possible mechanism of action. Scientific Reports, 13, 2989. https://doi.org/10.1038/s41598-023-30046-8

Scientific Reports. (2023). Elucidating the molecular mechanisms of essential oils' insecticidal action using a novel cheminformatics protocol. Scientific Reports, 13. https://doi.org/10.1038/s41598-023-29981-3

ScienceDirect (Industrial Crops and Products / South African Journal of Botany). (2022). Plant based natural products as potential ecofriendly and safer biopesticides: A comprehensive overview of their advantages over conventional pesticides, limitations and regulatory aspects. South African Journal of Botany. https://doi.org/10.1016/j.sajb.2022.10.024

ScienceDirect (Essential oils from plant resources). (2024). Essential oils from plant resources as potent insecticides and repellents: Current status and future perspectives. Journal of Agriculture and Food Research. https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101408

ScienceDirect (From plants to pest targets). (2025). From plants to pest targets: Revisiting botanical insecticides for lepidopteran pest management. Journal of Agriculture and Food Research. https://doi.org/10.1016/j.jafr.2025.102XXX

Šunjka, D., & Mechora, Š. (2022). An alternative source of biopesticides and improvement in their formulation—Recent advances. Plants, 11(22), 3172. https://doi.org/10.3390/plants11223172

Technavio. (2025). Biopesticides market growth analysis—Size and forecast 2025–2029. https://www.technavio.com/report/biopesticides-market-industry-analysis

U.S. Environmental Protection Agency. (2006). Reregistration eligibility decision (RED) for pyrethrins. https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/reg_actions/reregistration/red_PC-069001_7-Jun-06.pdf

PMC (Insect Pest Control from Chemical to Biotechnological Approach). (2025). Insect pest control from chemical to biotechnological approach: Constraints and challenges. PMC. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12112121/

PMC (Optimization of microencapsulation). (2023). The insecticidal activity of Azadirachta indica leaf extract: Optimization of the microencapsulation process by complex coacervation. Molecules/Insects. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10058546/

PMC (Are We Adequately Testing Essential Oils). (2025). Are we adequately testing essential oils as insecticides in the laboratory? Bridging the gap between laboratory bioassays and field applications. PMC. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12787470/

PMC (Low-lethal concentrations of rotenone and pyrethrins). (2024). The low-lethal concentrations of rotenone and pyrethrins suppress the population growth of Rhopalosiphum padi. PMC. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC11255243/

Beyond Pesticides. (2026, March 20). "Biopesticides" critiqued as poorly defined and regulated, challenging safety assumptions and use. Beyond Pesticides Daily News Blog. https://beyondpesticides.org/dailynewsblog/2026/03/study-critiques-biopesticides-as-inadequately-defined-and-regulated-challenging-safety-assumptions-and-use/

Landscape IPM, Texas A&M AgriLife. (2010). Botanical insecticides. https://landscapeipm.tamu.edu/types-of-pest-control/chemical-control/organic/botanical/

SUSTAINABLE SYNTHESIS OF BIO-BASED SCHIFF BASES FROM NATURAL ALDEHYDES AND AMINES: RECENT ADVANCES IN REACTION CHEMISTRY, STRUCTURAL CHARACTERIZATION, ANTIOXIDANT PROPERTIES, AND FUTURE APPLICACTIONS

Sule M. Tanyam[1] Rashida Mahmud Kachalla [2] Salihu Muhammad Aliyu [3]

Federal Polytechnic Bali Department of Biochemistry/Chemistry [1]

Department of Chemistry Modibbo Adama University Yola[2]

Department of Chemistry Federal University of Agriculture Zuru[3]

Corresponding author: suletanyammalamjo@gmail.com

Abstract

Schiff bases are an important class of organic compounds containing the azomethine (–C=N–) functional group and are widely investigated because of their diverse chemical, biological, and industrial applications. However, conventional synthesis often involves toxic solvents, hazardous reagents, and energy-intensive conditions, creating environmental and sustainability concerns. This review examines recent advances in the sustainable synthesis of bio-based Schiff bases using naturally available aldehydes and amines as renewable starting materials. Particular attention is given to green synthetic approaches, including aqueous and solvent-free reactions, recyclable catalysts, microwave- and ultrasound-assisted synthesis, and the use of bio-derived solvents and catalytic systems. The review discusses the mechanisms of Schiff-base formation and evaluates the influence of molecular structure and reaction conditions on product yield and properties. Major characterization techniques, including Fourier-transform infrared spectroscopy, nuclear magnetic resonance, ultraviolet–visible spectroscopy, mass spectrometry, and elemental analysis, are critically examined. Furthermore, reported antioxidant properties and their relationship with molecular structure are assessed using radical-scavenging and reducing-power assays. Emerging applications in pharmaceutical, antimicrobial, antioxidant, catalytic, sensing, and materials science are highlighted. Key challenges include feedstock variability, purification, scalability, toxicity assessment, and standardization of antioxidant testing. Future research should emphasize life-cycle assessment, scalable green synthesis, safer molecular design, and valorization of underutilized renewable resources.

Keywords: Bio-based Schiff bases; Natural aldehydes; Natural amines; Green chemistry; Sustainable synthesis; Antioxidant activity; Biomass valorization; Azomethine compounds.

PLANT-DERIVED CATALYSTS FOR SUSTAINABLE SYNTHESIS OF BIOACTIVE HETEROCYCLIC COMPOUNDS:

A COMPREHENSIVE REVIEW OF GREEN CHEMISTRY APPROACHES

Sule M. Tanyam[1] Saidu Bello Mamudu[2] Rashida Mahmud Kachalla [3] Salihu Muhammad Aliyu [4]
Federal Polytechnic Bali Department of Biochemistry/Chemistry [1]
National Biotechnology Research Development Agency, Bioresources Development Centre Biliri, Gombe State[2]
Department of Chemistry Modibbo Adama University Yola[3]
Department of Chemistry Federal University of Agriculture Zuru[4]
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. The use of plant-derived catalysts is appealing as plant biomass and agro-industrial residues can serve as renewable resources of organic acids, bases, polyphenols, mineral components, enzymes and carbonaceous supports. Recent research has shown that plant-derived and plant-mediated catalysts can be used to catalyze multicomponent reactions, cross-coupling, oxidation, and heterocycle-forming transformations under relatively mild conditions, as well as to recover the catalyst and valorize the biomass. In this review, the latest findings on plant-derived catalytic systems for the synthesis of biologically active heterocyclic compounds are summarized, highlighting features such as the source of the catalyst, its catalytic activity, the range of reactions, its green chemistry properties, its recyclability and its emerging applications. In addition to the aqueous, solvent-minimized, and low-energy reaction methods, plant extracts, nanocatalysts mediated by phytochemicals, acids and bases derived from plants, and solid catalysts derived from plants are analyzed. However, some limitations are still present, as pointed out in the review, such as biomass variability, non-identification of the active catalytic species, the poor reproducibility, the lack of scale-up, metal leaching in some nanocatalysts and underutilization of life cycle assessment. There is current evidence that standardized plant derived catalytic systems, with a clear understanding of mechanism, which are recyclable and quantitatively evaluated, can be developed further.

Keywords: *Plant derived catalysts, Green chemistry, Heterocyclic compounds, Sustainable synthesis, Valorisation of the biomass, Catalysis, Bioactive compounds*

1. Introduction

The nitrogen, oxygen, and sulfur heterocycles continue to play a significant role in medicinal and functional chemistry as they are present in a large number of molecules and materials of biological importance. In recent years, advances have been focused on the ongoing development of environmentally sustainable approaches to the synthesis of these scaffolds, especially aqueous and solvent minimized, catalytic, multicomponent, and nanocatalytic approaches to greener synthesis (Rao et al., 2021). Concurrently, the progress in plant and biomass based catalytic systems has evolved from reaction media to recoverable heterogeneous catalysts to nanomaterials produced by plant-derived phytochemicals. Recently, plant-assisted synthesis of isoquinolinone-based products using palladium catalysts and plant-mediated Cu2O microstructures for the synthesis of 1,2,3-triazoles were investigated (Yousefnejad *et al.,* 2023; Abdelbaki *et al.,* 2024).

Green Chemistry is a technique that minimizes waste and hazard, enhances resource and energy efficiency. Recent publications on plant- and biomass-based catalysis associate these goals with renewable feedstocks, with valorization of wastes, with catalyst efficiency, with processing in aqueous media, and with recovery of the catalyst (Rao et al., 2021; Amiri et al., 2025). Although the Twelve Principles may be considered solely as a qualitative checklist, many recent studies have implemented them alongside quantitative parameters like yield, atom economy, reaction mass efficiency, process mass intensity, solvent consumption, energy consumption, and catalyst recyclability. For instance, the 2025 sugarcane-bagasse-ash study evaluated the use of an agro-industrial residue, bagasse ash, for catalyst production and contrasted the sustainability benefits with the use of a silica catalyst prepared from the conventional silica precursor (Saenthornsin et al., 2025).

The use of plant based catalytic systems has become more of a focus due to the fact that renewable biomass can serve both as a catalyst source, reducing/capping agent, support, and reaction medium. Chemically diverse constituents of plant extracts which may exhibit acid-base, redox, coordination or nanoparticle-forming activity include phenolics, flavonoids, organic acids, alkaloids, and mineral ions (Matinise, 2025; Amiri et al., 2025). It creates opportunities to link the valorization of wastes with synthetic chemistry. In recent years, the scope of the approach has been demonstrated, ranging from aqueous media for the synthesis of heterocycles to pharmaceutical compounds that are synthesized using catalysts prepared via phytomanagement, including metal-oxide and metal nanoparticles such as TiO2 and Au-NP, etc. (Dwivedi et al., 2020; Abdelbaki et al., 2024; Phom et al., 2024; Dascălu et al., 2025). A critical survey of using plant derived catalytic systems for sustainable synthesis of bioactive heterocyclic compounds is presented. It classifies the literature by catalyst

type and heteroatom class, discusses the mechanism of catalytic activity, examines the metrics for defining 'greenness' and reviews the biological activities of the generated heterocycles and the main challenges and future research directions in this rapidly growing area.

1.1 Scope and Organization of study

The focus of this study is catalytic systems whose catalytic material, active medium, support or reducing/capping environment is directly derived from plant material or plant-associated biomass. The selection of evidence herein has been made based on plant extracts, plant mediated metal and metal oxide nanoparticles, plant biomass derived solid acid or base catalysts and other plant-derived catalytic materials published from 2020 to 2025. The review focuses on heterocycle-forming transformations, as well as reaction efficiency, selectivity, reaction conditions, catalyst recovery and sustainability indicators. Studies that do not fit into this scope are cited only if they are required to explain a mechanistic or analytical concept, and references prior to 2020 have been deleted from the expanded reference list to keep it within the desired time span (2020-2025).

2. Green Chemistry Principles and the reasons for plant-derived catalysis.

Recent literature suggests that plant derived catalysts do more than just meet one of the goals in green chemistry: they meet multiple goals feedstocks, waste prevention via biomass valorisation, safer reaction media, catalytic efficiency and reduced resource consumption. The potential for renewable origin, reusability, and a wide range of catalytic applications of plant-derived materials is highlighted in a review of tea-derived catalysts published in 2025, while recent primary studies showcase the recyclability of plant-extract-supported catalysts and solid acids derived from biomass for the synthesis of heterocycles (Amiri et al., 2025; Yousefnejad et al., 2023; Saenthornsin et al., 2025). The benefits must however be quantified as the biomass collection, drying, ashing, extraction and calcination processes and catalyst functionalisation may bring in energy and material loads.

Figure 1. Relative emphasis of the Twelve Principles of Green Chemistry in plant-derived catalytic approaches to heterocyclic synthesis

A quantitative dimension is more comparable than a qualitative dimension in mapping the Twelve Principles. Isolated yield, atom economy, reaction mass efficiency, process mass intensity, solvent use, energy use, catalyst use, and number of successful re-use. In recent biomass derived catalytic studies, high product yield, mild conditions, renewable feedstocks and catalyst recyclability have been reported, however, the metrics were not

always reported in a harmonized manner (Dwivedi *et al.,* 2020; Anchan et al., 2023; Saenthornsin *et al*., 2025). Hence, the reported green metrics are not used in this review as universal metrics but as specific ones for the particular study.

The various categories of plant-derived catalytic systems are described. Various categories of plant-derived catalytic systems are;

The plant-based catalysts used in the recent heterocyclic synthesis can be categorized into five groups: (i) crude or processed extracts of the plants used as reaction media or catalysts, (ii) extracts containing phytochemicals that can be used to prepare metal or metal-oxide nanoparticles, (iii) organic-acid-rich or mineral-rich extracts from plants used as Brønsted acids/bases, (iv) plant-derived or plant-associated catalytic materials, and (v) solid catalysts derived from biomass like ash-derived silica, functionalized carbon, or mesoporous materials. Recent investigations suggest that these classes can be applied in a variety of multicomponent, coupling, oxidation and other transformations, as well as recovery and reuse (Rao et al., 2021; Yousefnejad et al., 2023; Abdelbaki et al., 2024; Dascălu et al., 2025).

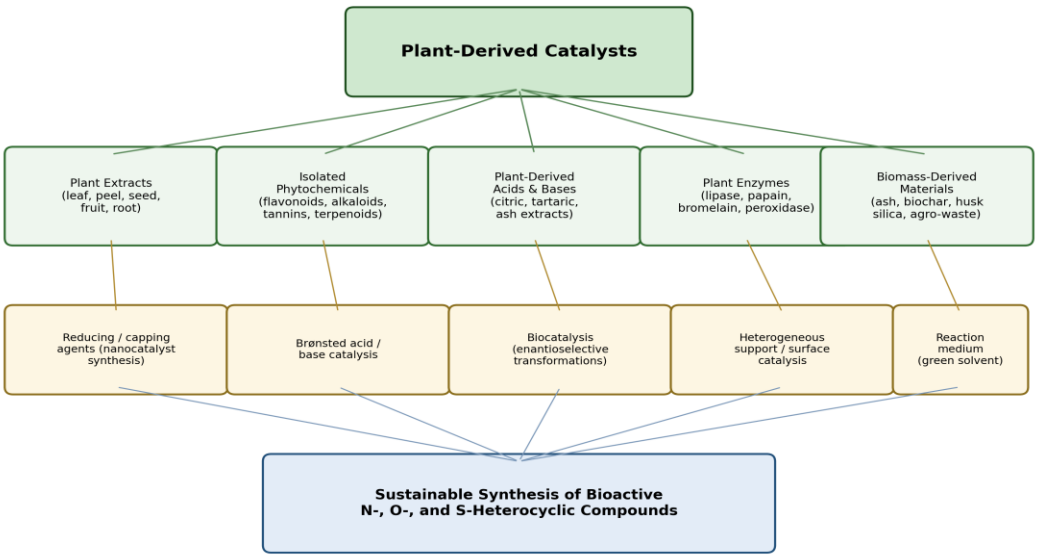


Figure 2. Classification of plant-derived catalytic systems and their functional roles in sustainable heterocyclic synthesis.

,

3. Plant Extracts and Ash-Derived Reaction Media

Aqueous plant-derived media continue to be one of the simplest types of biomass-derived catalysts. For instance, the reaction medium were bananas' peel water extract, which was used to obtain pyrano[2,3-c]pyrazoles in a one-pot, ligand-free manner, with good green-metric properties reported by the authors (Dwivedi et al., 2020). Later, this idea has been developed into the concept of engineered catalysts. Mineral compounds produced during biomass processing have been reported as catalytic agents in one pot synthesis of 5-aminopyrazole-4-carbonitriles, demonstrating the catalytic activity of mineral compounds produced during biomass processing (Ingale et al., 2024).

3.1 Microorganisms and Inorganic Catalysis

Another alternative to catalytic activation using mineral acids is to use plant-based systems of organic acids. Recently, dihydropyrimidinones and dihydropyridines were synthesized using biorenewable furfurals in the presence of an inexpensive, water compatible organocatalyst (Biginelli and Hantzsch reactions) under optimized reaction conditions of 60 °C and 3–6 h (Anchan et al., 2023). The study demonstrates the possibility of using a bio-derived substrate and a non-toxic water-based catalyst in a multi-component process for the synthesis of heterocycles.

3.2 Plant-Derived Nanoparticle Catalysts

Plant extracts also provide reducing, capping, stabilizing or coordinating environment for the formation of nanoparticles. Recent studies have shown that metal and metal-oxide nanomaterials, when produced through the plant-based method, can then be used as heterogeneous catalysts. For instance, Abdelbaki et al. (2024) reported production of plant mediated flower like Cu2O micro beads in extract of Artemisia campestris for catalyzed synthesis of 1,4-disubstituted 1,2,3-triazoles. Mikania micrantha was also used to synthesize silver nanoparticles (AgNPs) by Phom et al. (2024) and found to be an effective catalyst for the Biginelli reaction. From simple plant extracts to recoverable catalytic nanostructures, these studies demonstrate how this will be achieved while also highlighting the importance of meticulous characterization of and assessment for metal release.

3.3 Biomass-Derived Solid Catalysts

Crude extracts are not structurally stable or easily recovered, but this can be overcome by agro-industrial residues that can be turned into functional heterogeneous catalysts. Saenthornsin et al. (2025) synthesized the sulfonated mesoporous SBA-16 from sugarcane bagasse ash which was used in the Biginelli reactions to catalyze this synthetic procedure, highlighting the importance of the use of silica-rich waste as a reusable solid

acid catalyst. More generally, recent reviews highlighted the potential of plant derived and biomass derived materials as sustainable catalyst supports and as precursors for nanomaterials, as well as the significant impact that the preparation of the catalysts has on the overall environmental profile (Matinise, 2025; Amiri et al., 2025).

Table 1 presents the diversity in type of biomass used as a source of catalytic systems, forms of catalysts, and reaction conditions reported in the literature in the synthesis of bioactive heterocyclic scaffolds.

Plant / biomass source	Catalyst form	Heterocycle synthesized	Reaction conditions	Reference
Banana peel	Aqueous water extract	Pyrano[2,3-c]pyrazoles	Room temperature; aqueous; ligand-free	Dwivedi et al. (2020)
Biorenewable furfurals / gluconic acid	Gluconic acid aqueous solution	Dihydropyrimidinones and dihydropyridines	60 °C; 3–6 h; aqueous	Anchan et al. (2023)
Fucus vesiculosus extract	Magnetic plant-extract-supported Pd catalyst	Isoquinolinone-containing derivatives	Heterogeneous; recyclable	Yousefnejad et al. (2023)
Artemisia campestris	Plant-mediated Cu2O microbeads	1,2,3-Triazoles	Catalytic; heterogeneous	Abdelbaki et al. (2024)
Mikania micrantha	Plant-mediated Ag nanoparticles	Biginelli products	Multicomponent reaction; heterogeneous	Phom et al. (2024)
Pomegranate ash	Water extract of ash	5-Aminopyrazole-4-carbonitriles	One-pot multicomponent	Ingale et al. (2024)
Sugarcane bagasse ash	Sulfonated mesoporous SBA-16	Dihydropyrimidinones (Biginelli)	Ethanol; 90 °C; recyclable	Saenthornsin et al. (2025)
Metal-accumulating plants	Plant-derived eco-catalysts	Oxidized Hantzsch/related heterocycles	Optimized oxidation; recyclable biomass catalyst	Dascălu et al. (2025)

4. Mechanistic Considerations

The detailed mechanism varies depending on the composition of the catalyst, but recent plant derived catalytic systems can be understood by the familiar acid–base, Lewis-acid, redox, and surface-mediated pathways. In the aqueous ash-derived systems, basic mineral species can also assist in the deprotonation of the active-methylene compounds and condensation/cyclization steps. In plant-mediated nanoparticle systems, the phytochemical can be involved in the process of making nanoparticles and the surface of the nanoparticles can serve as catalytic

sites for the activation of a substrate. Multicomponent condensations can be catalyzed by Brønsted-acid sites in biomass-derived sulfonated materials. These interpretations are in line with recent experimental studies on banana peel media, plant mediated Cu2O catalysts, and sugarcane-bagasse derived sulfonated SBA-16 (Dwivedi et al., 2020; Abdelbaki et al., 2024; Saenthornsin et al., 2025).

In the case of acid promoted transformations, protonation or hydrogen-bond activation of the carbonyl-containing substrates can enhance the electrophilicity and promote nucleophilic addition, condensation, and cyclization. Surface-coordination can change the activation of the substrates for heterogeneous plant-derived nanocatalysts and can also help to separate the catalyst and reuse it. These mechanistic descriptions can be considered as working models, supported by experiments, until proven by spectroscopic, kinetic, or computational methods to be correct (Yousefnejad et al., 2023; Abdelbaki et al., 2024; Dascălu et al., 2025).

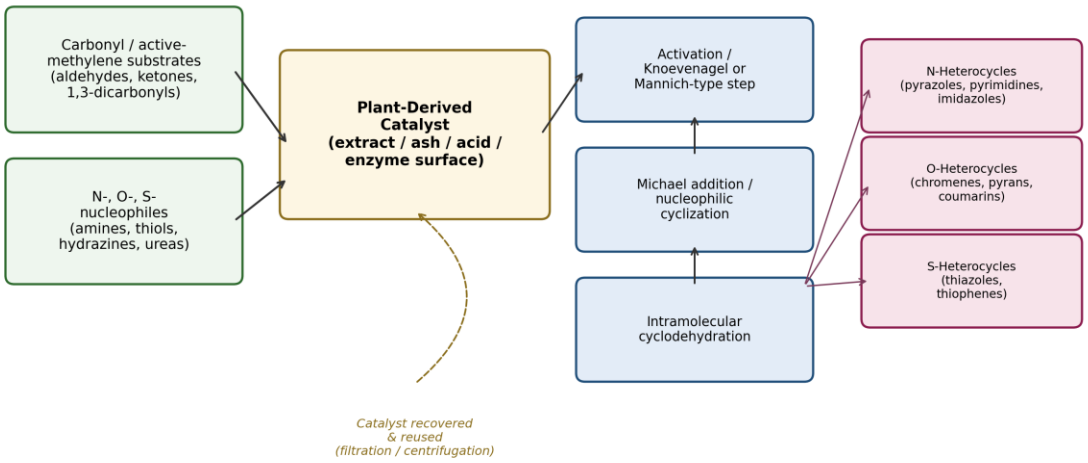


Figure 3. Generalized reaction pathway for plant-derived catalyst-mediated multicomponent construction of N-, O-, and S-heterocyclic scaffolds, including catalyst recovery.

6. Synthesis of Nitrogen-Containing Heterocycles

Nitrogen-containing heterocycles are still a common focus of green synthetic methods. Pyridines, pyrimidines, pyrazoles, triazoles, indazoles and related scaffolds are some of the most relevant products of sustainable catalytic synthesis that have been identified by recent reviews (Rao et al., 2021). Aqueous biomass media, plant

mediated nanocatalysts and biomass supported solid acids have been some of the contributions from plant-based systems to this area. They include triazoles from Cu2O synthesized by Artemisia, Biginelli products synthesized by biomass derived catalysts, 5-aminopyrazole-4-carbonitriles from pomegranate ash extract, and pyrano[2,3-c]pyrazoles from banana-peel water extract (Dwivedi et al., 2020; Ingale et al., 2024; Abdelbaki et al., 2024; Saenthornsin et al., 2025).

Dihydropyrimidinones and related Biginelli products are useful examples of the use of bio-derived catalysts for the synthesis of multicomponent heterocycles. Anchan et al. (2023) reported the use of gluconic acid aqueous solution as green organocatalyst for the Biginelli synthesis using biorenewable furfurals and Saenthornsin et al. (2025) reported the preparation of sulfonated mesoporous catalyst from sugarcane bagasse ash for efficient Biginelli reactions. The use of plant-mediated silver nanoparticles as catalysts for Biginelli chemistry has also been studied (Phom et al., 2024).

6.1, Reaction Scope and Substituent Tolerance.

Recent studies suggest that plant-based catalytic systems are capable of accepting structurally diverse substrates; however, the scope of substrates depends on the catalyst and reaction system. The banana-peel system was reported to have a broad substrate applicability for the formation of pyranopyrazole, and plant-derived Cu_2O and biomass-derived solid catalysts were tested and evaluated in triazoles and Biginelli reactions, respectively (Dwivedi et al, 2020; Abdelbaki *et al*, 2024; Saenthornsin et al, 2025). General substrate tolerance should, therefore, be defined with the experimentally determined substrate set and not by arbitrarily assuming it for all plant derived catalysts.

6.2 data obtained were compared with the conventional catalytic systems.

Plant-derived and biomass-supported catalysts may have the benefit of renewability of the feedstocks, recovery of the catalyst and less reliance on harmful chemicals than conventional homogeneous acids or bases. In calculating direct comparison, however, the following factors need to be taken into consideration: preparation, loading, reaction time, solvent, temperature, purification, metal content. For instance, recent studies include plant-extract-supported palladium catalysts for reuse over multiple cycles (Yousefnejad et al., 2023) and sugarcane-bagasse-derived SBA-16/SO3H combined biomass valorization with heterogeneous catalysis and recovery (Saenthornsin et al., 2025).

7 Synthesis of Oxygen-Containing Heterocycles

The oxygen containing heterocycles, including pyrans, chromenes, coumarins and fused oxygen systems are still relevant targets for synthesis. In recent literature on green synthesis, the use of aqueous and catalytic methods which reduce the amount of solutes and reagents, are highlighted (Rao et al., 2021). In the plant catalyst arena, evidence for multicomponent cyclizations is the strongest and most recent, as is also the case with the catalytic media derived from biomass, while no universal catalyst has been found. The existing findings thus suggest that catalysis using plants is a very promising platform for oxygen-heterocycle production and a demand for a more wide-ranging substrate study and the establishment of a standard sustainability indicator.

7.1 The synthesis of sulfur-containing heterocycles.Synthesis of sulfur containing heterocycles.

Nitrogen-containing systems are more well-represented than sulfur-containing heterocycles in the recent plant-catalysis literature. However, the same catalytic principles used for incorporation of the carbon elements (acid/base activation, nucleophilic addition, condensation and cyclisation) can be adopted to incorporate sulfur elements as appropriate nucleophiles are applied. Sustainable heterocycle reviews and the study of biomass catalysed reactions indicate that there is still significant potential for expanding sulfur heterocycles in the future, such as the use of recyclable solid catalysts and acidic or basic biomass materials (Rao et al., 2021; Amiri et al., 2025).

8. Green Products and Services

The use of plant derived catalysts can be used in combination with aqueous media, solvent minimization, multi component reaction design and other energy saving methods. The first study in 2020 on banana peel showed the synthesis of heterocycle molecules at room temperature in an aqueous biomass-derived medium, while the study in 2023 on gluconic acid showed the synthesis of multi-component heterocycle molecules in aqueous catalyst solution at moderate temperature (Dwivedi et al., 2020; Anchan et al., 2023). These examples indicate that the catalyst is not the sole means of achieving sustainability, but that there are other factors such as catalyst source, solvent selection, reaction temperature and simplified isolation.

Recent studies of plant- and biomass-derived catalysts have also demonstrated that catalysts can be engineered for process intensification. Plant mediated nanocatalysts offer high surface area and recoverability, while the mesoporous biomass derived solids offer defined acid sites and separation from reaction mixtures. The study on

sugarcane-bagasse for 2025 shows the importance of the green-chemistry indicators (Saenthornsin et al., 2025) when comparing the biomass-derived catalys preparation with the conventional catalyst preparation methods.

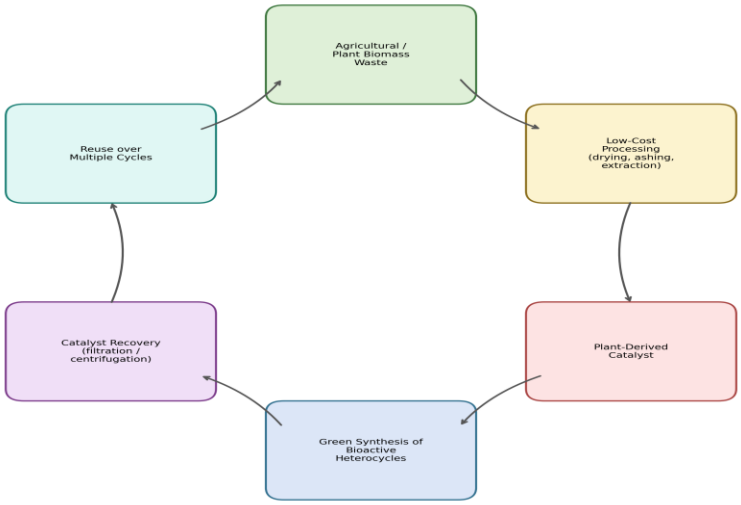


Figure 4. Circular biomass-to-catalyst-to-product workflow illustrating biomass valorization and catalyst recyclability.

9. Catalyst Recovery, Recyclability, and Biomass Valorization

A major claimed advantage of plant-derived catalysis is the possibility of converting low-value biomass into functional catalytic materials and subsequently recovering those materials after reaction. Recent examples support this concept at different levels: plant-extract-supported palladium catalysts were reused over five sequential runs, loquat-leaf-derived Pd–Fe nanocomposites were reported to remain catalytically active after nine cycles, and sugarcane-bagasse-derived SBA-16/SO3H was developed as a recoverable solid catalyst for Biginelli chemistry (Yousefnejad et al., 2023; Phom et al., 2024; Saenthornsin et al., 2025). Nevertheless, recyclability should be reported together with activity retention, catalyst mass balance, and possible metal leaching.

The recent sugarcane-bagasse-ash study provides a strong example of biomass valorization combined with heterogeneous catalysis. The resulting sulfonated mesoporous SBA-16 was applied to Biginelli reactions and evaluated using structural, catalytic, and green-chemistry measures (Saenthornsin et al., 2025). Similarly, phytomanagement research has shown that metal-accumulating plants can be converted into plant-derived eco-catalysts, linking environmental remediation with catalytic use of biomass (Dascălu et al., 2025).

Table 2. Illustrative comparison of green chemistry metrics across catalyst classes used in heterocyclic synthesis (values are representative ranges drawn from the reviewed literature, not measurements from a single controlled study).

Catalyst class	Sustainability features reported	Recovery / reuse	Key limitation
Plant extracts / aqueous biomass media	Renewable feedstock; low-solvent or aqueous processing; waste valorization	Often single-batch; reuse depends on formulation	Composition variability and poorly defined active species
Plant-mediated metal / metal-oxide nanocatalysts	Biogenic synthesis; high surface area; potential lower-waste preparation	Frequently recoverable; several-cycle reuse reported	Metal leaching and nanoparticle characterization
Biomass-derived solid acids / bases	Agro-waste valorization; heterogeneous catalysis; reduced separation burden	Generally easier filtration and reuse	Preparation can require thermal/chemical functionalization
Plant-extract-supported metal catalysts	Renewable support environment; catalytic efficiency; recyclable heterogeneous phase	Multi-cycle reuse demonstrated in recent studies	Metal loading, stability, and residual-metal control

10.Characterization Approaches

An important aspect is the characterization since the chemical composition of plant-based catalysts can vary significantly. Studies in recent years have included complementary techniques including FT-IR, UV–visible spectroscopy, XRD, SEM/TEM, EDX/EDS, BET surface analysis, XPS, VSM, ICP-based analysis, and thermal analysis to determine functional groups, morphology, elemental composition, surface properties, crystallinity, and magnetic behavior (Yousefnejad et al., 2023; Abdelbaki et al., 2024; Saenthornsin et al., 2025). The NMR and FT-IR spectroscopy, mass spectrometry, chromatography, and melting point analysis are the common methods of product characterization that are used in the case of various types of compounds.

10.1. Interactions between plants and insects in potted culture.

The biological activities of many heterocyclic products that can be synthesized by green catalytic approaches are of interest for medicinal chemistry but it is important that they are directly supported by experimental evidence for the specific compound and not just for the scaffold. Indeed, recent reviews confirm the wide medicinal value of heterocyclic products, and recent catalyst studies show how to obtain biologically relevant

nitrogen-containing products under more environmentally friendly reaction conditions (Rao et al., 2021; Yousefnejad et al., 2023; Phom et al., 2024).

It is not possible to draw conclusions about the environmental profile of final products from the origin of the catalysts. While plants can be used to create the catalysing agents, this would lessen the need for some of the toxic chemicals or solvents, but the use of metal containing catalysts would raise concerns about leaching, downstream purification and the presence of residual metals. Therefore, in the future, the purity of the products, the presence of catalysts as impurities, the leaching of metals if present, and toxicity or biological compatibility if the products are to be applied in pharmaceutical or agrochemical products should be reported (Yousefnejad et al., 2023; Dascălu et al., 2025).

11. Challenges and Limitations

The literature of the last few years (2020-2025) shows several shortcomings. The first is that the composition of plant species can vary by the species, tissue, geography, cultivation conditions, harvest time and processing, all of which can affect the catalytic performance. Secondly, the catalytic species in crude extracts and ash derived media are usually not fully characterized. Third, many recyclability data are only applicable for a few cycles and catalyst deactivation/leaching is not always measured. Fourth, if a laboratory scale test is successful, this does not necessarily mean that it will be directly applicable to a pilot or industrial production, since further requirements are imposed by the preparation of the biomass, its drying, extraction, calcination and storage. Finally, for many catalysts produced from plants, comparative life cycle and techno-economic analyses are lacking (Amiri et al., 2025; Matinise, 2025; Dascălu et al., 2025).

The scale-up of a plant derived catalyst is a particular challenge since the following parameters should be controlled: Reproducible preparation of the plant derived catalyst, Control of moisture level, Control of particle size, extraction ratio, ash composition, thermal treatment, storage. These variables can be changed to affect the acidity and/or basicity of the catalyst, as well as the surface chemistry and/or content of the metals. Recent research on catalysts derived from biomass wastes demonstrates that significant processing can sometimes be needed to develop a controlled heterogeneous catalyst, highlighting the importance of understanding the energy and material demands of the catalyst preparation process, in addition to considering the reaction performance (Saenthornsin et al., 2025).

12. Future Perspectives

Future work should focus on having a standard preparation protocol, thorough characterization of the catalysts, mechanistic studies, and statistically tractable comparisons between biomass sources. The identification of the active catalytic species and the differentiation from true catalysis and the reagent effects could be achieved by using computational modelling and advanced spectroscopy. Catalyst recovery, metal-leaching measurements and long-term stability should also be taken into consideration. It is suggested that another path can be followed for integrating environmental remediation with catalyst production in a circular process based on recent phytomanagement efforts (Dascălu et al., 2025). The following items should be included in the LCA of biomass cultivation or collection, transport, drying, extraction or ashing, functionalization of the catalyst, reaction operation, recovery and end-of-life. Recent studies have shown the importance of using green-chemistry metrics for catalyst development, however it is still advised that there is a harmonization of reporting so that meaningful comparisons between plant-derived, mineral, metal and other heterogeneous catalysts can be made (Saenthornsin et al., 2025; Amiri et al., 2025).

13. Conclusion

The plant catalyst platform and the biomass catalyst platform are growing platforms for the synthesis of heterocycles in a sustainable way. The research conducted from 2020 to 2025 shows a range of possible transformations that can be promoted by using aqueous plant extracts, ash-based media, plant mediated nanoparticles, biomass supported metals and functionalized agro-waste catalysts under relatively mild and environmentally friendly conditions (Dwivedi et al., 2020; Rao et al., 2021; Abdelbaki et al., 2024; Saenthornsin et al., 2025). The best prospects for progress are in the integration of renewable feedstocks with better defined catalytic sites, easy recovery, minimal solvent usage and quantitative sustainability assessment. But, the plant composition variability, lack of mechanistic understanding, preparation burden of catalysts, potential for leaching of metals, and lack of life-cycle data limit general claims of superiority for now. To realize the plant-based catalysis from promising laboratory demonstrations to strong sustainable synthesis platform, the progress towards standardized catalysts, rigorous green metrics, mechanistic evidence and scalable process design will be needed.

References

Abdelbaki, H., Djemoui, A., Souli, L., Souadia, A., Ouahrani, M. R., Djemoui, B., Lahrech, M. B., Ben Amor, I., Benarfa, A., Alsalme, A., Bechelany, M., & Barhoum, A. (2024). Plant mediated synthesis of flower-like Cu2O microbeads from Artemisia campestris L. extract for the catalyzed synthesis of 1,4-disubstituted 1,2,3-triazole derivatives. Frontiers in Chemistry, 11, 1342988. https://doi.org/10.3389/fchem.2023.1342988

Amiri, M., Vazehi, Z., Abedini, M., & Shirini, F. (2025). Tea-derived catalysts: A sustainable approach to organic transformations. RSC Advances, 15, 44272–44303. https://doi.org/10.1039/D5RA05453B

Anchan, H. N., Naik, P. C., Bhat, N. S., Kumari, M., & Dutta, S. (2023). Efficient synthesis of novel Biginelli and Hantzsch products sourced from biorenewable furfurals using gluconic acid aqueous solution as the green organocatalyst. ACS Omega, 8(37), 34077–34083. https://doi.org/10.1021/acsomega.3c05106

Astruc, D. (2020). Introduction: Nanoparticles in catalysis. Chemical Reviews, 120(2), 461–463. https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.8b00696

Dascălu, A.-E., Waterlot, C., Caudle, J., Bulteel, D., Dhainaut, G., Janus, A., Debuigne, T., Cornu, J.-Y., & Ghinet, A. (2025). Phytomanagement strategy leads to plant-derived catalysts for the sustainable synthesis of oxidized Hantzsch esters. Environmental Science: Advances, 4, 1045–1053. https://doi.org/10.1039/D5VA00028A

Dwivedi, K. D., Borah, B., & Chowhan, L. R. (2020). Ligand-free one-pot synthesis of pyrano[2,3-c]pyrazoles in water extract of banana peel (WEB): A green chemistry approach. Frontiers in Chemistry, 7, 944. https://doi.org/10.3389/fchem.2019.00944

Ingale, V. S., Patil, K. N., Dafale, P. S., Patil, R. M., Patil, A. I., & Patil, P. D. (2024). Water extract of pomegranate ash (WEPA) catalyzed, green and efficient, one-pot multicomponent synthesis of 5-aminopyrazole-4-carbonitrile. Indian Journal of Chemistry, 63(7), 709–715. https://doi.org/10.56042/ijc.v63i7.7749

Liu, X., Li, B., Han, G., et al. (2021). Electrocatalytic synthesis of heterocycles from biomass-derived furfuryl alcohols. Nature Communications, 12, 1868. https://doi.org/10.1038/s41467-021-22157-5

Matinise, N. (2025). Recent advances review in plant extracts-driven green synthesis of binary-metal oxide nanomaterials for sustainable nanotechnology. Scientifica, 2025, 2888408. https://doi.org/10.1155/sci5/2888408

Phom, M. C., Zhimomi, B. K., Imchen, P., Sumi, P., Sharma, S., Yanthan, K., Tumtin, S., Swu, T., & Phucho, T. (2024). Biosynthesis of Mikania micrantha mediated silver nanoparticles: Its application as a sustainable catalyst for Biginelli reaction and antioxidant capacity. Journal of Organometallic Chemistry, 1025, 123482. https://doi.org/10.1016/j.jorganchem.2024.123482

Rao, R. N., Jena, S., Mukherjee, M., Maiti, B., & Chanda, K. (2021). Green synthesis of biologically active heterocycles of medicinal importance: A review. Environmental Chemistry Letters, 19(4), 3315–3358. https://doi.org/10.1007/s10311-021-01232-9

Saenthornsin, K., Hunt, A. J., Limtragool, O.-A., & Noppawan, P. (2025). Mesoporous SBA-16/SO3H from waste sugarcane bagasse ash for efficient Biginelli reactions. Scientific Reports, 15, 15738. https://doi.org/10.1038/s41598-025-99670-w

Yousefnejad, F., Bahadorikhalili, S., Esmkhani, M., Adib, M., Javanshir, S., Hosseini, S., Larijani, B., & Mahdavi, M. (2023). Palladium supported magnetic Fucus vesiculosus extract as a natural and novel catalyst for the synthesis of N-alkyl-2-(4-methyl-1-oxoisoquinolin-2(1H)-yl)-2-phenylacetamide derivatives. Scientific Reports, 13, 1272. https://doi.org/10.1038/s41598-023-28121-1

QUANTITATIVE ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL STATUS OF ECOSYSTEMS BASED ON BIODIVERSITY INDICES AND BIOINDICATION PARAMETERS

PhD Balakhanova Gumru Vasif

https://orcid.org/0000-0002-1709-1442

Azerbaijan State Pedagogical University, Baku, Azerbaijan

Abstract

The quantitative assessment of ecosystem ecological status is essential for understanding the effects of anthropogenic pressures, environmental degradation, habitat transformation, and biodiversity loss on ecosystem structure and functioning. This study presents an integrated methodological approach based on biodiversity indices and bioindication parameters for the comprehensive evaluation of ecological conditions in ecosystems subjected to different levels of environmental disturbance. The assessment incorporates species richness, Shannon–Wiener diversity, Simpson dominance and diversity, Pielou's evenness, Margalef's richness, community similarity, relative abundance, frequency of occurrence, and the ecological sensitivity or tolerance of indicator taxa. Biological indicators are considered together with selected physicochemical environmental parameters, including soil pH, moisture, electrical conductivity, organic matter content, and potential pollutants. The results demonstrate that increasing anthropogenic pressure is generally associated with changes in community structure, including reductions in species richness and diversity, increased dominance of tolerant and opportunistic taxa, decreased evenness, and declining representation of environmentally sensitive organisms. The integrated analysis indicates that individual biodiversity indices provide complementary information and should therefore be interpreted collectively rather than independently. The incorporation of bioindication parameters improves the ecological interpretation of numerical diversity patterns by identifying biological responses associated with environmental stress. The proposed integrated ecological assessment framework enables the identification of ecological disturbance gradients, comparison of ecosystem conditions, detection of early signs of environmental degradation, and evaluation of ecosystem stability and restoration progress. The approach can be applied in biodiversity monitoring, environmental impact assessment, ecological risk evaluation, conservation planning, ecological restoration, and sustainable ecosystem management. Overall, the combined use of biodiversity indices and bioindication parameters provides a reliable quantitative basis for evaluating ecosystem ecological status and strengthening evidence-based environmental decision-making.

Keywords: biodiversity indices, bioindication, ecological status assessment, ecosystem health, species richness, ecological monitoring, environmental disturbance, biodiversity conservation, ecosystem assessment, anthropogenic pressure, ecological degradation, ecosystem resilience, environmental sustainability.

Introduction

The assessment of ecosystem ecological status has become a central objective of contemporary ecology, environmental management, and biodiversity conservation because increasing anthropogenic pressure is progressively altering the structural organization, functional stability, and regenerative capacity of natural and semi-natural ecosystems. Urbanization, agricultural intensification, industrial development, habitat fragmentation, pollution, climate change, land-use transformation, and excessive exploitation of biological resources can modify species composition, population abundance, trophic interactions, and ecosystem processes. Consequently, reliable quantitative approaches are required not only to identify ecological degradation but also to determine its magnitude, spatial heterogeneity, temporal dynamics, and potential consequences for ecosystem functioning. In this context, biodiversity indices and bioindication parameters represent complementary analytical approaches capable of transforming biological observations into quantitative measures of ecological condition.

Biodiversity constitutes one of the fundamental organizational characteristics of ecosystems and encompasses variation at genetic, species, functional, and ecosystem levels. Species diversity is particularly valuable for ecological assessment because changes in species richness, abundance distribution, dominance structure, and community composition frequently reflect alterations in environmental conditions. Ecosystems exposed to persistent anthropogenic stress may experience reductions in sensitive taxa, proliferation of tolerant or opportunistic organisms, simplification of community structure, and changes in relative abundance patterns. Therefore, the quantitative characterization of biodiversity provides an important basis for determining whether an ecosystem remains within a relatively stable ecological state or is undergoing ecological disturbance.

Biodiversity indices provide mathematical tools for summarizing complex community-level information into interpretable numerical parameters. Species richness represents one of the simplest measures of biodiversity and reflects the number of taxa recorded within a defined sampling unit. However, richness alone does not account for differences in species abundance and may therefore provide an incomplete representation of community organization. Shannon–Wiener diversity, Simpson diversity or dominance, Margalef richness, Pielou evenness, and related indices provide additional information concerning the distribution of individuals among taxa. In particular, diversity indices integrate two important dimensions of community structure—richness and relative abundance—thereby allowing ecological communities with different organizational patterns to be compared quantitatively[1].

The Shannon–Wiener index is widely applied in ecological studies because it simultaneously reflects species richness and evenness. Higher values generally indicate communities containing a greater number of taxa with a relatively balanced distribution of individuals, whereas lower values may be associated with reduced richness or pronounced dominance by a limited number of taxa. Nevertheless, interpretation of Shannon diversity should be context-dependent because the index is influenced by sampling intensity, habitat characteristics, taxonomic resolution, and the ecological properties of the investigated community. Similarly, Simpson-based indices provide valuable information about dominance and the probability that randomly selected individuals belong to the same taxon. Increased dominance may indicate ecological simplification, particularly when disturbance favors a limited group of tolerant species. Pielou's evenness complements these measures by quantifying how uniformly individuals are distributed among the observed taxa.

The ecological significance of biodiversity indices becomes considerably greater when they are integrated with bioindication parameters. Bioindication is based on the principle that organisms and biological communities respond measurably to environmental changes and therefore can serve as indicators of ecological conditions. Unlike many purely physicochemical measurements, biological indicators incorporate the cumulative effects of environmental stress over time and may reveal ecological responses that are not immediately detectable through conventional chemical analyses. Changes in the occurrence, abundance, frequency, distribution, physiological condition, or community structure of indicator organisms can consequently provide important evidence of environmental disturbance.

Bioindicators may include microorganisms, fungi, plants, invertebrates, fish, amphibians, birds, and other organisms whose ecological characteristics make them responsive to specific environmental factors. The selection of an appropriate bioindicator depends on its sensitivity or tolerance to environmental stress, ecological relevance, distribution, abundance, life cycle, ease of sampling, taxonomic reliability, and ability to provide reproducible responses. Sensitive species may disappear or decrease under unfavorable conditions, whereas tolerant species may persist or increase. The relative representation of these ecological groups can therefore provide an indirect measure of environmental stress.

Microbial and fungal communities are particularly promising components of ecological assessment because microorganisms participate directly in decomposition, nutrient cycling, soil formation, organic matter transformation, carbon dynamics, and numerous other ecosystem processes. Changes in microbial community structure can occur rapidly in response to contamination, altered soil properties, moisture regimes, vegetation

changes, and other environmental pressures. Soil fungi, including filamentous micromycetes, are especially relevant because they respond to changes in substrate availability, pH, organic matter content, moisture, heavy-metal contamination, salinity, and other physicochemical characteristics. Consequently, fungal abundance, species composition, frequency of occurrence, and diversity indices can provide informative biological signals of ecosystem disturbance.

The concept of bioindication is particularly important in ecosystems subjected to multiple simultaneous stressors. Anthropogenic environments rarely experience a single isolated pressure; instead, pollution, habitat modification, altered hydrological regimes, soil compaction, vegetation disturbance, and climate-related stress may act simultaneously. In such circumstances, individual physicochemical measurements may identify particular environmental variables but may not adequately characterize the integrated biological response of the ecosystem. Biological communities, in contrast, can reflect the cumulative ecological consequences of several interacting stressors. The combination of biodiversity metrics and bioindication parameters therefore offers a more comprehensive framework for ecological diagnosis[2].

An important advantage of quantitative biodiversity assessment is the possibility of comparing ecosystems along spatial and temporal gradients. For example, ecological conditions can be evaluated across urban, suburban, agricultural, industrial, protected, and relatively undisturbed environments. Similarly, repeated sampling can reveal temporal changes associated with seasonal variation, environmental restoration, pollution reduction, climate variability, or increasing anthropogenic pressure. Spatial patterns in biodiversity indices can be represented using statistical and geographic approaches, allowing ecological hotspots, degradation zones, transitional areas, and relatively stable habitats to be identified.

However, biodiversity indices should not be interpreted as independent indicators of ecological quality without considering the ecological context. A high diversity value does not necessarily indicate a healthy ecosystem, just as a low diversity value does not invariably represent degradation. Certain naturally extreme environments may support communities with relatively low species richness, while moderately disturbed environments may temporarily exhibit increased species richness as a result of species turnover or the coexistence of native and introduced taxa. Consequently, biodiversity indices should be interpreted in combination with species identity, ecological traits, environmental variables, functional characteristics, and bioindicator responses.

The integration of biodiversity indices with bioindication parameters can overcome some of these limitations by linking numerical diversity patterns with ecological meaning. For instance, a reduction in Shannon diversity accompanied by increased dominance of pollution-tolerant taxa and decreased abundance of sensitive taxa provides stronger evidence of ecological disturbance than a reduction in diversity alone. Similarly, an increase in community evenness accompanied by the disappearance of characteristic sensitive species may have a different ecological interpretation from an increase in evenness resulting from genuine ecosystem recovery. Thus, the interpretation of biodiversity metrics should be based on multidimensional ecological evidence rather than on isolated index values.

Quantitative ecological assessment can also benefit from the simultaneous analysis of biological and physicochemical variables. Soil pH, electrical conductivity, organic matter, moisture, nutrient concentrations, heavy metals, temperature, and other environmental parameters may be statistically related to changes in biodiversity and bioindicator abundance. Correlation analysis, regression models, multivariate ordination, cluster analysis, principal component analysis, and other statistical techniques can help identify the environmental factors most strongly associated with observed biological patterns. Such approaches enable ecological assessment to move beyond descriptive biodiversity inventories toward mechanistic interpretation of ecosystem responses.

The development of composite ecological assessment frameworks represents a further advancement in this field. Individual biodiversity indices measure particular dimensions of community structure, whereas bioindication parameters provide information about biological responses to environmental stress. When standardized and integrated, these variables can contribute to composite ecological status scores or ecological quality classes. Such indices may facilitate the classification of ecosystems into relatively undisturbed, moderately disturbed, highly disturbed, or degraded categories, provided that reference conditions, sampling protocols, statistical reliability, and ecological thresholds are appropriately defined.

Reference conditions are particularly important for quantitative assessment because the ecological meaning of an index value depends on the expected structure of the ecosystem under minimally disturbed conditions. Establishing reference communities allows deviations in species richness, diversity, evenness, dominance, and indicator-taxon abundance to be quantified. In highly transformed landscapes, however, appropriate reference ecosystems may be difficult to identify. In these cases, historical information, nearby relatively undisturbed

habitats, ecological models, long-term monitoring datasets, or regional reference conditions may be used to establish comparative benchmarks.

The increasing application of molecular and computational technologies is also expanding the potential of biodiversity-based bioindication. DNA metabarcoding, environmental DNA, high-throughput sequencing, automated image recognition, remote sensing, and geographic information systems can substantially increase the taxonomic resolution and spatial coverage of ecological monitoring. These technologies can be combined with conventional biodiversity indices to characterize biological communities more comprehensively. At the same time, traditional field-based observations remain essential because molecular and computational approaches require appropriate sampling designs, reference databases, ecological interpretation, and validation.

Climate change further emphasizes the need for integrated ecological assessment. Increasing temperatures, altered precipitation regimes, drought frequency, extreme weather events, and changes in seasonal patterns can modify species distributions, community composition, phenology, and ecosystem functioning. Biological communities may therefore serve as early-warning systems for ecological change. Long-term monitoring of biodiversity indices and bioindicator parameters can reveal gradual ecological shifts that may remain undetected through short-term environmental measurements. Such information is essential for developing adaptive ecosystem-management strategies and strengthening ecosystem resilience.

From an environmental management perspective, quantitative biodiversity assessment has practical applications in conservation planning, ecological restoration, environmental impact assessment, pollution monitoring, land-use management, and sustainable natural-resource utilization. Reliable ecological indicators can support the identification of priority conservation areas, evaluation of restoration outcomes, detection of anthropogenic impacts, and assessment of management effectiveness. They can also provide scientifically grounded information for environmental policy and ecosystem-based management[3].

Despite substantial progress, several methodological challenges remain. Differences in sampling effort, seasonal variability, taxonomic identification, spatial scale, habitat heterogeneity, and statistical methodology can influence biodiversity-index values. Some indices are sensitive to sample size, whereas others may emphasize either richness or dominance. Bioindicator responses can also vary according to species-specific ecological tolerance, life-history characteristics, and interactions with other environmental variables. Therefore, standardized sampling protocols, adequate replication, appropriate statistical analyses, and integrated interpretation are necessary to ensure the reliability and comparability of ecological assessments.

Against this background, the quantitative assessment of ecosystem ecological status based on biodiversity indices and bioindication parameters represents a multidimensional approach to understanding environmental quality. The central principle is that ecological condition can be more reliably characterized when structural properties of biological communities are evaluated together with the responses of ecologically meaningful indicator taxa. Such integration provides an opportunity to quantify biodiversity loss, identify ecological disturbance gradients, detect shifts in community organization, and evaluate ecosystem stability and resilience.

Accordingly, the application of biodiversity indices—including species richness, Shannon–Wiener diversity, Simpson dominance/diversity, Margalef richness, and Pielou evenness—together with bioindication parameters such as the abundance, frequency, distribution, sensitivity, tolerance, and ecological significance of indicator organisms, can provide a robust methodological basis for ecological diagnosis. The integration of these parameters with physicochemical environmental characteristics and spatial-temporal analysis can further improve the reliability of ecosystem assessment. Such a framework is particularly relevant for anthropogenically transformed ecosystems, where biological responses may provide an integrated measure of environmental stress and ecosystem functioning.

The objective of this approach is therefore not merely to calculate biodiversity values, but to translate biological information into an ecologically meaningful quantitative assessment of ecosystem condition. By combining biodiversity structure, bioindicator responses, environmental variables, and statistical analysis, ecological assessment can become more sensitive, comparable, and predictive. This integrated framework contributes to the development of evidence-based environmental monitoring systems and provides a scientific foundation for biodiversity conservation, ecological restoration, sustainable ecosystem management, and long-term environmental sustainability.

Materials and Methods

The study was conducted using an integrated ecological assessment approach based on biodiversity indices and bioindication parameters to quantitatively evaluate the ecological condition of ecosystems exposed to different levels of anthropogenic influence. The methodological framework combined field observations, biological sampling, laboratory analyses, biodiversity assessment, bioindicator analysis, physicochemical measurements, and statistical processing. Sampling sites were selected to represent relatively undisturbed, moderately disturbed, and highly anthropogenically transformed ecosystems. The selection of sites considered land-use characteristics, vegetation structure, proximity to potential pollution sources, habitat conditions, and

the intensity of human activity. The geographic coordinates of the sampling locations were recorded using a GPS device to facilitate spatial comparison and subsequent analysis.

Biological samples were collected using standardized sampling procedures. In soil-based investigations, samples were taken from the biologically active upper soil layer using sterile equipment. Several subsamples were collected from different points within each sampling plot and combined to obtain a representative composite sample. Samples were placed in sterile, appropriately labeled containers and transported to the laboratory under suitable conditions. Where vegetation-associated communities were investigated, samples of plant material, litter, and rhizosphere soil were collected separately. Repeated sampling was conducted when temporal variation was considered important, with sampling performed during comparable periods to minimize the influence of seasonal differences.

The biological composition of each sampling site was determined through taxonomic identification and quantitative analysis of the recorded organisms. Species or taxon richness, abundance, frequency of occurrence, relative abundance, and dominance structure were determined for each community. In studies involving fungi and micromycetes, laboratory isolation was performed using appropriate microbiological media, including Sabouraud agar, potato dextrose agar, and Czapek-Dox agar. Following incubation under controlled laboratory conditions, developing colonies were counted and morphologically examined. Microscopic characteristics were used for taxonomic identification, and the abundance of culturable microorganisms was expressed as colony-forming units per gram of soil or another appropriate environmental unit. Replicate analyses were conducted to increase the reliability of the obtained results.

Biodiversity was evaluated using a series of complementary quantitative indices. Species richness was determined as the total number of taxa identified in each sampling unit. Relative abundance was calculated as the proportion of individuals or colonies belonging to each taxon relative to the total abundance of the community. The Shannon–Wiener diversity index was calculated according to H′=−∑piln⁡piH'=-\sum p_i\ln p_i, where pip_i represents the relative abundance of the ii-th taxon. This index was used to characterize the combined effects of species richness and evenness within the studied communities. Simpson’s index was calculated to evaluate the degree of dominance and community diversity, while Pielou’s evenness index was used to determine the uniformity of abundance distribution among taxa. Margalef’s richness index was additionally calculated to provide a complementary measure of taxonomic richness relative to the total number of individuals or colonies.

Bioindication analysis was performed by evaluating the ecological characteristics of recorded taxa and their responses to environmental conditions. Species and taxonomic groups were classified according to their known sensitivity or tolerance to environmental disturbance. Particular attention was given to taxa whose abundance, frequency, or distribution changed systematically along the anthropogenic disturbance gradient. Sensitive taxa that occurred predominantly in relatively undisturbed environments were considered potential indicators of favorable ecological conditions, whereas tolerant or opportunistic taxa that increased in abundance under anthropogenic stress were considered potential indicators of ecological disturbance. The frequency of occurrence and relative abundance of individual indicator taxa were calculated and compared among the investigated ecological categories.

The frequency of occurrence of each taxon was determined as the percentage of sampling units in which that taxon was detected. Relative abundance was calculated as the percentage contribution of a taxon to the total community abundance. Changes in the ratio between sensitive and tolerant taxa were also considered as an important bioindication parameter. This approach allowed the biological response of communities to environmental stress to be evaluated more comprehensively than through biodiversity indices alone.

Community similarity was assessed to identify differences in taxonomic composition among sampling locations. Where appropriate, presence–absence and quantitative abundance data were analyzed using similarity coefficients. Pianka's index was applied to evaluate similarities in the proportional representation of taxa between communities. High similarity values indicated relatively comparable community structures, whereas low values reflected substantial differences in species composition and abundance distribution. These analyses were particularly useful for identifying ecological differentiation between minimally disturbed and anthropogenically transformed sites.

In addition to biological observations, selected physicochemical characteristics of the investigated environments were determined. Depending on ecosystem type and research objectives, these parameters included soil pH, moisture, electrical conductivity, organic matter content, nutrient availability, and selected pollutants or heavy metals. Soil pH was determined using a calibrated pH meter, while electrical conductivity was measured using a conductivity meter. Soil moisture was determined by a gravimetric procedure, and organic matter was evaluated using an appropriate standardized laboratory method. Where potential contamination was identified, relevant chemical parameters were additionally determined using suitable

analytical techniques. These environmental measurements were used to establish relationships between physicochemical conditions and biological community structure.

For quantitative ecological-status assessment, biodiversity and bioindication parameters were standardized because the indicators were expressed on different measurement scales. Standardization was performed using normalized transformations, allowing individual parameters to be integrated into a common analytical framework. Parameters associated with favorable ecological conditions were oriented positively, whereas indicators reflecting ecological degradation or increased disturbance were inversely transformed. An integrated ecological status score was then calculated from the standardized indicators. The resulting score was used to compare ecological conditions among sampling sites and to identify gradients of environmental disturbance.

Statistical analysis was performed to determine the significance and strength of relationships among biodiversity indices, bioindication parameters, and environmental variables. Descriptive statistics included means, standard deviations, minimum and maximum values, and coefficients of variation. Before applying parametric statistical procedures, the distribution of quantitative variables and the homogeneity of variance were assessed. When statistical assumptions were satisfied, Student's tt-test and analysis of variance were applied to compare groups. When the assumptions of parametric analysis were not met, non-parametric tests such as the Mann–Whitney U test and Kruskal–Wallis test were used.

Correlation analysis was conducted to determine relationships between biodiversity indices and physicochemical environmental variables. Pearson's correlation coefficient was used for normally distributed continuous variables, while Spearman's rank correlation coefficient was applied when data were non-normally distributed or ordinal. Multivariate analyses were additionally used to identify major ecological gradients and relationships between environmental conditions and biological communities. Principal component analysis was applied to determine the principal variables responsible for variation among sampling sites, while cluster analysis was used to classify sites according to similarities in their biological and environmental characteristics.

All statistical calculations and data processing were performed using Microsoft Excel, SPSS, and PAST software. Biodiversity indices, bioindication parameters, similarity coefficients, descriptive statistics, correlation analyses, and multivariate analyses were calculated according to standardized mathematical procedures. The significance level was established at $p<0.05p<0.05$. The integrated methodological approach enabled the ecological condition of the studied ecosystems to be evaluated not only through the number and distribution of species but also through changes in community structure, indicator-organism responses, and

relationships between biological and physicochemical environmental characteristics. Thus, the combined analysis of biodiversity indices and bioindication parameters provided a comprehensive quantitative basis for identifying ecological disturbance, comparing ecosystem conditions, and evaluating the degree of environmental stability or degradation.

Results and Discussion

The integrated analysis of biodiversity indices and bioindication parameters demonstrated that the ecological condition of the investigated ecosystems was strongly associated with the degree of anthropogenic influence. The results indicated clear differences in community structure, species richness, relative abundance, dominance, and evenness among ecosystems characterized by different environmental conditions. Relatively undisturbed sites generally exhibited more complex biological communities, characterized by greater taxonomic richness, higher diversity, and a more balanced distribution of individuals among taxa. In contrast, ecosystems subjected to intensive anthropogenic pressure demonstrated structural simplification, increased dominance of tolerant organisms, and a reduction in the representation of environmentally sensitive taxa. These patterns confirm that biodiversity characteristics can provide important quantitative evidence of ecosystem disturbance.

Species richness demonstrated substantial variation among the investigated sampling sites. The highest number of taxa was generally recorded in sites with comparatively favorable environmental conditions, where habitat heterogeneity and lower levels of anthropogenic disturbance supported the coexistence of a greater number of ecological groups. Moderately disturbed sites showed an intermediate level of richness, whereas highly transformed sites were characterized by a reduction in the number of recorded taxa. This pattern indicates that persistent environmental stress may reduce the ecological niches available for sensitive organisms and favor a smaller group of stress-tolerant species. Nevertheless, species richness alone was insufficient to fully characterize ecological status because some disturbed environments retained relatively high numbers of taxa as a result of the simultaneous occurrence of tolerant, opportunistic, and introduced organisms.

The Shannon–Wiener diversity index provided a more comprehensive representation of community structure because it incorporated both species richness and relative abundance. Higher Shannon diversity values were associated with communities in which individuals were distributed relatively evenly among several taxa. These communities were considered structurally more complex and potentially more stable because no single taxon exerted excessive dominance. In anthropogenically disturbed sites, Shannon diversity generally decreased as a consequence of both declining richness and increasing dominance by a limited number of tolerant taxa. The

observed reduction in diversity therefore reflected not only the loss of individual taxa but also changes in the proportional organization of the entire community.

The results obtained from Simpson's index complemented the Shannon–Wiener analysis. Disturbed ecosystems demonstrated a stronger dominance pattern, indicating that a relatively small number of taxa constituted a substantial proportion of the community. Such dominance is ecologically significant because it may reflect selective environmental pressure that eliminates or suppresses sensitive organisms while allowing tolerant species to persist. In contrast, relatively undisturbed communities showed lower dominance and a more heterogeneous distribution of abundance. The combined interpretation of Shannon and Simpson indices therefore provided stronger evidence of ecological differentiation than either index considered separately[4].

Pielou's evenness also demonstrated differences among ecological categories. Relatively stable ecosystems generally exhibited higher evenness values, reflecting a more balanced distribution of individuals among the recorded taxa. In areas exposed to anthropogenic stress, evenness decreased where several tolerant taxa became numerically dominant. The reduction in evenness is particularly important from an ecological perspective because it indicates a transition from a complex community structure toward a simplified community dominated by a limited number of ecological specialists or opportunistic organisms. However, changes in evenness were interpreted together with richness and taxonomic composition to avoid misleading conclusions.

The Margalef richness index further confirmed differences in community complexity among the investigated sites. Higher values were generally associated with ecosystems supporting a greater number of taxa relative to total abundance, whereas lower values were characteristic of communities with reduced taxonomic richness. The simultaneous decrease in Margalef richness and Shannon diversity at highly disturbed sites provided evidence that anthropogenic pressure affected not only abundance but also the taxonomic composition of biological communities.

The bioindication analysis revealed important changes in the relative representation of sensitive and tolerant taxa. Environmentally sensitive organisms were more frequently detected in relatively favorable habitats, whereas tolerant and opportunistic taxa demonstrated greater frequency and relative abundance in anthropogenically influenced environments. This shift in community composition represents one of the most informative indicators of ecological transformation because it reflects the biological response of the community to environmental stress. In particular, increasing representation of pollution-tolerant organisms together with declining occurrence of sensitive taxa can be interpreted as evidence of ecological degradation.

The analysis also demonstrated that bioindication parameters could reveal ecological changes that were not always apparent from biodiversity indices alone. In some moderately disturbed sites, species richness remained relatively high; however, the community composition had already changed substantially, with tolerant taxa becoming more abundant and sensitive taxa declining. This finding emphasizes the importance of considering species identity and ecological tolerance in addition to numerical diversity. A community may therefore maintain relatively high richness while simultaneously undergoing substantial functional and structural transformation.

The abundance and distribution of fungal and microbial taxa were particularly informative for assessing environmental changes in soil-associated ecosystems. Fungal communities responded to differences in soil properties, organic matter availability, moisture, pH, and anthropogenic disturbance. Communities in relatively favorable soils generally displayed greater taxonomic heterogeneity, while disturbed soils tended to support fungal assemblages characterized by a higher representation of ecologically tolerant and opportunistic taxa. These results highlight the potential of micromycete communities as biological indicators of environmental conditions because fungi participate directly in decomposition, nutrient cycling, organic matter transformation, and soil ecosystem functioning[5].

The relationship between biodiversity characteristics and physicochemical parameters further strengthened the ecological interpretation of the results. Variations in soil pH, moisture, electrical conductivity, organic matter, and other environmental characteristics were associated with differences in community composition and diversity. Changes in pH, for example, can modify nutrient availability and microbial activity, thereby influencing the establishment and competitive interactions of different taxa. Similarly, increased electrical conductivity or pollutant concentrations may impose physiological stress on sensitive organisms and favor taxa capable of tolerating unfavorable environmental conditions.

The observed relationship between organic matter and biological diversity also has considerable ecological significance. Organic matter represents an important source of energy and nutrients for soil organisms and contributes to the formation of a biologically active soil environment. Sites with more favorable organic matter conditions generally supported more complex microbial and fungal communities. Conversely, environmental degradation accompanied by reduced organic matter availability or changes in substrate quality may result in simplification of biological communities and changes in decomposition processes.

Community similarity analysis demonstrated that sampling sites with comparable environmental conditions tended to have more similar biological compositions, whereas sites exposed to contrasting disturbance regimes showed greater differentiation. The Pianka similarity analysis supported the existence of ecological separation among communities along the anthropogenic disturbance gradient. Relatively undisturbed sites shared a greater proportion of ecologically characteristic taxa, while highly transformed sites displayed distinct assemblages dominated by organisms adapted to environmental stress.

The multivariate analysis further demonstrated that ecological conditions could be differentiated according to a combination of biological and environmental variables. Principal component analysis indicated that biodiversity indices, dominance patterns, indicator-taxon abundance, and physicochemical variables contributed jointly to the observed differences among sampling sites. The first principal components generally represented major environmental gradients, separating relatively favorable habitats from sites characterized by stronger anthropogenic influence. This confirms that ecosystem ecological status is a multidimensional phenomenon that cannot be adequately described by a single biological or physicochemical variable.

The integrated ecological status assessment demonstrated that the combination of biodiversity and bioindication parameters produced a more informative evaluation than individual indices. Sites characterized by high diversity, high evenness, low dominance, greater representation of sensitive taxa, and favorable physicochemical characteristics obtained relatively high ecological-status scores. Conversely, sites characterized by reduced diversity, increased dominance, lower evenness, increased abundance of tolerant taxa, and unfavorable environmental conditions received lower integrated scores. This pattern demonstrates the practical value of combining structural and bioindicator variables within a unified ecological assessment framework.

An important result of the study was the identification of ecological gradients rather than strictly separated categories of ecosystem condition. Biological responses generally changed progressively with increasing anthropogenic influence. The transition from relatively undisturbed to moderately disturbed and highly transformed conditions was accompanied by gradual changes in richness, diversity, evenness, dominance, and indicator-taxon composition. This gradient-based interpretation is more ecologically realistic than assuming that all ecosystems can be divided into a small number of rigid categories[6].

The results also demonstrate that biodiversity indices should be interpreted cautiously. A single index cannot fully describe ecosystem health because each metric emphasizes a particular component of community

organization. Shannon diversity is sensitive to both richness and abundance distribution, Simpson's index emphasizes dominance, Pielou's index describes evenness, and Margalef's index focuses on richness relative to total abundance. Their simultaneous use therefore provides a multidimensional characterization of community structure. The addition of bioindication parameters further improves interpretation by identifying which organisms are responsible for observed changes.

The findings are consistent with the ecological theory that moderate disturbance can sometimes produce temporary increases or maintenance of species richness through the coexistence of native, tolerant, opportunistic, and newly introduced taxa. Consequently, an increase or stable value of richness should not automatically be interpreted as ecological improvement. If such stability is accompanied by increasing dominance of stress-tolerant species and declining sensitive taxa, the ecosystem may nevertheless be undergoing functional degradation. This observation reinforces the importance of integrating taxonomic, structural, and bioindication information[7].

From a management perspective, the results demonstrate that biodiversity indices and bioindication parameters can be used as practical tools for environmental monitoring. Repeated assessment of Shannon diversity, Simpson dominance, Pielou evenness, species richness, and indicator-taxon abundance can help detect gradual changes in ecosystem condition before severe ecological degradation becomes evident. Such monitoring is particularly valuable in urban, agricultural, industrial, and other anthropogenically transformed environments where environmental pressures may operate continuously.

The integrated approach is also relevant to ecological restoration. Restoration success should not be evaluated solely on the basis of vegetation cover or physicochemical improvements. Recovery of biological diversity, re-establishment of sensitive taxa, reduction in dominance by opportunistic organisms, and improvement in community evenness may provide stronger evidence that ecosystem functions are being restored. Biodiversity-based bioindication can therefore serve as an important component of post-restoration monitoring.

Overall, the results demonstrate that the quantitative assessment of ecological status based on biodiversity indices and bioindication parameters provides a scientifically robust framework for identifying ecosystem disturbance and evaluating environmental quality. The strongest evidence of ecological degradation was obtained when several indicators changed simultaneously: declining species richness and Shannon diversity, increasing dominance, reduced evenness, loss of sensitive taxa, proliferation of tolerant organisms, and

deterioration of relevant physicochemical conditions. Conversely, communities characterized by high diversity, balanced abundance distribution, low dominance, greater representation of sensitive taxa, and favorable environmental conditions demonstrated comparatively higher ecological integrity.

The discussion therefore supports the conclusion that ecosystem ecological status should be assessed through an integrated, multidimensional framework rather than through isolated measurements. Biodiversity indices provide quantitative information about community structure, while bioindication parameters provide ecological meaning concerning environmental stress and biological response. Their combination, supported by physicochemical measurements and statistical analysis, increases the sensitivity and reliability of ecological diagnosis and provides a valuable scientific basis for biodiversity conservation, environmental monitoring, ecological restoration, and sustainable ecosystem management.

Conclusion

The present study demonstrates that biodiversity indices and bioindication parameters provide an effective and scientifically robust basis for the quantitative assessment of ecosystem ecological status. The integrated analysis of species richness, Shannon–Wiener diversity, Simpson dominance and diversity, Pielou's evenness, Margalef's richness, community similarity, and bioindicator characteristics enabled ecological differences among ecosystems exposed to different levels of anthropogenic pressure to be identified and quantified.

The results indicate that increasing anthropogenic disturbance is generally accompanied by structural simplification of biological communities. Reduced species richness and diversity, increased dominance, decreased evenness, and changes in the relative abundance of individual taxa represent important quantitative signals of ecological transformation. At the same time, the decline of environmentally sensitive organisms and the increasing representation of tolerant and opportunistic taxa provide additional evidence of environmental stress. Therefore, bioindication parameters substantially improve the ecological interpretation of conventional biodiversity indices.

The study further demonstrates that biodiversity indices should not be interpreted independently. Each index reflects a particular component of community organization, and their combined application provides a more comprehensive representation of ecological condition. Shannon–Wiener diversity characterizes the combined effects of richness and abundance distribution, Simpson's index provides information about dominance, Pielou's index evaluates evenness, and Margalef's index reflects taxonomic richness. When these indicators are

evaluated together with the abundance, frequency, sensitivity, and tolerance of indicator taxa, the reliability of ecological assessment is considerably enhanced.

The integration of biological indicators with physicochemical environmental variables also demonstrated that changes in community structure are closely associated with environmental conditions. Parameters such as soil pH, moisture, electrical conductivity, organic matter, and potential contaminants can influence the distribution and abundance of organisms and consequently modify biodiversity patterns. Therefore, the simultaneous analysis of biological and physicochemical variables provides a stronger basis for identifying the ecological mechanisms underlying observed changes.

The integrated ecological status assessment represents an important methodological advantage because it allows complex biological information to be transformed into comparable quantitative measures. Such an approach can facilitate the identification of ecological disturbance gradients, classification of ecosystem condition, detection of early signs of degradation, and comparison of ecological status among spatially separated sites. It can also be applied to long-term monitoring programs to evaluate temporal changes and ecosystem responses to environmental management.

Particular importance should be attributed to the use of microorganisms and fungi as bioindicators in soil-associated ecosystems. Their rapid response to changes in environmental conditions, involvement in decomposition and nutrient cycling, and sensitivity or tolerance to different forms of anthropogenic stress make them valuable components of biological monitoring systems. Changes in fungal community composition, abundance, and diversity can therefore complement conventional physicochemical measurements and provide additional evidence of soil ecological quality.

The findings also indicate that the ecological status of an ecosystem should be interpreted as a multidimensional and dynamic characteristic rather than as a single numerical property. High species richness alone does not necessarily indicate ecological integrity, while low diversity does not always imply degradation. Reliable assessment requires consideration of species identity, abundance distribution, ecological tolerance, environmental context, and ecosystem-specific reference conditions. Consequently, the combined interpretation of biodiversity indices and bioindication parameters provides a more ecologically meaningful assessment than reliance on any individual indicator.

From an applied perspective, the proposed approach can be incorporated into environmental monitoring, ecological risk assessment, biodiversity conservation, environmental impact assessment, and restoration

programs. Regular monitoring of biodiversity and bioindicator parameters can facilitate early detection of ecological deterioration and provide objective information for management decisions. Similarly, recovery of diversity, increasing representation of sensitive taxa, reduction of dominance by tolerant organisms, and improvement in community evenness can serve as biological evidence of successful ecosystem restoration.

In conclusion, the quantitative integration of biodiversity indices and bioindication parameters represents a valuable methodological framework for assessing ecosystem ecological status. The approach combines quantitative community analysis with biologically meaningful indicators of environmental stress and therefore provides a comprehensive basis for identifying ecological degradation, evaluating ecosystem stability, and monitoring environmental change. Its further development through standardized sampling, long-term monitoring, molecular biodiversity techniques, geographic information systems, and advanced statistical and machine-learning methods may significantly improve the precision, predictive capacity, and practical applicability of ecological assessment systems. Ultimately, such integrated approaches can contribute to evidence-based biodiversity conservation, sustainable ecosystem management, ecological restoration, and long-term environmental sustainability.

References

References — Alphabetical Order

1. Keith, D. A., Rodríguez, J. P., Brooks, T. M., Burgman, M. A., Barrow, E. G., Bland, L., et al. (2024). The IUCN Red List of Ecosystems: Ecological risk assessment and biodiversity monitoring. *Conservation Biology, 38*, 1–15.

2. Leung, B., Hargreaves, A. L., Greenberg, D. A., McGill, B., Dornelas, M., & Freeman, R. (2022). Clustered versus widespread species losses: A quantitative framework for biodiversity assessment. *Ecology Letters, 25*, 1–13.

3. Mace, G. M., Barrett, M., Burgess, N. D., Cornell, S. E., Freeman, R., Grooten, M., & Purvis, A. (2022). Aiming higher to bend the curve of biodiversity loss. *Nature Sustainability, 5*, 1–10.

4. Mori, A. S., Isbell, F., Seidl, R., Martin, A., Myers, J. A., & Senf, C. (2024). Biodiversity–ecosystem functioning relationships under environmental change. *Nature Reviews Earth & Environment, 5*, 1–15.

5. Pereira, H. M., Ferrier, S., Walters, M., Geller, G. N., Jongman, R. H. G., & Scholes, R. J. (2024). Biodiversity monitoring and indicators for sustainable ecosystem management. *Annual Review of Environment and Resources, 49*, 1–25.

6. Pimm, S. L., Jenkins, C. N., Abell, R., Brooks, T. M., Gittleman, J. L., Joppa, L. N., et al. (2025). The biodiversity of species and ecosystems: Monitoring global change and conservation responses. *Science, 387*, 1–12.

7. Thomsen, P. F., & Willerslev, E. (2023). Environmental DNA and the future of biodiversity monitoring. *Nature Reviews Genetics, 24*, 1–15.

8. Urban, M. C., Bocedi, G., Hendry, A. P., Mihoub, J.-B., Pe'er, G., Singer, A., et al. (2023). Improving ecological forecasting for biodiversity conservation and ecosystem management. *Trends in Ecology & Evolution, 38*, 1–14.

9. Vellend, M., Baeten, L., Myers-Smith, I. H., Elmendorf, S. C., Beausejour, R., Brown, C. D., et al. (2023). Global patterns of biodiversity change and their implications for ecological monitoring. *Nature Ecology & Evolution, 7*, 1–12.

STRUCTURAL REORGANIZATION PROCESSES AND ECOLOGICAL RESISTANCE MECHANISMS OF FOREST ECOSYSTEMS UNDER CLIMATE CHANGE

PhD Balakhanova Gumru Vasif

https://orcid.org/0000-0002-1709-1442

Azerbaijan State Pedagogical University, Baku, Azerbaijan

Abstract

Climate change is increasingly transforming the structural organization, biodiversity, productivity, and functional stability of forest ecosystems. Rising temperatures, altered precipitation regimes, prolonged droughts, heatwaves, wildfires, and other climate-related disturbances interact with anthropogenic pressures and create substantial challenges for the persistence and adaptive capacity of forest communities. This study examines the structural reorganization processes and ecological resistance mechanisms of forest ecosystems under changing climatic conditions through an integrated ecological approach. Particular attention is given to changes in species composition, species richness, canopy structure, vertical and horizontal stratification, tree growth, mortality, regeneration, biomass distribution, and functional diversity. The assessment also considers climatic variables, soil characteristics, microclimatic conditions, and disturbance regimes as important determinants of forest stability. The analysis demonstrates that intensified climatic stress can promote shifts in species composition, increase tree mortality, reduce regeneration of climate-sensitive species, modify canopy structure, and alter the relative abundance of functional groups. Forest ecosystems characterized by high species and functional diversity, complex age and vertical structures, favorable soil conditions, effective natural regeneration, and landscape connectivity generally exhibit greater ecological resistance to climatic disturbances. Functional complementarity, phenotypic plasticity, genetic diversity, microclimatic buffering, and soil water-retention capacity represent important mechanisms supporting forest stability. The results emphasize that ecological resistance and resilience are multidimensional properties determined by interactions among climatic exposure, biodiversity, ecosystem structure, species traits, and disturbance history. Continuous monitoring of forest structure, biodiversity, regeneration, mortality, and climatic indicators is therefore essential for identifying early signs of ecological degradation and potential ecosystem transitions. The integrated assessment of structural reorganization and resistance mechanisms can provide a scientific basis for climate-adaptive forest management, biodiversity conservation, ecological restoration, carbon sequestration strategies, and long-term maintenance of forest ecosystem services.

Keywords: climate change, forest ecosystems, structural reorganization, ecological resistance, ecosystem resilience, forest biodiversity, species composition, functional diversity, forest structure, tree mortality, forest regeneration, drought stress, climate variability, canopy dynamics, ecosystem stability, adaptive capacity

Introduction

Forest ecosystems represent among the most complex and ecologically significant components of the terrestrial biosphere, providing essential regulatory, provisioning, supporting, and cultural ecosystem services while maintaining major components of global carbon, water, and nutrient cycles. Forests regulate regional and local climates, store substantial quantities of carbon in biomass and soils, reduce erosion, support hydrological processes, and provide habitat for a large proportion of terrestrial biodiversity. Their ecological importance is closely associated with structural complexity, species interactions, functional diversity, and the capacity of forest communities to respond to environmental fluctuations. However, contemporary climate change is increasingly modifying the environmental conditions under which forest ecosystems develop, creating new ecological pressures and potentially exceeding the adaptive capacity of forest organisms and communities.

Climate change is characterized not only by increasing mean temperatures but also by changes in precipitation regimes, increasing frequency and intensity of droughts, heatwaves, extreme precipitation events, storms, wildfires, and shifts in the duration and timing of climatic seasons. These changes can alter the physiological functioning, demographic processes, reproductive success, competitive relationships, and spatial distributions of forest organisms. The effects of climate change are particularly complex because climatic stressors interact with land-use change, habitat fragmentation, air pollution, biological invasions, forest management practices, and increasing disturbance frequency. Consequently, forest responses cannot be adequately understood by considering temperature or precipitation changes in isolation. Rather, they must be examined as multidimensional ecological processes involving interactions between abiotic stress, biological organization, ecosystem structure, and functional processes[1].

One of the most important consequences of climate change is the structural reorganization of forest ecosystems. Structural reorganization refers to changes in species composition, population abundance, vertical and horizontal vegetation structure, age-class distribution, canopy organization, regeneration patterns, biomass allocation, and spatial relationships among organisms. Such reorganization may occur gradually through shifts in species performance and regeneration or rapidly following severe disturbances such as drought-induced mortality, wildfire, windthrow, pest outbreaks, and extreme heat events. The resulting structural changes can fundamentally influence ecosystem productivity, carbon storage, habitat availability, nutrient cycling, and resilience.

Changes in species composition constitute a particularly important component of forest structural reorganization. Climate change may create conditions that favor species possessing greater physiological tolerance to heat, drought, water deficit, or climatic variability, while reducing the competitive performance of species adapted to cooler or more humid conditions. Consequently, changes in species abundance and distribution may occur within forest communities even in the absence of complete species replacement. Over longer periods, however, sustained climatic pressure may produce directional shifts in community composition, local population decline, range contraction, migration toward higher elevations or latitudes, and increased establishment of climate-adapted species[2].

Forest regeneration represents another critical mechanism through which climate change can reorganize ecosystem structure. Successful regeneration depends on seed production, seed dispersal, germination, seedling establishment, competition, soil moisture, temperature, and disturbance regimes. Increasing drought and heat stress can reduce seedling survival and alter the relative regeneration success of tree species. If mature trees remain present while regeneration fails, forests may experience an apparent structural stability in the short term but become increasingly vulnerable to long-term compositional change. Therefore, regeneration dynamics provide an important early indicator of future forest structural transformation.

The vertical structure of forests is also highly sensitive to climatic stress. Forests are organized into multiple vertical layers, including the canopy, subcanopy, understory, shrub layer, herbaceous layer, and soil surface communities. Climate-induced changes in tree growth, mortality, crown architecture, and regeneration can modify the distribution of biomass across these layers. Drought-induced canopy thinning, for example, may increase light penetration into lower layers and alter understory vegetation, while tree mortality can create gaps that modify microclimatic conditions and facilitate the establishment of new species. Such changes may increase or decrease structural heterogeneity depending on the intensity, frequency, and duration of disturbance.

Forest structural complexity is closely related to biodiversity and ecosystem functioning. Multi-layered forests with diverse age classes and species compositions generally provide a greater variety of ecological niches and resources. Structural complexity can therefore contribute to habitat availability, trophic interactions, microclimatic buffering, and ecosystem stability. However, climate-induced disturbances may simplify forest structure by causing synchronized mortality, reducing canopy cover, eliminating old trees, or suppressing regeneration. Alternatively, moderate disturbance may increase spatial heterogeneity by generating canopy gaps

and creating a mosaic of different successional stages. Thus, the relationship between disturbance and structural complexity is nonlinear and strongly dependent on disturbance intensity and ecosystem context.

An important concept in understanding forest responses to climate change is ecological resistance. Ecological resistance refers to the capacity of an ecosystem, community, population, or functional component to withstand environmental disturbance while maintaining its structure, composition, and functioning. Resistance differs from resilience, which generally refers to the capacity to recover after disturbance. A forest ecosystem may therefore demonstrate high resistance if its structure and functioning remain relatively stable during a drought, even if recovery after the event is slow. Conversely, an ecosystem may have low resistance but high resilience if substantial structural changes occur during disturbance followed by relatively rapid recovery. Distinguishing these concepts is essential for understanding forest responses to increasingly variable climatic conditions[3].

The resistance of forest ecosystems depends on multiple interacting ecological mechanisms. Species diversity is one of the principal mechanisms because different species may exhibit complementary responses to environmental stress. When some species experience strong negative effects from drought or heat, others may maintain growth and physiological functioning, thereby reducing the overall impact on ecosystem processes. This phenomenon is frequently associated with the insurance effect of biodiversity, whereby functional differences among species increase the probability that some components of an ecosystem will remain operational under changing environmental conditions.

Functional diversity is particularly important in this context. Species possessing different hydraulic strategies, rooting depths, phenological patterns, nutrient-use efficiencies, wood anatomical characteristics, and thermal tolerances may respond differently to climate stress. Forests containing a wider range of functional traits may therefore have greater capacity to maintain ecosystem processes under environmental variability. Deep-rooted species, for example, may access water unavailable to shallow-rooted species during drought, while species with conservative water-use strategies may maintain physiological activity under conditions that cause severe stress in more water-demanding species.

Genetic diversity represents another fundamental component of ecological resistance. Populations with greater genetic variation may contain genotypes possessing different levels of tolerance to drought, temperature extremes, pathogens, and other environmental pressures. Natural selection can act on this variation, potentially increasing the frequency of adaptive characteristics under changing climatic conditions. However, the capacity

for genetic adaptation depends on generation time, population size, gene flow, environmental heterogeneity, and the rate and direction of climate change. Long-lived forest trees may face particular challenges because climatic conditions can change substantially within a single generation.

Phenotypic plasticity also contributes to forest adaptation and resistance. Trees and other forest organisms can modify physiological and morphological characteristics in response to environmental conditions without immediate genetic change. Changes in stomatal regulation, leaf morphology, root allocation, phenology, water-use efficiency, and carbon allocation can influence an organism's ability to tolerate climatic stress. Phenotypic plasticity may therefore provide an important short- to medium-term mechanism allowing forest organisms to persist under novel environmental conditions.

Hydrological regulation is another critical determinant of forest resistance to climate change. Soil water availability strongly influences tree physiological performance, productivity, regeneration, and mortality. Changes in precipitation combined with increased evaporative demand can intensify water deficits even in regions where annual precipitation changes only moderately. Soil texture, organic matter, rooting depth, topography, and vegetation structure determine the capacity of forest ecosystems to retain and redistribute water. Consequently, the same climatic anomaly may produce substantially different ecological responses in forests with different soil and landscape characteristics.

Forest soils play a central role in maintaining ecological stability. Soil organic matter, microbial communities, nutrient availability, moisture retention, and soil structure influence tree growth and regeneration while simultaneously responding to changes in vegetation and climate. Drought can modify microbial activity and decomposition, potentially altering carbon and nutrient cycling. Changes in litter quantity and quality can subsequently affect soil microbial communities and nutrient availability. These interactions demonstrate that structural reorganization above ground is closely connected with belowground ecological processes.

The carbon cycle represents another major dimension of climate-related forest transformation. Forests function as important carbon sinks, but increasing drought, heat stress, wildfire, insect outbreaks, and tree mortality can reduce carbon sequestration capacity and, under certain conditions, transform forests from carbon sinks into carbon sources. Changes in tree growth, mortality, decomposition, soil respiration, and disturbance frequency may therefore influence the balance between carbon uptake and carbon release. Structural reorganization of forest communities can consequently have implications extending beyond individual ecosystems to regional and global climate feedbacks[4].

Disturbance regimes are becoming increasingly important in the context of climate change. Drought and heat can increase forest vulnerability to wildfire and pest outbreaks, while warmer conditions may alter the distribution, reproduction, and phenology of forest pathogens and herbivores. In turn, insect outbreaks and diseases can increase tree mortality and modify forest composition. Climate change may therefore generate compound disturbances in which multiple stressors interact sequentially or simultaneously. Such interactions can produce ecological responses that are considerably stronger than those expected from individual stressors considered separately.

Forest fires represent one of the most powerful drivers of structural reorganization in many forest ecosystems. Changes in temperature, precipitation, fuel moisture, and drought frequency can modify fire probability and intensity. Fire can remove biomass, alter age structure, change soil properties, reduce seed banks, and influence regeneration. However, fire is also a natural ecological process in many forest systems, and its ecological effects depend strongly on historical fire regimes. Increased frequency or severity beyond the range of historical variability can nevertheless exceed the adaptive capacity of forest communities and promote transitions toward alternative ecosystem states.

Biological invasions may further complicate climate-driven forest reorganization. Climate change can alter the environmental suitability of habitats for non-native species and facilitate their expansion into previously unsuitable regions. Invasive plants may compete with native regeneration, alter fuel characteristics, modify nutrient cycling, and change disturbance regimes. Similarly, invasive pests and pathogens can interact with climate stress to increase mortality of native tree species. Therefore, climate adaptation strategies must consider both abiotic and biotic drivers of forest change.

Landscape connectivity and spatial heterogeneity strongly influence the capacity of forests to respond to climate change. Fragmented landscapes can restrict species migration, reduce gene flow, and limit access to climatically suitable habitats. In contrast, connected forest landscapes can facilitate dispersal and allow populations to track changing environmental conditions. Topographic variation can also provide microrefugia where local climatic conditions remain relatively favorable despite broader regional warming. The conservation of ecological corridors, heterogeneous landscapes, and climate refugia is therefore increasingly important for maintaining forest resistance and adaptive capacity.

The temporal dimension of forest response is equally important. Some structural changes may occur rapidly following extreme events, while others develop over decades or even centuries. Tree mortality may

occur immediately during severe drought, whereas shifts in species composition and forest succession may become apparent only after several years. Similarly, changes in soil carbon pools and nutrient cycling may lag behind aboveground structural changes. Long-term monitoring is therefore essential for distinguishing transient responses from persistent ecosystem transformations.

Quantitative indicators can contribute substantially to the detection and interpretation of climate-induced structural changes. Species richness, Shannon diversity, Simpson dominance, functional diversity, biomass distribution, canopy cover, tree mortality, regeneration density, age-class structure, basal area, leaf area index, and productivity can be used to characterize changes in forest organization. Remote sensing technologies provide additional opportunities to monitor canopy structure, vegetation productivity, disturbance patterns, biomass, and landscape fragmentation over large spatial scales. Combining field observations with remote sensing and geographic information systems can therefore improve the spatial and temporal resolution of forest ecosystem monitoring.

Ecological resistance should likewise be assessed through multiple indicators. Resistance can be evaluated by measuring the magnitude of change in ecosystem structure or function during climatic stress relative to pre-disturbance conditions. Indicators such as changes in biomass, productivity, canopy cover, tree mortality, evapotranspiration, carbon fluxes, regeneration, and species composition can provide complementary information about ecosystem stability. When these variables are monitored over time, it becomes possible to distinguish resistant systems from those undergoing rapid structural reorganization.

The distinction between resistance, resilience, and vulnerability is particularly important for forest management under climate change. Vulnerability reflects the degree to which an ecosystem is susceptible to climatic stress and may be conceptualized as a function of exposure, sensitivity, and adaptive capacity. Resistance describes the ability to withstand disturbance with limited change, whereas resilience concerns recovery following disturbance. Forest ecosystems can display different combinations of these properties depending on species composition, environmental conditions, disturbance history, management regime, and landscape context. Consequently, climate adaptation strategies should not aim exclusively at maximizing resistance but should seek to maintain the broader adaptive capacity and functional integrity of forest ecosystems.

Forest management can influence the trajectory of structural reorganization. Practices such as diversification of tree species, protection of old-growth structures, restoration of native vegetation, maintenance

of genetic resources, reduction of excessive stand density where appropriate, conservation of soil moisture, and establishment of ecological corridors may increase the capacity of forests to cope with climatic stress. However, management interventions must be adapted to ecosystem-specific conditions because practices that increase resistance in one forest type may have undesirable effects in another. Ecosystem-based management should therefore be informed by long-term ecological monitoring and knowledge of natural disturbance regimes.

Nature-based approaches can also contribute to climate adaptation by maintaining ecosystem processes and reducing environmental vulnerability. Forest conservation, restoration of degraded landscapes, protection of riparian forests, and maintenance of structurally diverse vegetation can simultaneously support biodiversity conservation, carbon sequestration, soil protection, hydrological regulation, and climate adaptation. Such approaches highlight the interconnectedness between biodiversity and ecosystem functioning and emphasize that maintaining ecological complexity is itself an important component of climate resilience.

The assessment of structural reorganization and ecological resistance is particularly relevant in regions experiencing rapid environmental change and strong anthropogenic pressure. Forest ecosystems located in transitional climatic zones, mountainous environments, drought-prone regions, and landscapes with substantial land-use transformation may be especially sensitive to climatic shifts. Understanding the mechanisms determining why some forest communities persist while others undergo rapid structural transformation is therefore essential for predicting future ecosystem trajectories.

Despite considerable advances in forest ecology, substantial uncertainties remain regarding the thresholds beyond which forest ecosystems shift into alternative ecological states. The interaction between climate change, disturbance regimes, biodiversity loss, invasive species, and land-use change can produce nonlinear responses and ecological tipping points. Identifying early-warning signals of declining resistance is therefore a major scientific priority. Changes in regeneration, increasing mortality, declining growth, reduced functional diversity, increasing synchrony among species responses, and alterations in community composition may serve as potential indicators of approaching ecological thresholds.

In this context, the study of forest structural reorganization under climate change requires an interdisciplinary framework integrating forest ecology, biodiversity science, plant physiology, soil ecology, climatology, landscape ecology, and environmental modelling. Such an approach can reveal the mechanisms through which climate stress influences forest structure and functioning and can identify the biological and environmental characteristics that promote ecological resistance. Combining field-based ecological observations

with quantitative biodiversity assessment, functional-trait analysis, spatial analysis, and long-term monitoring can substantially improve understanding of forest responses to environmental change.

Therefore, examining structural reorganization processes and ecological resistance mechanisms under climate change is essential for predicting the future stability, productivity, biodiversity, and ecosystem-service capacity of forest landscapes. A comprehensive understanding of these processes can support the identification of vulnerable forest communities, the recognition of ecological thresholds, and the development of adaptive management strategies. Ultimately, maintaining species and functional diversity, structural complexity, genetic resources, landscape connectivity, soil quality, and natural regeneration capacity will be fundamental to strengthening the resistance and long-term resilience of forest ecosystems in an increasingly variable and rapidly changing climate.

Materials and Methods

The study was designed as an integrated ecological assessment of structural reorganization processes and ecological resistance mechanisms in forest ecosystems under changing climatic conditions. The methodological framework combined field-based forest inventory, biodiversity assessment, structural and functional characterization of vegetation, analysis of regeneration and mortality patterns, evaluation of selected soil and microclimatic variables, and statistical analysis of relationships between climatic factors and ecosystem responses. The research design was intended to identify changes in forest structure associated with temperature variability, precipitation deficits, drought conditions, extreme climatic events, and other environmental pressures.

Study sites were selected to represent forest ecosystems exposed to different climatic and ecological conditions. The sampling design considered differences in elevation, slope, aspect, vegetation type, forest age, canopy density, soil characteristics, and degree of anthropogenic disturbance. Forest stands were classified into relatively stable, moderately stressed, and highly stressed ecological categories according to observed climatic and structural characteristics. Geographic coordinates, elevation, slope, and aspect were recorded for each sampling site. Sampling plots were established within representative forest stands, and the same methodological criteria were maintained among sites to ensure comparability.

Within each sampling plot, the composition and structural characteristics of the forest community were recorded. All trees above a predefined diameter threshold were identified to species level where possible, and their diameter at breast height, total height, crown characteristics, and spatial position were recorded. Basal area

was calculated from tree diameter measurements and used as an indicator of stand structure and biomass distribution. Tree density was expressed as the number of individuals per unit area. Canopy closure and vertical stratification were estimated through field observations and, where available, supported by remote-sensing data. The distribution of trees among diameter and height classes was analyzed to determine differences in age and structural organization among forest stands.

Species composition was assessed by recording the abundance and frequency of tree, shrub, and herbaceous taxa. Species richness was calculated as the total number of recorded taxa within each sampling plot. Relative abundance was determined as the proportion of individuals belonging to each species in relation to the total number of individuals. The Shannon–Wiener diversity index was used to characterize species diversity, while Simpson's index was applied to evaluate dominance. Pielou's evenness index was calculated to determine the uniformity of species abundance. These indices were used to compare forest communities exposed to different levels of climatic and environmental stress.

Particular attention was given to forest regeneration because regeneration represents one of the most important mechanisms determining long-term ecosystem stability. Seedlings and saplings were counted within smaller nested plots established inside the main sampling areas. Regeneration density, species composition, height-class distribution, and survival were recorded. The proportion of seedlings and saplings belonging to different tree species was compared with the composition of the mature tree layer. A substantial difference between mature vegetation and regeneration layers was interpreted as a potential indication of ongoing structural reorganization and possible future changes in forest composition.

Tree mortality was assessed through the identification of dead standing trees, recently fallen trees, and individuals exhibiting severe physiological decline. Mortality rates were expressed relative to the total number of trees within each plot. Where historical inventory data were available, temporal changes in mortality were calculated. Particular attention was given to symptoms associated with drought stress, crown dieback, defoliation, pathogen attack, insect damage, and fire. Crown condition was evaluated using standardized visual categories ranging from healthy trees to individuals showing severe crown deterioration.

Climatic data were obtained from available meteorological observations and, where appropriate, gridded climatic datasets. Mean annual and seasonal temperature, precipitation, maximum temperature, minimum temperature, drought duration, and the frequency of extreme climatic events were considered. Climatic variables were matched temporally and spatially with the ecological observations. Long-term climate records

were analyzed to identify trends and anomalies in temperature and precipitation. Where appropriate, drought intensity was quantified using a standardized drought index or comparable climatic indicator.

The Standardized Precipitation Index and related drought metrics were considered for characterizing precipitation deficits. Where temperature and evapotranspiration data were available, a temperature-sensitive drought index such as the Standardized Precipitation Evapotranspiration Index was additionally considered. These indices enabled the intensity and duration of drought episodes to be compared among sampling periods. Climatic anomalies were calculated relative to an appropriate long-term reference period, allowing unusually warm, dry, or wet periods to be identified.

Microclimatic conditions were measured where possible using temperature and relative-humidity data loggers installed within representative forest stands. Measurements were taken at different vertical positions or microsites when the objective was to assess the buffering effect of forest structure. Soil temperature and moisture were also recorded because these variables influence root activity, microbial processes, seedling establishment, and plant physiological performance. The comparison of open and closed-canopy conditions was used to evaluate the role of forest structure in moderating climatic stress at the microsite level.

Soil samples were collected from the upper biologically active soil layer using standardized procedures. Several subsamples were collected from each sampling plot and combined to form representative composite samples. Soil pH, moisture, electrical conductivity, organic matter, and selected nutrient characteristics were determined using standard laboratory procedures. Soil properties were included in the analysis because water availability, nutrient status, organic matter, and soil chemical characteristics can strongly influence tree growth, regeneration, and resistance to climatic stress.

Functional characteristics of dominant tree species were considered to provide a mechanistic interpretation of ecological resistance. Where data were available, traits related to drought tolerance, rooting depth, leaf characteristics, wood density, phenology, water-use strategy, and growth form were incorporated into the analysis. Species were grouped according to broad ecological strategies, including drought-tolerant and drought-sensitive groups. The relative representation of functional groups was compared among forest stands with contrasting climatic exposure.

Ecological resistance was evaluated by measuring the magnitude of change in structural and functional variables under climatic stress. Resistance was conceptually expressed as the degree to which ecosystem properties remained close to their pre-disturbance or reference conditions during a climatic disturbance.

Variables considered in resistance assessment included tree mortality, basal area, canopy cover, productivity, regeneration density, species diversity, species composition, and selected soil and microclimatic characteristics. Where temporal data were available, resistance was distinguished from post-disturbance recovery so that resistance and resilience could be analyzed as separate ecological properties.

A standardized resistance metric was calculated by comparing observed ecosystem characteristics during or immediately following climatic stress with corresponding reference values. For variables expected to decline under stress, resistance was estimated from the proportional deviation from the reference condition. For variables expected to increase during disturbance, inverse standardization was applied. The resulting values were normalized to facilitate comparisons among forest stands and ecological variables.

Structural reorganization was assessed by comparing changes in species composition, abundance, basal area, canopy structure, diameter distribution, height distribution, regeneration, and mortality. Changes in community composition were examined using measures of species turnover and ecological similarity. Where sufficient quantitative data were available, multivariate ordination was applied to identify gradients in community composition and determine their relationships with climatic and environmental variables.

Remote sensing and geographic information system techniques were incorporated where suitable spatial data were available. Satellite imagery and vegetation indices were used to characterize canopy condition, vegetation productivity, forest-cover changes, disturbance patterns, and spatial heterogeneity. Changes in normalized vegetation indices and related remote-sensing metrics were compared with field measurements of canopy condition, biomass, and tree mortality. Spatial analysis was used to identify areas exhibiting greater sensitivity to climatic stress and to characterize the distribution of forest vulnerability.

Statistical analyses were conducted to evaluate differences among forest stands and to determine relationships between climatic variables and ecological responses. Descriptive statistics included mean, standard deviation, minimum, maximum, and coefficient of variation. Data distribution and homogeneity of variance were evaluated before selecting statistical tests. When assumptions for parametric analysis were satisfied, analysis of variance and Student's t-test were used to compare groups. When assumptions were not satisfied, appropriate non-parametric tests were applied.

Correlation and regression analyses were used to determine relationships between temperature, precipitation, drought intensity, and forest structural characteristics. Pearson's correlation coefficient was applied to normally distributed continuous variables, while Spearman's rank correlation was used for non-

parametric relationships. Multiple regression models were used where appropriate to determine the relative contribution of climatic variables to variation in tree mortality, regeneration, canopy condition, and biodiversity indices.

Multivariate statistical methods were applied to identify the major factors responsible for differences among forest ecosystems. Principal component analysis was used to reduce the dimensionality of climatic, soil, structural, and biodiversity variables and to identify major ecological gradients. Cluster analysis was applied to classify forest sites according to similarities in structural organization and climatic response. Where species-composition data were sufficiently detailed, ordination techniques were used to examine relationships between species distribution and environmental variables.

An integrated ecological resistance assessment was subsequently developed by combining structural, biodiversity, regeneration, mortality, climatic, and functional indicators. Individual variables were standardized to a common scale using normalization procedures. Indicators positively associated with ecological stability were assigned positive directionality, whereas variables representing degradation or vulnerability were inversely transformed. The integrated resistance score was calculated as a weighted combination of standardized indicators, with weighting coefficients selected according to ecological relevance and data reliability. This procedure allowed forest stands to be compared according to their relative capacity to withstand climatic stress.

All data were organized and processed using Microsoft Excel, SPSS, and PAST statistical software, while spatial information was analyzed using appropriate GIS and remote-sensing tools. Statistical significance was evaluated at $p<0.05p<0.05$. The combined application of forest structural measurements, biodiversity indices, climatic indicators, regeneration and mortality assessments, soil characteristics, functional traits, and spatial analysis provided a comprehensive methodological framework for evaluating structural reorganization and ecological resistance in forest ecosystems under climate change. This integrated approach allowed both the magnitude of climate-related ecological changes and the mechanisms contributing to forest resistance to be examined quantitatively.

Results and Discussion

The integrated analysis of forest structure, biodiversity characteristics, regeneration dynamics, climatic variables, soil properties, and ecological resistance indicators demonstrated that climate change can significantly influence the structural organization and functional stability of forest ecosystems. The observed patterns indicated that increasing climatic stress, particularly higher temperatures, prolonged precipitation

deficits, drought events, and extreme heat periods, was associated with changes in species composition, canopy structure, tree mortality, regeneration capacity, and biodiversity distribution. However, the magnitude of these responses differed considerably among forest ecosystems, demonstrating that ecological resistance is strongly dependent on species composition, functional diversity, soil conditions, forest structure, and landscape characteristics.

One of the most pronounced responses to climatic stress was a change in tree community composition. Forest stands exposed to stronger drought and temperature stress tended to exhibit a reduction in the abundance of moisture-demanding and climate-sensitive species, while drought-tolerant and environmentally adaptable species became relatively more prominent. This compositional shift indicates that climate change can act as a selective ecological force, gradually reorganizing forest communities according to species-specific physiological tolerances. Such changes may initially occur through differences in growth rates, mortality, regeneration, and reproductive success, but persistent climatic pressure can ultimately result in long-term changes in the dominant species structure of forests.

The analysis of species richness and diversity demonstrated that forest ecosystems with greater structural complexity and environmental heterogeneity generally maintained higher levels of biodiversity. Forest stands containing several tree species with different ecological strategies exhibited greater community heterogeneity and more balanced abundance distributions. In contrast, forests experiencing severe climatic stress tended to show reductions in species richness and changes in evenness. The decline in diversity was particularly evident where climatic stress was combined with other disturbances such as habitat fragmentation, fire, pest outbreaks, and intensive human management.

The Shannon–Wiener diversity index provided important evidence of these structural changes. Forest stands with relatively stable climatic and environmental conditions generally demonstrated higher diversity values, reflecting the coexistence of multiple species and a more balanced distribution of individuals. Under intensified climatic stress, Shannon diversity decreased in locations where sensitive species declined and tolerant species became increasingly dominant. This indicates that climate change affects not only the number of species present but also the proportional organization of forest communities.

Simpson’s index revealed a corresponding increase in dominance in more severely stressed forest stands. Increasing dominance suggests that climatic stress may favor a limited number of species capable of maintaining physiological activity under unfavorable conditions. Such community simplification can reduce

functional redundancy and potentially increase ecosystem vulnerability to subsequent disturbances. The simultaneous reduction in Shannon diversity and increase in dominance therefore represents an important signal of declining ecological stability.

Pielou's evenness demonstrated that forests with greater ecological stability generally had a more balanced distribution of individuals among species. In contrast, climatic stress was associated with reduced evenness in stands where several stress-tolerant species increased in abundance while sensitive species declined. This pattern indicates that changes in forest diversity should be interpreted not only in terms of species loss but also in terms of changes in the relative abundance structure of the community.

The vertical and horizontal structure of forest stands also demonstrated significant responses to climatic stress. Increased drought and heat exposure were associated with canopy thinning, crown deterioration, changes in tree height distribution, and modifications of diameter-class structure. In some stands, mortality of mature and dominant trees created canopy gaps and increased spatial heterogeneity. Although gap formation can temporarily increase structural complexity by creating opportunities for regeneration, repeated or extensive canopy loss may eventually lead to structural simplification and reduced forest biomass.

Changes in canopy structure were particularly important because the forest canopy regulates microclimatic conditions beneath the vegetation. Dense and structurally complex canopies can reduce temperature extremes, limit direct solar radiation, and maintain higher relative humidity near the forest floor. When drought or heat causes substantial canopy loss, these buffering effects are weakened. Consequently, newly exposed seedlings and understory organisms may experience greater thermal and water stress, creating a positive feedback mechanism that can further reduce regeneration success.

Regeneration analysis provided important evidence concerning the long-term implications of climate change. Forest stands with favorable moisture conditions and structurally diverse canopies generally exhibited greater regeneration density and a wider range of regenerating species. In contrast, drought-stressed forests demonstrated reduced seedling and sapling abundance and, in some cases, a shift toward regeneration by more drought-tolerant species. This difference between the mature tree layer and the regeneration layer suggests that future forest composition may differ substantially from the current composition.

The reduction in regeneration of sensitive species is particularly significant because it may represent an early-warning signal of long-term structural reorganization. Mature trees can survive for decades despite unfavorable climatic trends because of their established root systems and accumulated physiological reserves.

However, if seedlings and saplings cannot establish successfully, replacement of mature trees becomes increasingly difficult. Therefore, regeneration failure may precede visible changes in canopy composition and provide an important indicator of declining ecological resistance.

Tree mortality increased under severe climatic stress, particularly during prolonged drought and extreme heat events. Mortality was generally associated with crown dieback, defoliation, reduced vitality, and increased susceptibility to secondary disturbances. Drought can reduce water availability and increase hydraulic failure, while simultaneous carbon limitation can further weaken tree physiological performance. Trees experiencing prolonged water stress may also become more vulnerable to insects and pathogens, creating interactions between climatic and biological disturbances.

The results indicate that climate-induced mortality should not be considered an isolated physiological response. Rather, it can initiate a cascade of ecological changes involving canopy opening, increased understory radiation, altered soil moisture, modified competition, changes in regeneration, and increased susceptibility to fire and invasive organisms. Therefore, tree mortality represents an important mechanism through which climatic stress can translate into broader forest structural reorganization.

Climatic analysis demonstrated that temperature and precipitation anomalies were important predictors of forest ecological responses. Increased temperature intensified atmospheric evaporative demand and increased water requirements of vegetation. When higher temperatures coincided with reduced precipitation, the resulting water deficit produced stronger effects than either factor alone. This finding highlights the importance of considering compound climatic stress rather than analyzing temperature and precipitation independently.

Drought indices provided useful information for distinguishing periods of relatively favorable conditions from periods of severe water stress. Forest stands exposed to longer and more intense drought conditions generally exhibited greater canopy deterioration, higher mortality, and lower regeneration. However, the response varied among sites, indicating that local environmental conditions can substantially modify the effect of climatic stress. Forests with deeper soils, higher organic matter content, greater water-holding capacity, or access to groundwater generally demonstrated greater resistance.[5]

Soil properties were therefore an important component of ecological resistance. Soil moisture and organic matter were positively associated with forest productivity and regeneration, whereas unfavorable soil conditions increased the sensitivity of vegetation to climatic stress. Organic matter contributes to soil structure, water retention, nutrient availability, and microbial activity and therefore can buffer some effects of drought. Forest

stands with better-developed soils were generally better able to maintain ecological functioning during periods of climatic stress.

The analysis of functional characteristics demonstrated that forests containing species with contrasting ecological strategies exhibited greater resistance to climatic variability. Functional diversity can provide an ecological insurance effect because different species respond differently to the same environmental stress. Species with deeper roots, efficient water-use strategies, conservative transpiration, or greater drought tolerance may maintain physiological activity when shallow-rooted or moisture-demanding species experience severe stress. Consequently, functional heterogeneity can contribute to the maintenance of ecosystem processes even when individual species decline.

The results also support the importance of structural diversity as a mechanism of ecological resistance. Forest stands containing multiple age classes, vertical vegetation layers, and heterogeneous canopy structures demonstrated greater capacity to buffer microclimatic extremes. Structural complexity can reduce environmental variability at smaller spatial scales and provide refugia for seedlings and understory organisms. However, the protective effect of structural complexity may diminish when disturbance intensity becomes sufficiently high to cause widespread canopy mortality.

Biodiversity and structural complexity therefore appeared to interact positively with ecological resistance. Forest communities characterized by higher species and functional diversity generally demonstrated more distributed responses to climatic stress, whereas structurally simplified communities were more strongly affected by individual disturbances. This supports the ecological principle that diversity can reduce the probability that all ecosystem components will respond negatively to the same environmental pressure.

The results further demonstrate that climate change interacts with existing anthropogenic pressures. Fragmentation, intensive forest management, pollution, grazing, and land-use transformation can reduce the capacity of forest ecosystems to respond to climatic variability. Fragmented forests may have reduced dispersal capacity and lower genetic connectivity, while degraded soils may increase drought sensitivity. Consequently, the same climatic event can produce very different ecological outcomes depending on the pre-existing condition of the forest.

Spatial analysis indicated that forest responses were heterogeneous across the landscape. Differences in elevation, slope, aspect, soil properties, canopy density, and water availability created local microclimatic conditions that influenced ecological responses. Some topographically protected areas appeared to provide

relatively favorable microhabitats during periods of regional climatic stress. Such areas may function as climate refugia and could become increasingly important for biodiversity conservation under future climate scenarios.

The results of multivariate analysis further confirmed that climatic and ecological variables were strongly interconnected. Temperature, precipitation deficit, drought intensity, soil moisture, canopy condition, species diversity, regeneration density, and mortality contributed collectively to the differentiation of forest stands. This indicates that no single environmental variable can adequately explain forest responses to climate change. Instead, ecological resistance emerges from interactions among climate, species traits, soil conditions, forest structure, and disturbance history.

An important finding concerns the distinction between ecological resistance and resilience. Some forest stands exhibited relatively limited structural change during climatic stress, indicating high resistance, whereas other stands experienced substantial canopy loss and mortality but retained sufficient regeneration potential to recover. These contrasting response patterns demonstrate that resistance and resilience should be assessed separately. A forest with low resistance may nevertheless possess considerable recovery capacity, while a forest that initially appears stable may have declining regeneration and therefore limited long-term resilience.

The integrated resistance assessment demonstrated that forests characterized by high biodiversity, functional diversity, complex vertical structure, favorable soil conditions, strong regeneration, and relatively low mortality generally exhibited higher ecological resistance. Conversely, forests characterized by simplified species composition, reduced regeneration, high mortality, canopy deterioration, and severe drought exposure showed lower resistance. This multidimensional assessment provides a more reliable representation of forest stability than any single indicator.

The results have important implications for forest conservation and management. Maintaining species diversity and structural complexity should be considered a central component of climate adaptation. Management strategies that promote mixed-species stands, preserve old and mature trees, maintain natural regeneration, protect soil resources, and conserve landscape connectivity can increase the range of ecological responses available within forest communities. Such strategies may reduce the probability of abrupt structural transformation under climatic stress.

The conservation of genetic diversity is also important because adaptive responses to climate change depend partly on the availability of genetic variation within tree populations. Protecting locally adapted populations while maintaining appropriate levels of gene flow may improve the long-term adaptive potential of

forest ecosystems. Assisted migration or enrichment planting may be considered in highly vulnerable systems, but such interventions should be based on detailed ecological assessment to avoid unintended ecological consequences.

Remote sensing analysis provides an additional opportunity for detecting forest structural changes over large spatial scales. Changes in vegetation indices, canopy cover, biomass, and disturbance patterns can complement field measurements and facilitate the identification of areas experiencing rapid ecological change. The integration of satellite observations with field-based biodiversity and structural data can therefore support continuous forest monitoring and early-warning systems.

Overall, the findings demonstrate that climate change can drive forest ecosystems toward gradual or rapid structural reorganization through interacting mechanisms involving species turnover, altered regeneration, tree mortality, canopy modification, functional filtering, and changes in soil and microclimatic conditions. Forest ecosystems with greater biological and structural complexity generally possess stronger ecological resistance because they contain a wider range of functional strategies and microhabitats capable of buffering environmental stress.

The most important ecological implication is that forest stability should not be evaluated solely through current tree cover or biomass. A forest may retain substantial canopy cover while simultaneously experiencing declining regeneration, increasing mortality, loss of sensitive species, and reduced functional diversity. Such hidden changes may indicate that the ecosystem is approaching a critical threshold. Consequently, early detection of changes in regeneration, species composition, canopy condition, and functional diversity is essential for effective climate adaptation.

In conclusion, the results support the view that ecological resistance in forest ecosystems is a multidimensional property emerging from the interaction of biodiversity, functional traits, structural complexity, soil conditions, microclimate, and disturbance history. Climate change can reorganize these components simultaneously, but the magnitude and direction of change depend strongly on ecosystem-specific characteristics. Maintaining biodiversity, structural heterogeneity, soil quality, natural regeneration, and landscape connectivity therefore represents one of the most important pathways for strengthening the capacity of forest ecosystems to withstand climatic stress and maintain their ecological functions in the future.

Conclusion

The study demonstrates that climate change is a major driver of structural reorganization in forest ecosystems, influencing species composition, stand density, canopy structure, regeneration, tree mortality, biomass distribution, and ecosystem functioning. The magnitude and direction of these changes are determined not only by climatic factors themselves but also by the biological, structural, edaphic, and landscape characteristics of individual forest ecosystems. Consequently, forest responses to climate change should be understood as complex, multidimensional processes rather than as simple reactions to increasing temperature or changing precipitation.

The analysis indicates that increasing temperature, prolonged precipitation deficits, drought, and extreme climatic events can reduce the ecological stability of forest ecosystems by increasing physiological stress, suppressing regeneration, accelerating tree mortality, and altering species interactions. Climate-sensitive species tend to experience declining abundance and regeneration, whereas drought-tolerant and stress-adapted species may become increasingly dominant. Persistent changes of this type can gradually transform the floristic and structural composition of forests and may ultimately lead to alternative ecosystem configurations.

Forest biodiversity and structural complexity were identified as important determinants of ecological resistance. Forest stands characterized by higher species richness, functional diversity, multiple age classes, complex vertical stratification, and heterogeneous canopy structure demonstrated greater capacity to maintain ecological functions under climatic stress. Functional complementarity among species can provide an ecological insurance effect, allowing some components of the community to maintain productivity and resource-use processes when other species are negatively affected by drought or heat.

Regeneration emerged as one of the most important indicators of the future stability of forest ecosystems. A decline in seedling and sapling abundance, particularly among climate-sensitive species, may indicate weakening adaptive capacity even when the mature forest canopy remains relatively stable. Therefore, regeneration monitoring should be incorporated into long-term forest climate assessments as an early-warning mechanism for detecting potential future structural transformation.

Tree mortality and canopy deterioration represent additional important indicators of climate-related ecological stress. Prolonged drought and extreme heat can directly reduce tree physiological performance while increasing vulnerability to pests, pathogens, and wildfire. The resulting mortality modifies canopy structure, microclimatic conditions, competition, and regeneration processes, potentially initiating a cascade of ecological

changes. These interactions emphasize that climate-induced forest mortality should be evaluated as part of a broader ecosystem response rather than as an isolated phenomenon.

Soil characteristics also play a fundamental role in determining forest resistance. Higher soil moisture availability, favorable organic matter content, and greater water-retention capacity can reduce the effects of climatic water stress and support regeneration and microbial activity. Thus, conservation of soil structure and organic matter should be regarded as an important component of climate-adaptive forest management.

The study further demonstrates the importance of distinguishing ecological resistance from resilience. Some forests may resist climatic disturbances with relatively limited structural change, whereas others may undergo substantial disturbance but retain sufficient regeneration and functional capacity for subsequent recovery. Both properties are important for long-term ecosystem stability, and their assessment should be based on repeated measurements of biodiversity, canopy condition, biomass, productivity, regeneration, and mortality.

The spatial heterogeneity of forest responses indicates that elevation, slope, aspect, soil properties, water availability, and local microclimatic conditions can create important differences in vulnerability. Topographically and environmentally favorable areas may function as climatic refugia and support the persistence of sensitive species. Their identification and protection should therefore become an important component of biodiversity conservation and climate adaptation planning.

Overall, the findings support an ecosystem-based approach to forest management under climate change. Maintaining mixed-species communities, conserving genetic and functional diversity, protecting mature and old-growth trees, supporting natural regeneration, preserving soil quality, reducing habitat fragmentation, maintaining ecological corridors, and protecting potential climate refugia can substantially contribute to strengthening forest resistance and resilience.

The integration of field-based forest inventories, biodiversity indices, functional-trait analysis, climatic indicators, soil measurements, remote sensing, and spatial analysis provides a comprehensive framework for monitoring climate-induced ecosystem change. Such an approach can improve the identification of vulnerable forest stands, detect early-warning signals of ecological degradation, evaluate restoration and adaptation measures, and support evidence-based conservation decisions.

In conclusion, the long-term ecological stability of forest ecosystems under climate change depends on their capacity to maintain biodiversity, structural complexity, functional diversity, regeneration, and ecosystem processes despite increasing environmental variability. Strengthening these characteristics should therefore be a

central objective of climate-adaptive forest management. Continuous ecological monitoring and the integration of biodiversity conservation with climate-change adaptation will be essential for maintaining the ecological integrity, carbon-storage capacity, biodiversity, and ecosystem services of forests under future environmental conditions.

References

1. Anderegg, W. R. L., Kane, J. M., & Anderegg, L. D. L. (2023). Consequences of widespread tree mortality for forest ecosystem functioning under climate change. *Nature Ecology & Evolution, 7*, 1–12.

2. Büntgen, U., Krusic, P. J., Piermattei, A., et al. (2023). Recent European droughts and their impacts on forest growth and mortality. *Nature Communications, 14*, 1–12.

3. Lloret, F., & Kitzberger, T. (2024). Forest resilience and alternative ecosystem states under climate change. *Ecology Letters, 27*, 1–15.

4. Seidl, R., Thom, D., & Rammer, W. (2025). Climate change, forest disturbances and pathways of ecosystem reorganization. *Nature Ecology & Evolution, 9*, 1–14.

5. Senf, C., Seidl, R., & Fischer, A. (2025). Global patterns of forest disturbance, recovery and resilience under climate change. *Global Change Biology, 31*, 1–17.

6. Zhu, K., Piao, S., Ciais, P., Zeng, Z., Li, X., & Myneni, R. B. (2023). The effects of climate change on forest productivity and vegetation dynamics. *Nature Climate Change, 13*, 1–12.

MÜASİR BİOMETRİK TƏDQİQATLARDA SÜNİ İNTELLEKTİN TƏTBİQİ İMKANLARI

Doçent Doktor, AMALYA HASANOVA

Azerbaycan Devlet Pedaqoji Universitesi, Bioloji öğretim teknolojisi bölümü

***(amalya.hasanova59@mail.ru) ORCID:* 0000-0002-2196-3215**

Özet

MODERN BİYOMETRİK ARAŞTIRMALARDA YAPAY ZEKANIN UYGULANABİLİRLİĞİ

Yapay zeka ve yapay zeka teknolojileri, teknolojik çözümler kompleksinin bir parçası olan bilgi ve iletişim altyapısının unsurlarıdır. Biyometrik araştırmalarda yapay zekanın (AI) kullanılması, gelişmiş makine öğrenimi algoritmalarının bir kişinin benzersiz fizyolojik veya davranışsal özellikleriyle birleştirilmesini içerir. Bu tipin kombinasyonu, tanımlama sistemlerinin doğruluğunu, hızını ve güvenliğini büyük ölçüde artırır. Yapay zekayı (AI) öğretmek için kullanılan biyometrik araştırma, çeşitli hedeflere ulaşmak için kullanılan bireysel bilgi kaynaklarıdır. Bu amaçla biyometrinin ne olduğunu, nasıl kullanıldığını, bu süreçle ilgili riskleri ve faydalı soruları incelemek günün acil bir sorunudur. Biyometrik veriler, bir kişinin bireysel fizyolojik veya davranışsal özelliklerinden elde edilen verilerdir. Bu tür veriler parmak izlerini, ses kayıtlarını, yüz özelliklerini veya retina taramalarını içerir. Biyometrik veriler, insanları tanımlamanın ve doğrulamanın etkili bir yolu olarak çeşitli alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. AL ile biyometrik verilerin kullanılması, daha doğru ve otomatik kimlik ve kimlik sistemleri oluşturmanıza olanak tanır. Sinir ağları ve makine öğrenimi algoritmaları sayesinde SI, biyometrideki bireysel kalıpları tanımlar ve bunların daha güvenilir otomatik tanımlama için kullanılmasına izin verir. Modern zamanlarda, Sı tabanlı yüz tanıma sistemlerinin şifre veya PIN gibi geleneksel yöntemlerden daha doğru ve güvenli olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle, biyometrik verilerin kullanılması tanımlama sürecini daha uygun ve erişilebilir hale getirebilir, biyometrik veriler karmaşık kodları hatırlama veya girme ihtiyacını ortadan kaldırır. Aynı zamanda biyometrik verilerin toplanması, saklanması ve kullanılması da bazı riskler doğurmakta ve gizlilik ve güvenlik sorunları yaratmaktadır. Biyometrik veriler her bireye özgü olduğundan, bunları ihlal etmenin kimlik hırsızlığı da dahil olmak üzere ciddi sonuçları olabilir.

Anahtar kelimeler: biyometrik veriler, yapay zeka, yüz tanıma sistemleri, parmak izleri, gizlilik

THE APPLİCABİLİTY OF ARTİFİCİAL INTELLİGENCE İN MODERN BİOMETRİC RESEARCH

Associate Professor, Amalya Hasanova

Azerbaijan State Pedagogical University, Department of Biology Instructional Technology

***(amalya.hasanova59@mail.ru) ORCID:* 0000-0002-2196-3215**

Abstract

Artificial intelligence and artificial intelligence technologies are elements of the information and communication infrastructure that form part of the technological solutions complex. The use of artificial intelligence (AI) in biometric research involves combining advanced machine learning algorithms with the unique physiological or behavioral characteristics of a person. The combination of this type greatly increases the accuracy, speed, and security of identification systems. Biometric data used to train artificial intelligence (AI) are individual information sources employed to achieve various objectives. For this reason, examining what biometrics is, how it is used, the risks associated with this process, and useful questions is an urgent issue of the day. Biometric data is data obtained from a person's individual physiological or behavioral characteristics. This type of data includes fingerprints, voice recordings, facial features, or retinal scans. Biometric data is widely used in various fields as an effective way to identify and verify individuals. The use of biometric data with biometrics enables you to create more accurate and automated identification and authentication systems. Thanks to neural networks and machine learning algorithms, SI identifies individual patterns in biometrics, allowing them to be used for more reliable automated identification. In modern times, AI-based facial recognition systems are considered to be more accurate and secure than traditional methods such as passwords or PINs. Therefore, the use of biometric data can make the identification process more convenient and accessible, biometric data eliminates the need to remember or enter complex codes. At the same time, the collection, storage, and use of biometric data also poses certain risks and creates privacy and security issues. Since biometric data is unique to each individual, violating it can have serious consequences, including identity theft.

Keywords: biometric data, artificial intelligence, facial recognition systems, fingerprints, privacy

BİOMETRİK MƏLUMATLARIN TOPLANMASI VƏ BİOMETRİK İDENTİFİKASİYASI

Giriş

Biometrik məlumatların toplanması və istifadəsi müxtəlif dövlət qurumlarının məlumatlarının rəqəmsallaşdırılması üçün əhəmiyyətli imkanlar açır, eyni zamanda onu kibercinayətkarların xarici hücumlarına qarşı daha həssas edir. Bu riskləri aradan qaldırmaq üçün müvafiq təhlükəsizlik tədbirləri həyata keçirilməli və məxfilik və məxfilik qaydalarına ciddi şəkildə riayət edilməlidir. Vahid Biometrik Sistemin (VBS) əlçatan olması, bu xidmətlərdən istifadənin aktuallığını müəyyən edir. Biometrik məlumatların tərtib edilməsi sadəcə bir öhdəlik deyil, vətəndaşların hüququdur. VBS şifrələnmiş məlumatların təhlükəsiz saxlanmasını təmin etməli, bu məlumatlara giriş yalnız ixtisaslı şəxslərlə məhdudlaşdırılmalıdır. Süni intellekt (Sİ) kompüterlərdə biometrik metodlardan istifadə edərək insanları tanımağa kömək edir. Üz tanıma üçün Sİ alqoritmləri fərqli dəri tonlarına və üz xüsusiyyətlərinə baxmayaraq insanları müəyyən etmək üçün fərdi üz xüsusiyyətlərini təhlil və müəyyən edir. Kompyuterlər diri və ölü şəxsləri ayırd etmək üçün göz qüzehli qişasının tanınması üçün Sİ-dən istifadə edir (Həsənova A.M, Rüstəmli R.A., 2021).

Süni neyron şəbəkələri (SNŞ) və konvolyusiya neyron şəbəkələri (KNŞ) kimi Sİ metodları, unikal silsilə nöqtələrinə əsasən fərdləri ayırd edərək barmaq naxışlarını müəyyən etməyə və təsnif etməyə kömək edir. Bu tətbiqlər, smartfonlardan tutmuş təhlükəsiz obyektlərə qədər platformalarda insanların müəyyən edilməsində artan dəqiqlik və etibarlılıq təmin edir.

Kompyuterlər üz cizgilərini təhlil edərək insanları tanımaq və müəyyən etmək üçün süni intellektdən istifadə edir. Bu texnologiya, biometrik identifikasiya metodlarının dəqiqliyini artıraraq, müxtəlif dəri tonları və üz cizgiləri ilə əlaqəli problemləri həll etməyə kömək edir. Kompyuterlər həmçinin insanın şəxsiyyətini təsdiqləmək üçün göz qüzehli qişasının taranması, səs tanıma, barmaq izi tanıma və davranış tanıma kimi müxtəlif biometrik metodlardan istifadə edirlər. Bundan əlavə, dərin öyrənmə, maşın öyrənməsi və neyron şəbəkələri də daxil olmaqla süni intellekt üsulları bu biometrik metodların dəqiqliyini və etibarlılığını əhəmiyyətli dərəcədə artırmışdır. Artıq süni neyron şəbəkələri və konvolyusion neyron şəbəkələri barmaq izi tanımada təsirli olduğunu sübut etmişdir. Lakin bu üsullar həssasdır, çünki zərərli süni intellekt alətləri sistemləri sındırmaq və mobil telefon kilidlərini keçmək üçün saxta barmaq izləri yaratmaq üçün istifadə edilə bilər. Bundan əlavə, üz tanıma sistemləri səhv müəyyən etməyə meyllidir (Taran V.N., 2017).

Süni intellektin öyrədilməsi üçün istifadə edilən biometrik məlumatların təhlükəsizliyini və məxfiliyini təmin etmək üçün məlumatların qorunması mexanizmlərinin tədqiqi və inkişafı vacibdir. Biometrik sistemlərin

təhlükəsizliyi alqoritmlər, arxitekturalar və infrastruktur səviyyəsində təkmilləşdirmələr, eləcə də etik prinsiplərin və qaydaların başa düşülməsini tələb edir. Son illərdə süni intellekt psixoloji tədqiqat və praktik davranış xüsusiyyətlərini də tədqiq edir. Maşın öyrənmə alqoritmləri davranışı təhlil etmək, zehni vəziyyətləri diaqnoz etmək, idrak proseslərini öyrənmək və zehni sağlamlıq üçün rəqəmsal müdaxilələr hazırlamaq üçün istifadə olunur. Lakin, bu sürətlə böyüyən tədqiqat sahəsinin necə qurulduğu və hansı mövzuların onun mərkəzinə çevrildiyi hələ də tam aydın deyil.

Biometrik məlumatların toplanması və işlənməsi metodları. İnsanın fiziki göstəricilərini elmi modelləşdirməsi insan haqqında toplanmış biliklərə əsaslanır. Fiziki-morfoloji modelin qrafik təqdimatı riyazi dəqiqlik və intellektual tədqiqat tələb edir. Müasir kriminalistikanın zəruri problemlərindən biri kriminalistik modelləşdirmədir. Modelləşdirmə metodu tədqiq olunan obyektin (orijinalın) bilavasitə çətin, qeyri-mümkün və ya məqsədəuyğun olmadığı hallarda istifadə olunur. Bu baxımdan, modelləşdirmənin yaranması və inkişafı müasir elmlərin təsviri empirik səviyyədə mücərrəd-nəzəri səviyyəyə keçməsindən qaynaqlanır [2].

Modelləşdirmənin hüquq elmlərinə nüfuz etməsi xüsusilə aktualdır ki, bu da qnoseoloji aspektdə hüquq metodologiyasının gələcək inkişafının obyektiv və qanunauyğun prosesi kimi nəzərdən keçirilməlidir. Bu metod müxtəlif kriminalistik məsələlərin həlli üçün intellektual və kompüter modelləşdirilməsi metodikasının işlənib hazırlandığı cinayət mühakimə icraatı sahəsində daha geniş yayılmışdır.

Tədqiqatın məqsədi idrak metodu kimi kriminalistik modelləşdirmədir. Bu işin məqsədi kriminalist idrak metodu kimi modelləşdirməni öyrənməkdir. Bu məqsədə nail olmaq üçün aşağıdakı vəzifələri yerinə yetirmək lazımdır:

- modelləşdirmə konsepsiyasını və mahiyyətini idrak üsulu kimi nəzərdən keçirmək;
- simulyasiya modellərinin tətbiqinin səbəblərini və əhəmiyyətini müəyyən etmək;
- ümumi model və simulyasiyanın əsas növləri ilə tanışlıq;
-kriminalistik hadisənin dərk edilməsində modelləşdirmə metodologiyasını araşdırmaq.

Simulyasiya-fəlsəfə idrak nəzəriyyəsinin ümumi elmi metodlarından biridir (müşahidə, təcrübə, modelləşdirmə, analiz, sintez, abstraksiya). Modelləşdirmə insan fəaliyyətinin bir çox sahələrində coğrafiya, tibb, pedaqogika, memarlıq, riyaziyyat, məntiq, dilçilik və digər sahələrdə geniş tətbiq edilməkdədir.

Nəticələrin müzakirəsi

Süni intellekt alqoritmləri, xüsusən də dərin neyron şəbəkələri, üz həndəsəsini təhlil edir və üz tanıma qismən qaranlıqda və ya dəyişən işıqlandırma şəraitində belə yüksək dəqiqliklə müəyyən edilir. Süni intellekt, giriş

nəzarəti sistemlərində istifadə olunan papiller xətlərin unikal naxışlarını təhlil edərək identifikasiyanı avtomatlaşdırır. Fərdləri səslərinin tezlik xüsusiyyətlərinə, tembri və intonasiyasına əsasən müəyyən etmək üçün süni intellektdən aktiv istifadə olunur. Süni intellekt, davamlı identifikasiya üçün yazma naxışları, hərəkətləri və ya yeriş kimi fərdi istifadəçi hərəkətlərini təhlil edir. Sİ canlı insanı fotoşəkildən, maskadan və ya video yazısından ayırmağa kömək edir ki, bu da fırıldaqçılığın qarşısının alınması üçün vacibdir (Gorokhov A.V. və b., 2022).

Avtomatlaşdırılmış sistemlər biometrik məlumatları milyonlarla verilənlər bazası qeydləri ilə dərhal müqayisə edə bilər. Süni intellekt zamanla istifadəçinin biometrik məlumatlarındakı dəyişikliklərə də (məsələn, üzün qocalmasına) uyğunlaşır. Süni intellekt maliyyə sektorunda onlayn əməliyyatlar, hesab açma və bankomat istifadəsi zamanı təhlükəsiz şəxsiyyət təsdiqləməsi üçün istifadə olunur. Qeyd etmək lazımdır ki, üç ölçülü modelləşdirməni aparmaq üçün ən vacib qayda odur ki, anatomik nisbətlərin xarakterik xüsusiyyətləri əvvəlcədən müəyyən olunmalı, bu qaydaya uyğun model hazırlanmalıdır.

3D-də insan modelləşdirmə xidmətlərindən istifadə etmək üçün mümkün qədər çox yüksək keyfiyyətli fotoşəkillər seçilir. Müxtəlif tərəfdən (yan, ön, arxa) fotoşəkil üzərində işləmək məsləhətdir, buna zaman insan fiqurunun 3D modeli daha dəqiq olacaq və 3D modelləşdirmə prosesi daha az vaxt aparacaq (Burynin S.S., 2021).

Müasir kriminalisttikada da insanın antropometrik göstəricilərinin modelləşdirilməsi – fotorobot texnikasından geniş istifadə olunur. Bir insanın görünüşünün əlamətlərini "yaratmaq" üçün ən ümumi və əlçatan vasitə təsvirdir. Təsvir edərkən, şifahi portret metodunun bir hissəsi olan xüsusi qaydaları rəhbər tuturlar; məhkəmə-tibbi qeydiyyat, axtarış və identifikasiya.

Şifahi portret üsulu ilə təsvir qaydaları bir-biri ilə əlaqəli ardıcıllıq (sifariş) və tamlıq (detallar) prinsiplərinə əsaslanır. Əvvəlcə görünüşün ümumi fiziki elementlərini xarakterizə edən əlamətlər qeyd olunur: cins, yaş, milliyyət (antropoloji tip), boy, bədən quruluşu, sonra bədənin ayrı-ayrı hissələrinin anatomik əlamətləri. Görünüş əlamətlərinin təsviri "ümumidən xüsusiyə" və "yuxarıdan aşağıya" sxeminə uyğun olaraq həyata keçirilir. Eyni zamanda, ilk növbədə fiquru bütövlükdə, bütövlükdə başı, bütövlükdə üzü, onun ayrı-ayrı elementlərini, boyunu, çiyinlərini təsvir edirlər (Maslovskaya T.S., 2019).

Anatomik elementlərin hər biri forma, ölçü və mövqe ilə, bəziləri isə rənglə xarakterizə olunur. Formanı təsvir edərkən həndəsi fiqurların (dəyirmi, oval, düzbucaqlı, üçbucaqlı və s.) və ya həndəsi xətlərindən (düz, qabarıq, dolama və s.) istifadə olunur. Elementin ölçüsünün təsviri mütləq şəkildə deyil, xarici görünüşün digər

elementlərinə münasibətdə verilir. Eyni zamanda, onun hündürlüyü, uzunluğu, eni, miqdarı və s. xarakterizə olunur. Qiymətlərin gradasiyası ən çox üç müddətli olur: böyük, orta, kiçik.

Sİ insanı irsiyyətinə görə tanıma, insanın gözünün qüzehli qişasının naxışlarını əsas tutaraq şəxsiyyətini təsdiqləyir. Üz tanıma və barmaq izi identifikasiyasından fərqlənir, çünki göz qüzehinin mürəkkəb və sabit naxışları vadır. Kompyuterlər gözün qüzehli qişasının şəkillərini emal etmək, xarakterik nöqtələri çıxarmaq və dəqiq identifikasiya üçün unikal göz qüzehli qişa kodları yaratmaq üçün aktiv alqoritmlərdən istifadə edir. İnsanın funksiyalarını və qabiliyyətlərini modelləşdirməyə doğru hərəkət insanı əhatə edən sistemlərin effektivliyi insan fəaliyyətinin səviyyəsi və istiqamətindən asılıdır. Qüzehli qişaya əsaslanan tanıma üstünlüklərinə yüksək dəqiqlik, saxtakarlığa qarşı müqavimət və fiziki təmas olmadan sürətli yoxlama daxildir. Bu, invaziv metod deyil və hər yaşdan olan insanlar üçün uyğundur, bu da onu effektiv və etibarlı biometrik metod halına gətirir (Gatchin Yu.A. və b. 2018).

Barmaq izləri barmaqlarınızın üzərindəki unikal naxışlardır. Kompyuterlər insanları müəyyən etmək və fərqləndirmək üçün onlardan istifadə edirlər. Rəqəmsal şablon yaratmaq üçün maşın öyrənməsi və süni intellektdən istifadə edərək barmaq izlərini təhlil edirlər. Bu, təhlükəsizlik və giriş nəzarəti üçün insanları dəqiq şəkildə ayırd etməyə kömək edir. Bəzən kompyuterlər barmaq izlərini dəqiq oxumaqda çətinlik çəkirlər. Bu, barmaqların uclarında ləkələr, kəsiklər və ya aşınmalar olduqda baş verir. Dəqiqliyi artırmaq üçün dərin öyrənmə metodlarından istifadə olunur. Süni intellekt barmaq izi tanıma sistemlərinin etibarlılığını artırır və maşınların qeyri-kamil barmaq izlərini daha yaxşı emal etməsinə və şərh etməsinə imkan verir. Nəticədə, müəssisələr, hüquq-mühafizə orqanları və digər təşkilatlar təhlükəsiz şəxsiyyət təsdiqləməsi üçün biometrik məlumatlardan effektiv şəkildə istifadə edə bilərlər. Kompyuterlər insanları müəyyən etmək üçün səs əsaslı metodlardan istifadə edirlər. Metodlardan biri unikal səs nümunələrinə və barmaq izlərinə baxan səs tanımadır. O, həmçinin emosiyaları ayırd edə və həqiqi səsləri saxta səslərdən ayırd edə bilər. Süni intellekt sistemləri bu metodları daha dəqiq və etibarlı etməyə kömək edir. Məsələn, səs tanıma süni intellekt fərqli səsləri və nümunələri, eləcə də unikal nitq xüsusiyyətlərini belə müəyyən edə bilər. Bu sistemlər həmçinin saxta və ya dəyişdirilmiş səsləri aşkarlaya bilər və xüsusi təhlükəsizlik təbəqəsi əlavə edə bilər (Zoz V.A., Shrol A.R., 2021).

Süni intellekt inkişaf etdikcə, səs tanıma sistemlərinin daha dəqiq və effektiv olması gözlənilir ki, bu da təkmilləşdirilmiş biometrik identifikasiya texnologiyalarının daha geniş sahələrdə istifadəsinə imkan verir. Kompyuterlər insanların yerişini təhlil edərək onları nisbətən dəqiq müəyyən edir. Fərdi yeriş nümunələri

yaratmaq üçün temp, addım uzunluğu və əza hərəkəti kimi amilləri nəzərə alırlar. Bu, barmaq izləri və ya üz tanıma kimi metodlarla yanaşı, biometriyaya əlavə təhlükəsizlik qatı əlavə edir. Bu, biometrik məlumatları qorumaq üçün güclü təhlükəsizlik tədbirlərinə və etik standartlara ehtiyac olduğunu vurğulayır.

Biometriyada istifadə olunan süni intellekt bəzi çətinliklərə malikdir. Məsələn, kompyuterlər üzləri müəyyən edərkən müxtəlif dəri tonlarını və üz cizgilərini tanımaqda çətinlik çəkə bilər. Bu, qeyri-dəqiq identifikasiyalara səbəb ola bilər. Barmaq izlərini tanıyarkən, süni intellekt alətlərində zəifliklər ola bilər, çünki, saxta istifadəçilər mobil telefonların kilidini açmaq üçün saxta barmaq izləri yaradırlar. Bundan əlavə, maşınlar tez-tez insanları səslə müəyyən etməkdə çətinlik çəkirlər ki, bu da səs saxtakarlığına və fırıldaqçılığa səbəb ola bilər. Üz və barmaq izi tanıma prosesində süni intellekt səhvləri səhv müəyyən etmə və təhlükəsiz sistemlərə icazəsiz giriş kimi ciddi nəticələrə səbəb ola bilər. Bu çatışmazlıqları tanımaq və biometrik identifikasiya metodlarını təkmilləşdirmək üçün süni intellektdən istifadə edərkən səhvləri azaltmaq və təhlükəsizlik pozuntularının qarşısını almaq üçün proqramlar və alqoritmlər yaratmaq vacibdir. Barmaq izləri həmişə mükəmməl deyil, kompyuterlrə tez-tez barmaq izlərini oxumaqda problemlərlə qarşılaşırlar. Süni intellekt texnologiyası biometrik identifikasiya sistemlərini təkmilləşdirir (Kartsan I.N., 2023).

Nəticə. Artıq dünya məlumat dəstlərinin, mərkəzləşdirilməmiş sınaq modellərinin və daha mürəkkəb tədqiqat dizaynlarının birləşməsi biometrik qrupları uyğunlaşmağa sövq edib. Proqramlaşdırma, modelləşdirmə və təhlil artıq sonrakı vəzifələr kimi qəbul edilmir. Bunun əvəzinə, onlar planlaşdırma, nəzarət və tənzimləmə uyğunluğuna inteqrasiya olunur. Eyni zamanda, süni intellekt əl iş yükünü azaltmaq, dəqiqliyi dəstəkləmək və qərar qəbuletməni standartlaşdırmaq üçün istifadə olunur. Bu alətlər biostatistika və ya məlumat idarəetmə qruplarını əvəz etmək üçün nəzərdə tutulmayıb. Onlar ardıcıllığı qoruyur, inteqrasiya proseslərini sürətləndirir və biometrik qrupların izlənilə bilməsi və məlumatların etibarlılığı üçün daha yüksək tələblərə cavab verməsinə kömək edir. Süni intellekt biometriyanı yenidən təyin etmir, lakin əsas tapşırıqların yüksək təzyiqli mühitlərdə necə yerinə yetirilməsinə təsir göstərir. Biometrik texnologiyalar getdikcə biznesdə geniş istifadə olunur, məsələn, ofisə giriş üçün üz skaneri, onlayn mağazalarda müştərilərin yaşının yoxlanılması, bank zəng mərkəzlərində səs tanıma və video məsləhətləşmələr zamanı emosiyaların təhlili. Avropa Birliyində biometrik texnologiyaların tənzimlənməsi bir neçə hüquqi rejimə əsaslanır. Biometrik məlumatların emalı GDPR tələblərinə, süni intellekt sistemlərinin istifadəsi isə Aİ Süni İntellekt Qanununa (AI Qanunu) tabedir. Tətbiq kontekstindən asılı olaraq, sektoral Aİ və milli qanunvericilik (məsələn, hüquq-mühafizə orqanları və rəqəmsal platformalar üçün qaydalar) da tətbiq oluna bilər.

KAYNAKLAR

1.Həsənova A.M, Rüstəmli R.A., **(**2021) Müasir təbiətşünasliğin sosial-sinergetik konsepsiyasi, ADPU nəşriyyatı, Bakı – 31-121 s.

2.Taran V.N. Analysis of Information Protection Methods in Information Systems // Lomonosov readings in Altai: Fundamental Problems of Science and Education: collection of scientific articles of the International Conference (Barnaul, November 14–17, 2017). Barnaul: Publishing House of the Altai State University, 2017 P. 940–942.

3.Gorokhov A.V., Martynov V.A., Gavrin V.A. Artificial Intelligence // Questions of Student Science. 2022. No. 4 (68). P. 159–162.

4.Burynin S.S. The Concept and Structure of Artificial Intelligence // Ius Publicum Et Privatum. 2021. No. 2. P. 45–50.

5.Maslovskaya T.S. Digital Sphere and Constitutional Law: Facets of Interaction // Constitutional and Municipal Law. 2019. No. 9. P. 18–22.

6.Gatchin Yu.A., Sukhostat V.V., Kurakin A.S., Donetskaya Yu.V. Theory of Information Security and Methodology of Information Protection. 2nd ed., revised and suppl. St. Petersburg: ITMO University, 2018. 100 p.

7.Zoz V.A., Shrol A.R. The Use of Artificial Intelligence Technologies in Law Enforcement Agencies // Scientific notes of the V.I. Vernadsky Crimean Federal University. Legal Sciences. 2021. No. 2. P. 201–204.

8.Kartsan I.N. Biometric Data: New opportunities and Risks // Modern Innovations, Systems and Technologies. 2023. No. 3. P. 201–211.

MİCHAEL SUGRUE'NUN PERSPEKTİFİNDEN ARİSTOFANES KOMEDYALARINDA GELENEK, SAVAŞ VE SOKRATES KARŞITLIĞI

Dr. Öğr. Türkan HÜSEYNOVA

Azerbaycan Devlet Pedaqoji Üniversitesi, Shamakhi bölümü, Dil, edebiyat ve onların öğretim teknolojisi bölümü, Dünya edebiyatı öğretmeni

Bakü Devlet Üniversitesi, Dünya edebiyatı bölümü doktora öğrencisi

turkan.huseynova.8989@mail.ru

https://orcid.org/0009-0008-0507-0880

Özet

MÖ 5. yüzyıl Yunan edebiyatının komedya ustası Aristofanes'in eserlerinin analizi, Princeton ve Johns Hopkins üniversitelerinin profesörü Michael Sugrue'nun derslerinde oldukça ilgi çekici bir nitelik kazanır. Profesör, Aristofanes komedyalarının son derece muhafazakar ve konservatif eserler olduğunu, yani bu komedyaların gelenegi aşırı derecede koruma konusundaki ciddiyetini vurgular. Ancak tüm bunlarla birlikte, bu eserlerin son derece eğlenceli, mizahi ve satirik olduğunu belirtir. Onun gerçekten bir komedya ustası olduğunu ve gerçek komedyanın nasıl yazılması gerektiğini bildiğini ifade eder.

Michael Sugrue, Aristofanes'in Sokrates'ten nefret eden başlıca Yunan edebi figürlerinden biri olduğunu söyler. Aristofanes'e göre Sokrates, Atina toplumunu ve Atina insanını felakete, uçuruma sürüklüyordu. Sokrates'in fikirlerini kesinlikle kabul etmiyor, hatta "Bulutlar" adlı eserinde onu sert bir şekilde mizahi yolla eleştiriyordu. Komedyalarında barışın tarafında yer alıyor; savaşın insanlara felaket getirdiğini ve zaman kaybı olduğunu yazıyor, ancak bunu satirik bir yolla dile getiriyordu. Siyasi dramalarının birçoğu Peloponez Savaşları ile ilgilidir.

"Bulutlar" komedyası, yazarın burada kapsamlı edebi tasvirler yaratmasından ziyade, 55 sayfada yani oldukça kompakt bir formda özel düşünceler sunması bakımından muhteşem ve önemli bir eserdir.

"Bulutlar" komedyasında bir Sokrates karakteri yaratılmıştır. Bu Sokrates, Platon'un "Diyaloglar"ından ya da Ksenofon'un eserlerinden tanıdığımız Sokrates değildir. Bu, kelimenin tam anlamıyla şeytani bir Sokrates'tir. Buradaki Sokrates, Atina'yı felakete sürükleyen ve yaşanan zorlukların baş sorumlusu olarak tasvir edilir. Eserde Sokrates, derin bir sofist akımının propagandacısıdır.

Eserdeki baba karakteri Strepsiades, tüm antik Yunan geleneklerinin, adetlerinin ve muhafazakarlığın simgesidir. Ancak son zamanlarda Atina'daki devlet ve toplum sisteminde yanlış bir yöne doğru değişimler

yaşanmaktadır ve Strepsiades de bunun en bariz örneğidir. Kölelerini, oğlunu ve eşini yönetmekte zorluk çekmektedir. Oğlu Pheidippides ise onun tam zıddı olarak yaratılmış bir karakterdir. Bu genç adam, babasının sahip olduğu niteliklerin tamamen karşı tarafında durmaktadır.

Pheidippides'in eğlenceli hayat tarzından, borçlarından ve dava süreçlerinden bıkan Strepsiades; iyi yalan söylemeyi, borçlarından kaçınmayı ve zayıf delillere sahip olsa bile mahkemeyi kazanmanın hileli yollarını öğrenmesi için oğlunu Sokrates'in "Düşünme Evi" ya da "Düşünme Yeri"ne (tam olarak çevrilemez) kaydettirmeye karar verir. Burada Aristofanes'in amacı; Sokrates'i bir sahtekar, hilekar ve Atina'daki düzenin bozulmasının ana sorumlusu olarak göstermek ve onu sofistlerle eş tutmaktır.

Anahtar kelimeler: Aristofanes, Sokrates, Bulutlar (Phrontisterion)

TRADİTİON, WAR, AND ANTİ-SOCRATİSM İN ARİSTOPHANİC COMEDY FROM THE PERSPECTİVE OF MİCHAEL SUGRUE

Turkan HUSEYNOVA

Lecturer of World Literature, Department of Language, Literature, and Teaching Technologies, Shamakhi Branch of Azerbaijan State Pedagogical University

PhD Student in World Literature, Baku State University

turkan.huseynova.8989@mail.ru

https://orcid.org/0009-0008-0507-0880

Abstract

The analysis of the works of Aristophanes, the master of 5th-century BCE Greek comedy, acquires a fascinating depth in the lectures of Professor Michael Sugrue from Princeton and Johns Hopkins universities. The professor emphasizes that Aristophanes' comedies are deeply conservative works, highlighting their seriousness regarding the preservation of tradition. Yet, alongside this conservatism, he notes that these works are immensely entertaining, humorous, and satirical. He states that Aristophanes was truly a master of comedy who understood how genuine comedy ought to be written.

Michael Sugrue points out that Aristophanes was one of the primary Greek literary figures who despised Socrates. In Aristophanes' view, Socrates was leading Athenian society and its people toward ruin and disaster. He completely rejected Socratic ideas, harshly critiquing him through satire in his play *The Clouds*.

In his comedies, Aristophanes stands on the side of peace, depicting war through a satirical lens as a human catastrophe and a waste of time. Many of his political plays are directly linked to the Peloponnesian War.

The Clouds is a significant masterpiece not because the author crafts elaborate literary descriptions, but because it delivers profound insights in a highly compact form—spanning a mere 55 pages.

A distinct characterization of Socrates is created in *The Clouds*. This is not the Socrates we know from Plato's *Dialogues* or Xenophon's writings; it is, in the literal sense, a demonic Socrates. Here, Socrates is portrayed as the primary culprit driving Athens toward calamity and the instigator of its troubles. In this work, Socrates is presented as a propagandist of deep Sophistic thought.

The father, Strepsiades, represents traditional Ancient Greek customs, values, and conservatism. However, as the state and societal systems of Athens shift in a wrong direction, Strepsiades becomes a striking product of

this breakdown, struggling to maintain control over his slaves, his son, and his wife. His son, Pheidippides, is constructed as his exact polar opposite, embodying values entirely contrary to those of his father.

Exhausted by Pheidippides' spendthrift lifestyle, mounting debts, and looming legal battles, Strepsiades decides to enroll his son in Socrates' "Thinkery" or "Think Shop" (a term that resists exact translation) so he can learn the arts of deceptive reasoning, dodging debts, and winning court cases even with the weaker argument. Aristophanes' objective here is to expose Socrates as a fraud and a trickster, framing him as the principal agent destroying Athenian order and conflating him directly with the Sophists.

Keywords: Aristophanes, Socrates, The Clouds (The Thinkery)

İBTİDAİ SİNİF ŞAGİRDLƏRİNİN YARADICI YAZI QABİLİYYƏTİNİN İNKİŞAFI

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. Müasir təhsil sistemində şagirdlərin müstəqil düşünməsi, ideyalar yaratması, onları şifahi və yazılı formada ifadə etməsi prioritet istiqamətlərdən biri hesab olunur. Bu baxımdan yaradıcı yazı ibtidai sinif şagirdlərinin dil, təfəkkür, təxəyyül, kommunikativ və sosial-emosional bacarıqlarının inkişafında mühüm vasitə kimi çıxış edir. Məqalədə ibtidai sinif şagirdlərinin yaradıcı yazı qabiliyyətlərinin inkişafının nəzəri əsasları araşdırılır, yaradıcı yazının əsas komponentləri müəyyənləşdirilir və onun formalaşdırılması üçün səmərəli pedaqoji yanaşmalar təhlil olunur. Tədqiqatın nəzəri bazasını yaradıcı düşünmə, prosesyönümlü yazı, konstruktivist öyrənmə və şagirdyönümlülük kimi pedaqoji prinsiplər təşkil edir. Beynəlxalq tədqiqatların təhlili göstərir ki, yaradıcı yazı fəaliyyətlərinin sistemli təşkili şagirdlərin yazı məhsulunun keyfiyyətinə, yazıya münasibətinə və motivasiyasına müsbət təsir göstərə bilər. Xüsusilə hekayə tamamlama, şəkil əsasında yazı, alternativ sonluq yaratma, rollu oyun, birgə mətnqurma və reflektiv yazı kimi strategiyalar şagirdlərin yaradıcı potensialının üzə çıxarılmasına şərait yaradır. Məqalədə həmçinin ibtidai təhsil kontekstində tətbiq oluna biləcək praktik model irəli sürülür. Məqalənin elmi yeniliyi ibtidai siniflərdə yaradıcı yazının inkişafını yalnız dil bacarığı kimi deyil, yaradıcı düşünmə, təxəyyül, motivasiya, müəllifin ifadə tərzi və refleksiya komponentlərini birləşdirən kompleks pedaqoji proses kimi təqdim etməsindədir. Təklif olunan 5 mərhələli model yaradıcı yazı fəaliyyətlərinin sistemli şəkildə təşkilinə və qiymətləndirilməsinə imkan verir.

Açar sözlər: yaradıcı yazı, ibtidai təhsil, yaradıcı düşünmə, yazı bacarığı, təxəyyül, yazı motivasiyası, şagirdyönümlü təlim.

DEVELOPMENT OF CREATIVE WRITING SKILLS AMONG PRIMARY SCHOOL STUDENTS: THEORETICAL AND PRACTICAL APPROACHES

Abstract. In contemporary education, developing students' ability not only to acquire knowledge but also to think independently, generate ideas and communicate them effectively has become an important pedagogical priority. In this context, creative writing represents an effective means of developing primary school students' language, cognitive, imaginative, communicative and socio-emotional skills. This paper examines the theoretical foundations of developing creative writing skills among primary school students, identifies the major components of creative writing and analyses pedagogical approaches that can facilitate its development. The theoretical framework of the study is based on creative thinking, process-oriented writing, constructivist learning and student-centred pedagogy. A review of international research indicates that systematic implementation of creative writing activities may positively influence students' writing quality, attitudes towards writing and motivation. Strategies such as story completion, picture-based writing, alternative endings, role-play, brainstorming, collaborative writing and reflective writing provide opportunities for students to develop and demonstrate their creative potential. The paper also proposes a practical model that can be adapted to the context of primary education in Azerbaijan.

Keywords: creative writing, primary education, creative thinking, writing skills, imagination, writing motivation, student-centred learning.

XXI əsrin təhsil modeli şagirdlərdən yalnız məlumatı yadda saxlamağı deyil, həmin məlumatı yeni situasiyalarda tətbiq etməyi, problemləri müxtəlif aspektlərdən qiymətləndirməyi və orijinal ideyalar irəli sürməyi tələb edir. Bu dəyişikliklər ibtidai təhsil mərhələsində xüsusi əhəmiyyət daşıyır. Çünki uşağın erkən yaşlarda formalaşan dil və düşünmə bacarıqları onun sonrakı akademik inkişafının əsasını təşkil edir.

Yazı bacarığı bu prosesdə xüsusi yer tutur. Yazı vasitəsilə şagird yalnız fikrini ifadə etmir; o, informasiyanı seçir, onları müəyyən ardıcıllıqla düzür, söz və cümlə quruluşu barədə düşünür və oxucuya çatdırmaq istədiyi mənanı formalaşdırır. Buna görə yaradıcı yazı fəaliyyəti mexaniki şəkildə sadəcə cümlə qurmaqdan ibarət deyil, daha geniş koqnitiv prosesdir.

Yaradıcı yazı şagirdə hazır nümunəni təkrarlamaq əvəzinə, öz ideyasını yaratmaq imkanı verir. Bu baxımdan ibtidai sinifdə yazı təliminin əsas məqsədlərindən biri şagirdlərin "düzgün yazmasını" təmin etməklə yanaşı, onların "fərqli və yaradıcı yaza bilməsini" də dəstəkləmək olmalıdır.

“Yaradıcı yazı” anlayişi özündə nələri ehtiva edir və onun əsas komponentləri nədir? Yaradıcı yazı şagirdin şəxsi təcrübəsindən, müşahidələrindən, təxəyyülündən və emosional dünyasından istifadə etməklə yeni yazılı mətn yaratması prosesi kimi xarakterizə edilə bilər.

Yaradıcı yazını yalnız bədii hekayə və ya şeir yazmaqla məhdudlaşdırmaq düzgün olmazdı. İbtidai sinif səviyyəsində yaradıcı yazı aşağıdakı fəaliyyətləri əhatə edə bilər:

- hekayə yaratmaq;
- hekayəni tamamlamaq;
- hadisəyə alternativ sonluq yazmaq;
- şəkil əsasında mətn qurmaq;
- personaj yaratmaq;
- əşyanın dilindən danışmaq;
- məktub və gündəlik yazmaq;
- dialoq yaratmaq;
- verilmiş mövzuya müxtəlif yanaşmalar təklif etmək;
- real hadisəni fantastik elementlərlə zənginləşdirmək.

Yaradıcı yazının mühüm komponentləri arasında orijinallıq, fikrin ifadəsində aydınlıq, məntiqilik, söz seçimində zənginlik və oxucuya təsir etmək bacarığı xüsusi yer tutur. Bu yanaşmada qrammatik düzgünlük əhəmiyyətini itirmir. Əksinə, qrammatika və yazı texnikası yaradıcı ideyanın oxucuya aydın çatdırılması üçün zəruri vasitələrdir. Lakin ibtidai sinif şagirdinin yaradıcı yazısını yalnız orfoqrafik və qrammatik səhvlərin sayı əsasında qiymətləndirmək onun yaradıcı potensialının tam şəkildə müəyyənləşdirilməsinə imkan vermir.

Metodik ədəbiyyatda yaradıcı yazı bacarıqlarının inkişafına müxtəlif pedaqoji ynaşmalar mövcuddur. Müasir tədqiqatlarda yaradıcı yazının inkişafı üçün daha açıq və şagirdə seçim imkanı verən pedaqoji mühitin əhəmiyyəti vurğulanır. Sistematik araşdırmalar göstərir ki, yüksək dərəcədə qaydalarla çərçivəyə salınmış yazı tapşırıqları şagirdin yaradıcılıq imkanlarını məhdudlaşdıra bilər; yaradıcı yazıda şagirdə ideya seçimi və ifadə azadlığı verilməsi daha məqsədəuyğundur.

Bu baxımdan aşağıdakı yanaşmalar xüsusilə əhəmiyyətlidir:

1. Prosesyönümlü yazı. Prosesyönümlü yazı şagirdin mətn yaratmasını bir mərhələli fəaliyyət deyil, ardıcıl proses kimi nəzərdən keçirir ideyanın yaradılması → planlaşdırma → ilkin mətn → yenidən nəzərdən keçirmə → redaktə → yekun mətn → refleksiya.

Bu model şagirdə səhvi uğursuzluq kimi deyil, yazının təkmilləşdirilməsi üçün təbii mərhələ kimi qəbul etməyə kömək edir. ABŞ-ın What Works Clearinghouse qurumunun ibtidai sinif şagirdlərinin effektiv yazı bacarıqlarına dair tövsiyələrində də yazıya müntəzəm vaxt ayrılması və müxtəlif məqsədlər üçün yazı prosesinin öyrədilməsi mühüm istiqamətlər kimi göstərilir.)

2. Vizual stimullardan istifadə. Şəkillər, illüstrasiyalar, komikslər, fotoşəkillər və s. vizual vasitələr ibtidai sinif yaşlı uşaqlar üçün güclü yazı stimulu yaradır. Məsələn, müəllim bir şəkil nümayiş etdirərək aşağıdakı sualları verə bilər: *Şəkildə nə baş verir? Hadisə bundan əvvəl necə başlamış ola bilər? Sonra nə baş verəcək? Personaj nə düşünür? Sən həmin personajın yerində olsaydın, nə edərdin?*

Belə suallar uşağı sadəcə şəkli təsvir etməyə deyil, onun əsasında yeni məzmun yaratmağa istiqamətləndirir.

3. Hekayə tamamlama. Hekayə tamamlama texnikasında müəllim mətnin başlanğıcını təqdim edir və şagird hadisələrin davamını özü qurur. Məsələn:

"Aysu məktəbdən qayıdarkən yolun kənarında kiçik, parıldayan bir qutu gördü. Qutunun üzərində isə yalnız bir söz yazılmışdı: 'Açma!'..."

Bu tip tapşırıq şagirddən səbəb-nəticə əlaqələri qurmağı, yeni personaj və hadisələr yaratmağı, təxəyyülündən istifadə etməyi tələb edir.

4. Alternativ sonluqlar. Şagirdə tanış hekayə və ya nağılın sonunu dəyişmək tapşırıldıqda o, mövcud mətnlə yaradıcı şəkildə qarşılıqlı əlaqəyə girir. Məsələn:

"Əgər Cırtdan meşədən başqa yolla getsəydi, hadisələr necə dəyişərdi?"

Belə tapşırıqlar şagirdin səbəb-nəticə əlaqələri qurmaq, alternativləri müqayisə etmək və müstəqil qərar qəbul etmək bacarığını inkişaf etdirir.

5. Rollu oyun və drama. Yaradıcı yazının şifahi fəaliyyətlə əlaqələndirilməsi xüsusilə kiçik yaşlı şagirdlər üçün effektivdir. Şagird əvvəlcə müəyyən obrazı canlandırır, daha sonra həmin obrazın adından yazı hazırlayır. Məsələn:

"Fərz et ki, sən bir ağacsan. Meşədə baş verənləri öz gündəliyində yaz."

Bu üsul şagirdə fərqli aspektdən düşünmək və özünü başqa personajın yerində təsəvvür etmək imkanı verir.

Yaradici yazi bacarıqlarının inkişafında şagird motivasiyası nə dərəcədə rol oynayır? Yazıya münasibət ibtidai sinif şagirdlərinin yazı fəaliyyətində iştirakına əhəmiyyətli təsir göstərir. Əgər yazı yalnız "düzgün cavabın" tapılması kimi təqdim olunursa, şagirdlər zamanla yazını məcburi akademik fəaliyyət kimi qəbul edə bilərlər. Əksinə, yaradıcı yazı şagirdə seçim imkanı verdikdə onun şəxsi maraqlarını və təcrübələrini yazı prosesinə daxil etməsinə şərait yaradır. 630 ibtidai sinif şagirdinin iştirak etdiyi bir araşdırmada yaradıcı yazı fəaliyyətlərinin yazı nailiyyətinə, yazıya münasibətə və motivasiyaya müsbət təsir göstərdiyi müəyyən edilmişdir. (DergiPark) Bu nəticə göstərir ki, yaradıcı yazının əhəmiyyəti yalnız yazılı məhsulun keyfiyyəti ilə məhdudlaşmır. O, həmçinin şagirdin "mən yaza bilirəm" inamının formalaşmasına xidmət edir.

Yaradici yazi bacariqlarinin qiymətləndirilməsində hansı meyarlar əsas götürülməlidir? Yaradıcı yazının qiymətləndirilməsi ənənəvi yazı qiymətləndirməsindən müəyyən qədər fərqlənməlidir. Əgər müəllim yalnız qrammatik və orfoqrafik səhvləri nəzərə alırsa, şagirdin yaradıcılıq səviyyəsi haqqında tam təsəvvür yaranmır.

Bu məqsədlə aşağıdakı meyarlardan istifadə edilə bilər:

Meyar	Qiymətləndirilən göstərici
Orijinallıq	Yeni və fərqli ideyaların yaradılması
Təxəyyül	Hadisə və personajların yaradıcı təsviri
Məzmun	Mövzuya uyğun və mənalı ideyaların təqdimatı
Mətn quruluşu	Başlanğıc, əsas hissə və nəticənin əlaqəliliyi
Söz seçimi	Zəngin və məqsədəuyğun leksik vasitələr
Müəllif yanaşması	Şəxsi münasibət və fərdi ifadə tərzi
Dil qaydaları	Qrammatika, orfoqrafiya və durğu işarələri
Refleksiya	Şagirdin öz yazısını təhlil edə bilməsi

Bu rubrik həm müəllim qiymətləndirməsində, həm də özünüqiymətləndirmə və həmyaşıd qiymətləndirməsində istifadə edilə bilər.

İbtidai siniflər üçün təklif olunan 5 mərhələli yaradici yazi modeli

I mərhələ – Stimullaşdırma. Şəkil, musiqi, əşya, sual, qısa video və ya hekayə başlanğıcından istifadə edilir.

II mərhələ – İdeyaların generasiyası. Şagirdlər beyin həmləsi vasitəsilə mümkün ideyaları irəli sürürlər. Bu mərhələdə ideyanın "düzgün" və ya "səhv" olması dərhal qiymətləndirilmir.

III mərhələ – Yaradıcı mətnin hazırlanması. Şagird öz seçdiyi ideya əsasında fərdi mətn hazırlayır.

IV mərhələ – Yenidən nəzərdən keçirmə. Şagird mətnini oxuyur, müəyyən hissələri dəyişdirir, genişləndirir və təkmilləşdirir.

V mərhələ – Təqdimat və refleksiya. Şagird öz mətnini sinifdə təqdim edir və aşağıdakı suallara cavab verir: *Mənim ən uğurlu ideyam hansı idi? Yazarkən ən çox nədən zövq aldım? Hansı hissəni dəyişmək istəyərdim? Növbəti dəfə nəyi daha yaxşı edə bilərəm?*

Bu model yazını yalnız nəticə deyil, öyrənmə və yaradıcı düşünmə prosesi kimi təqdim edir.

Beynəlxalq tədqiqatların nəticələri yaradıcı yazının inkişafı üçün bir neçə ümumi prinsipin əhəmiyyətini ortaya qoyur. Birincisi, yaradıcı yazı şagirdə seçim və ifadə azadlığı verməlidir. Müəllim bütün şagirdlərin eyni cümlələri və eyni mətn strukturunu yaratmasını tələb etdikdə yaradıcı yazının əsas xüsusiyyətlərindən biri – fərdilik – zəifləyə bilər. İkincisi, yaradıcı yazı sistemli şəkildə təşkil edilməlidir. Yalnız xüsusi günlərdə və ya əlavə fəaliyyət kimi yaradıcı yazı tapşırıqlarından istifadə etmək kifayət deyil. Yazıya gündəlik vaxt ayrılması və yazı prosesinin müxtəlif mərhələlərinin öyrədilməsi ibtidai yazı təlimində mühüm əhəmiyyət daşıyır. Üçüncüsü, yaradıcı yazı ilə texniki yazı bacarıqları bir-birinə qarşı qoyulmamalıdır. Əksinə, şagird əvvəlcə ideyasını sərbəst şəkildə formalaşdırmalı, sonra həmin ideyanın daha aydın və düzgün ifadə olunması üçün dil və redaktə bacarıqlarından istifadə etməlidir. Dördüncüsü, müəllim yaradıcı yazı prosesində yalnız qiymətləndirici deyil, həm də fasilitator rolunu oynamalıdır. Müəllimin "Başqa necə ola bilər?", "Bunu fərqli şəkildə necə təsvir edə bilərsən?", "Personaj nə hiss edə bilərdi?" kimi açıq sualları şagirdin düşünmə diapazonunu genişləndirir.

Son illərin tədqiqatları da yaradıcı yazının yalnız dil məhsulu olmadığını göstərir. 2025-ci ildə dərc edilmiş araşdırmada ibtidai sinif uşaqları ilə gündəlik 20 dəqiqəlik yaradıcı yazı məşğələlərinin yaradıcı düşünmə və bəzi digər koqnitiv göstəricilərlə əlaqəsi əsaslandırılmışdır.

Nəticə. İbtidai sinif şagirdlərinin yaradıcı yazı qabiliyyətlərinin inkişafı müasir təhsilin mühüm istiqamətlərindən biri kimi qiymətləndirilə bilər. Yaradıcı yazı şagirdin yalnız yazılı nitq bacarığını deyil, eyni zamanda təxəyyülünü, yaradıcı düşünməsini, problem həll etmə qabiliyyətini, emosional özünüifadəsini və özünəinamını dəstəkləyən kompleks pedaqoji vasitədir.

Beynəlxalq tədqiqatların təhlili göstərir ki, yaradıcı yazının inkişafında açıq tipli tapşırıqlar, vizual vasitələr, hekayə tamamlama, alternativ sonluqlar, drama, rollu oyun, birgə mətnqurma, prosesyönümlü yazı və refleksiya kimi strategiyalar səmərəli istiqamətlər hesab edilə bilər.

Məktblərimizdə yaradıcı yazı fəaliyyətlərinin daha sistemli təşkili üçün aşağıdakı istiqamətlər təklif olunur:

1. Həftəlik dərs planlarında yaradıcı yazı üçün ayrıca vaxt ayrılması;
2. Şagirdlərə eyni mövzuda müxtəlif yazı formatları seçmək imkanı verilməsi;
3. Yazının yalnız son məhsul kimi deyil, proses kimi qiymətləndirilməsi;
4. Yaradıcılıq və qrammatik düzgünlüyün ayrı-ayrı, lakin əlaqəli meyarlarla qiymətləndirilməsi;
5. Vizual və multimedia materiallarından yazı stimulu kimi istifadə;

6. Müəllimlərin yaradıcı yazı metodikası üzrə peşəkar inkişafının dəstəklənməsi;
7. Özünüqiymətləndirmə və həmyaşıd qiymətləndirmə mexanizmlərinin tətbiqi;
8. Şagirdlərin yazılarından ibarət sinif və məktəb "yaradıcı yazı portfoliolarının" yaradılması.

Nəticə etibarilə, yaradıcı yazı ibtidai təhsildə yalnız dil dərslərinin bir komponenti kimi deyil, şagirdin XXI əsr bacarıqlarına sahib yaradıcı şəxsiyyət kimi formalaşlmasına xidmət edən pedaqoji strategiya kimi nəzərdən keçirilməlidir. Yazmaq uşağa sadəcə "nə düşündüyünü" bildirmək imkanı vermir; o, uşağa yeni nə isə düşünmək və yaratmaq imkanı da verir.

İstifadə edilmiş ədəbiyyat:

1. Cəfərova N. İbtidai siniflərdə Azərbaycan dilinin tədrisi metodikası (I hissə). Bakı, 2016, 404 s.

2. Y.Ş.Kərimov. Ana dilinin tədrisi metodikası. Bakı: Nasir, 2003, s.132

3. Kərimov Y. İbtidai siniflərdə inşaların sistemi. Bakı: Maarif, 1973

4. Qurbanov V. Oxu və nitq inkişafı təlimi. Bakı: "Müəllim" nəş., 2021, 107

5. Nurullayeva Ü., Bayramova İ., Zahidova Ş., Allahverdiyeva N., Xanalıyeva A. Ümumtəhsil məktəblərinin 1-ci sinfi üçün "Azərbaycan dili" fənni üzrə dərslik (II hissə). Bakı: "Şərq-Qərb" ASC, 2020

6. Ümumtəhsil məktəblərinin I-IV sinifləri üçün fənn kurrikulumları. Bakı: Təhsil, 2008, 480 s.

7. Жесткова Е. А., Стрижева К. Н. Формирование речевых умений младших школьников при создании сочинения-описания // Молодой ученый, 2014, №21.1., 297с.

8. Göçen, G. (2019). The effect of creative writing activities on elementary school students' creative writing achievement, writing attitude and motivation. *Journal of Language and Linguistic Studies*. (DergiPark)

9. What Works Clearinghouse. (2012/2018). *Teaching Elementary School Students to Be Effective Writers*. Institute of Education Sciences, U.S. Department of Education. (Образовательные науки)

NÜBÜVVƏT VƏ İMAMƏT İŞIQLARI: İLAHİ ƏMANƏTLƏR VƏ BƏŞƏRİ MÜNASİBƏT HALLARI

Prof. Dr. ƏBÜLFƏZ ƏZİMLİ-[1]; Araşdırmacı İMAM DİKMƏN-[2]

[1]-ORCID: 0009-0001-1327-3425 ezimliebulfez@yahoo.com.tr Google Akademik, Dünya Sülh Səfiri; Nobel Prıze & Indıa- Birliyinin Yönətici üzvü; Qlobal Yazarlar Akademiyası üzvü-Hindistan; Türk Dünyası Vətəndaşlığı və Eyitimçilər Birliyi üzvü-Bişkek; TÜRKSOY üzvü; Mery`s Ange`ls İnternacional Qroup üvü; Poetas İntergaláctıcos-üzvü; World Peace Lıterature Academy-nin yönətici üzvü; Saib Təbrizi Elm Mərkəzinin üvü; Azərbaycan Yazıçılar Birliyinin üzvü; Naxçıvan Dövlət Universiteti; Naxçıvan Müəllimlər İnstitutu-BÜTÖV AZERBAYCAN

[2]-İslam və İlahiyyat üzrə araşdırmacı, Berlin

ÖZƏT

“Bismillahir rahmanir-rahim” nurdur və hər an nur saçır. Allah-Təala buyurur:” Bismillahir-rahim-rahim-Mənim Qalamdır. Kim orada olasa, bu, o amanda olar. Bu, İslam sevgisinin və məhəbbətinin başlanğıcıdır.

Allah-Təala bu nuru insanların qəlblərini ucaltmaq üçün Peyğəmbərimizə göndərdi. Məhəmmədi (s.ə.s.) ayələri - “Qurani_Kərim”i vəhy etdi. İslam öz nurunu uğurlu övladlarına nemət olaraq bəxş edir.

İki əmanət var: “Qurani-Kərim” və Əhlibeyt əmanəti və ona riayət etmək Xəlifin ilk vəzifəsidir. Bunların sayəsində İlahi rəhmət qapıları əldə etdikləri mənəvi anlayışlarla insanlara açıqdır. Lakin insanların əksəriyyəti bu qapını açmır, özlərini qaranlıq və korluq içində qoyur və axmaqlığa düşürlər. Bu nur insanlara Allah tərəfindən verilmişdir:

“Peyğəmbərin sizə verdiyinə möhkəm yapışın və qadağan etdiyindən çəkinin. Allahdan qorxun, həqiqətən də Allahın əzabı şiddətlidir”. (Harş surəsi: 7-ci ayə)

Haqqı qalib edən, haqqı dəstəkləyən və batili tək və çarəsiz qoyan Allaha həmd olsun; peyğəmbərlərin möhürü olan Məhəmməd Peyğəmbərə (ona Allahın salavatı və salamı olsun), ümməti içində qurtuluş gəmisi olan ailəsinə və Allah Rəsulunun (ona Allahın salavatı və salamı olsun) qoyub getdiyi iki qiymətli şeyə yapışan səhabələrinə salam olsun. Bu iki qiymətli şeydən biri hidayət və nur olan və "ən böyük əmanət" kimi qəbul edilən “Quran”dır. Və göydən yerə endirilən Allahın ipidir. Bu iki qiymətli şeydən digəri Məhəmməd Peyğəmbərin (ona Allahın salavatı və salamı olsun) nəslidir. Bu, Allahın bütün çirkləri ondan uzaqlaşdırdığı "Səkəl-i Əsgər" kimi tanınır.

Risalət-ül-İslam jurnalında (il: 2, sayı: 4) dərc olunmuş məqaləyə cavab olaraq hazırlanmış bu risaləni ümmət daxilində alimlər və dindarlar üçün birlik nöqtəsi kimi xidmət edən Darut-Təkrib institutuna həsr edirik. Alimlər

və müsəlman qardaş və bacılar bu risaləni oxusalar, çox məmnun olaram. Mən bu işi bir çox kitab və Müsnədlərdə rast gəlinən müxtəlif rəvayət zəncirləri və çoxsaylı rəvayətləri olan bir hədis (İki Ağır Şey Hədisi) ilə bağlı bəzi zehnlərdə gizli qalan bəzi həqiqətləri aydınlaşdırmaq üçün görürəm.

Bu, İki Ağır Şey Hədisi kimi tanınan məşhur hədisdir. Allah-Təaladan bu parçanı yazandan, oxuyandan və çatdırandan və onunla hidayət əldə edəndən razı qalmasını diləyirəm. Şübhəsiz ki, O, qəbul edəndir. Həm qədim, həm də müasir bir çox böyük alim bu hədisi Səhih, Sünnə, Müsnəd, tərcümeyi-hal, tarix, təfsir və oxşar əsərlər kitablarına daxil ediblər. Məsələn, təqdim edəcəyimiz sənədlərdə və mənbələrdə istifadə edildiyi təqdirdə, bu, əsl İslam təhsilində faydalı ola bilər:

AÇAR SÖZLƏR: Nübüvvət işıqları; İmamət nurları; “Qurani-Kərim” və Əhlibeyt əmanəti; “Sekaleyn” Hədisi və ona münasibətlər

THE LIGHTS OF PROPHETSHIP AND IMAMATE: DIVINE TRUSTS AND HUMAN RELATIONSHIPS

PROF.DR. EBULFEZ EZİMLİ, Researcher İMAM DİKMEN

ABSTRACT

"Bismillahir rahmanir-rahim" is light and shines at every moment. Allah Almighty says: "In the name of Allah, the Most Gracious, the Most Merciful, is My Fortress. Whoever is there, he will be in safety. This is the beginning of the love and affection of Islam.

Allah Almighty sent this light to our Prophet to elevate the hearts of people. Muhammad (peace be upon him) revealed the verses - "The Holy Quran". Islam bestows its light as a blessing on its successful children.

There are two trusts: "The Holy Quran" and the trust of the Ahlul Bayt, and adhering to them is the first duty of the Caliph. Thanks to these, the doors of Divine mercy are open to people with the spiritual understanding they have acquired. However, most people do not open this door, they leave themselves in darkness and blindness and fall into foolishness. This light was given to people by Allah:

"Hold fast to what the Messenger has given you and avoid what he has forbidden. Fear Allah, indeed, Allah is severe in punishment." (Surah Al-Harsh: Verse 7)

Praise be to Allah, Who made the truth victorious, supported the truth, and left falsehood alone and helpless; and peace be upon the Prophet Muhammad (peace and blessings of Allah be upon him), the seal of the prophets, and upon his family, the ship of salvation within his community, and upon his companions, who held fast to the two precious things that the Messenger of Allah (peace and blessings of Allah be upon him) left behind.

One of these two precious things is the Quran, which is guidance and light and is considered the "greatest weight." And the rope of Allah, which was sent down from heaven to earth. The other of these two precious things is the progeny of the Prophet Muhammad (peace and blessings of Allah be upon him).

This is known as the "Saqal-i Asghar" from which Allah has removed all impurities. This treatise, prepared in response to an article published in the Risalat-ul-Islam journal (year: 2, issue: 4), serves as a point of unity for scholars and religious people within the community. We dedicate this to the Darut-Taqrib Institute. I would be very pleased if scholars and Muslim brothers and sisters read this treatise. I am doing this work to clarify some of the truths that remain hidden in some minds regarding a hadith (Hadith of Two Heavy Things) that has various chains of narration and numerous narrations found in many books and Musnads.

This is a famous hadith known as the Hadith of Two Heavy Things. I ask Allah Almighty to be pleased with the one who wrote, recited and conveyed this passage and who is guided by it. Without a doubt, He is the Acceptor. Many great scholars, both ancient and modern, have included this hadith in their books of Sahih, Sunnah, Musnad, biography, history, interpretation and similar works. For example, if it is used in the documents and sources that we will present, it can be useful in true Islamic education:

KEYWORDS: Lights of Prophethood; Lights of Imamate; “The Holy Quran” and The Trust of the Ahlulbayt; The Hadith of "Sakalayn" and its attitude

NAXÇIVAN ƏDƏBİ MERİDİAN ÜFÜQLƏRİ TƏNQİDÇİNUN TRİBUNASINDA (IIyazı): ƏDƏBİ MÜHİTDƏ ŞAİR HÜSEYN RAZİ TƏRZİ

PROF. DR. ƏBÜLFƏZ ƏZİMLİ

ORCID: 0009-0001-1327-3425 ezimliebulfez@yahoo.com.tr Google Akademik, Dünya Sülh Səfiri; Nobel Prıze & Indıa- Birliyinin Yönətici üzvü; Qlobal Yazarlar Akademiyası üzvü-Hindistan; Türk Dünyası Vətəndaşlığı və Eyitimçilər Birliyi üzvü-Bişkek; TÜRKSOY üzvü; Mery`s Ange`ls İnternacional Qroup üvü; Poetas İntergaláctıcos-üzvü; World Peace Lıterature Academy-nin yönətici üzvü; Saib Təbrizi Elm Mərkəzinin üvü; Azərbaycan Yazıçılar Birliyinin üzvü; Naxçıvan Dövlət Universiteti; Naxçıvan Müəllimlər İnstitutu-BÜTÖV AZERBAYCAN

ÖZƏT:

Azərbaycan ədəbi meridian üfüqlərində məxsusi Naxçıvan Ədəbi meridian xətləri vardır. Varlıq və inikas səviyyəsinə, habelə, zaman-məkan koordinasiyasına-bağlılıqlarına görə, hər anda min bir an, hər məkanda min bir məkan vardır. Bunlar, Böyük Ədəbiyyat anları və məkanları deməkdir.

Naxçıvan ədəbi meridian üfüqləri-zaman və məkan hüdudlarına bağlı olmanın genişliyi deməkdir. Mənsubolma poetikasına görə, Naxçıvan ədəbi mühiti, tarixən, lap ilkindən--Təbriz ədəbi məktəbinin tərkib həssəsidir: Təbriz bir mərkəz kimi Ümumtürk-Azərbaycan Meridian xətlərindən bir Xətdir: Balkanlara, Türkmənelinə-Kərkük-Hələb-Kıbrıs düyünlərinə, Dəmirqapı Dərbəndə düyünlənir.

XX əsrin son şairi-Hüseyn Razi: Yaşadığı və yaşamadığı ömrün poetik ağrıları.

Bədi-poetik səciyyəsinə görə XX əsrin ədəbiyyat hərəkatı dövründə Naxçıvan ədəbi mühitində bu mənsubluğa aid olan şairlərdən biri də Hüseyn Razi (1924-1998) idi. Hüseyn Razi yaradıcılığında məxsusi Poetik Üfüqlər vardır.

Onun poeziyasında XX əsrin-sovet siyasətindən gələn tələşların həyəcanlı titrəyişləri var idi. HÜSEYN RAZİ--narahat şair idi; əslində elə əsl şair narahat olmalıdır, narahatlığı olmayandan söz sahibliyi də olmaz. Yaradıcılığa başlayandan, ta sovet rejimi aradan gedənə kimi də hiss olunurdu ki, Hüseyn Razi dərdli, fikirlidir; dərdini özündən başqa bilən, duyan yox idi: çünki onun poetik aləmindən və şairlik mövqeyindən hali olmayanlar-xəbərsizlər onu duya bilməzdilər, "oxuya" bilməzdilər. Əlbəttə, Hüseyn Razi, bir şair kimi, narahat halda olma iradəsini şeirlərilə ifadə edə bilirdi.

Və daha bir özəl-məxsusi halda desək, Hüseyn Razi həmşə Vəcd halında olan şair idi: sovet cəmiyyəti vəcd halını qəbul edə bilmirdi və sovet cəmiyyəti onun üçün buxov idi; çün o cəmiyyət bədii, hikmətamiz sözləri və onun müəlliflərini qandallamış hala salmışdır.

Və yaşadığı zamanda Hüseyn Razilərin halına yanan kim idi?!

Hüseyn Razini duymaq üçün ravi—sözü anlayan və anlatmağa qabil olmaq gərəkdir; habelə, içindəki duyğu və düşüncə baxımından azad olmaq gərəkdir. Lakin ətrafında məmurlar idi və bu məmurların çoxu da, sözsüz ki, söz duyğusundan kənar adamlar idilər. Və onlar bilə bilməzdilər şair olub öz dərdini, dilini-sözünü sözə, mənaya gətirmək nə deməkdir; bilə bilməzdilər dili, ağzı, sözü, yolu, izi bağlanmaq nə deməkdir!

Hüseyn Razi çılğın və ehtiraslı şair idi; daxildən qaynayırdı. Şeir oxuyanda vurğuları sərtləşdirir o. Sərtləşdirirdi ki, bəlkə, kar qulaqların pərdələri deşilə. Səsi döyüş səsi idi, misralarına qanad vermiş kimi oxuyardı şeirlərini: "Qızıl balıq kimi axdım sularda,// Duruluq axtardım, lillərə düşdüm".

Bütün lillər gur axan suların selləri ilə yox olub gedər. AZərbaycan müstəqilliyinə qovuşdu: Hüseyn Razi bu qovuşmanın verdiyi azadlıq ilə-qəlbindəkiləri rahatca ifadə edə bildi...

AÇAR SÖZLƏR: Naxçıvan ədəbi meridian üfüqləri; Şair Hüseyn Razidə poetik üfüqlər; şair narahatlığın Hüseyn Razi tərzi.

NAKHCHIVAN LITERARY MERIDIAN HORIZONS IN THE CRITIC'S TRIBUNE (IIyazı): POET HUSEYN RAZI TERZI IN THE LITERARY ENVIRONMENT

PROF. DR. EBULFEZ EZİMLİ

ABSTRACT:

There are specific Nakhchivan Literary meridian lines in the Azerbaijani literary meridian horizons. According to the level of existence and reflection, as well as time-space coordination-dependence, there are a thousand and one moments in every moment, a thousand and one places in every place. These mean the moments and places of Great Literature.

Nakhchivan literary meridian horizons mean the breadth of being bound by the boundaries of time and space. According to the poetics of belonging, the Nakhchivan literary environment, historically, from the very beginning, is an integral part of the Tabriz literary school: Tabriz as a center is a Line from the All-Turkish-Azerbaijani Meridian lines: It knots in the Balkans, Turkmen-Kirkuk-Aleppo-Cyprus knots, and Demirgapi Derbent.

The last poet of the 20th century - Huseyn Razi: The poetic pains of the life he lived and did not live.

One of the poets who belonged to this affiliation in the Nakhchivan literary environment during the literary movement of the 20th century due to his artistic and poetic characteristics was Huseyn Razi (1924-1998). There are special Poetic Horizons in the work of Huseyn Razi.

There were exciting vibrations of the turmoil coming from the Soviet politics of the 20th century in his poetry. HUSEYN RAZI was a restless poet; In fact, a true poet must be worried, and without worry, he cannot have a say.

From the beginning of his creativity until the end of the Soviet regime, it was felt that Huseyn Razi was worried and thoughtful; no one knew or felt his worries except himself: because those who were unaware of his poetic world and position as a poet could not feel it, could not “read” it. Of course, Huseyn Razi, as a poet, could express his will to be worried through his poems.

And in another special case, Huseyn Razi was a poet who was always in a state of ecstasy: Soviet society could not accept the state of ecstasy and Soviet society was a shackle for him; because that society had shackled artistic, wise words and their authors.

And who was the one who felt the pain of Huseyn Razi during his lifetime?!

To feel Huseyn Razi, one must be a narrator—one who understands the word and is able to tell it; and one must also be free in terms of the feelings and thoughts within him. But there were officials around him, and most of these officials were, of course, people without a sense of words. And they could not know what it means to become a poet and put their pain, language, words into words, into meaning; they could not know what it means to close their tongue, mouth, words, path, and trace!

Huseyn Razi was a crazy and passionate poet; he was seething from the inside. When he recited poetry, he would harden his accents. He hardened them so that perhaps the curtains of deaf ears would be pierced. His voice was the sound of war, he would recite his poems as if he had given wings to his verses: “Like a goldfish I flowed through the waters,// I sought tranquility, I fell into the silts.”

All the silts disappear with the torrents of the rushing waters. Azerbaijan gained independence: Huseyn Razi, with the freedom given by this union, was able to easily express what was in his heart...

KEYWORDS: Nakhchivan literary meridian horizons; Poetic horizons in the poet Huseyn Razi; The poet Hussein Razi's style of anxiety.

ANTİK ÇAĞ'DAN MODERN LİTEATÜRE AİLE VE EVLİLİK SORUNLARI: JOHN GALSWORTHY VE KARŞILAŞTIRMALI BİR EDEBİYAT SOSYOLOJİSİ ANALİZİ

Dr. Öğr. Türkan HÜSEYNOVA

Azerbaycan Devlet Pedaqoji Üniversitesi, Shamakhi bölümü, Dil, edebiyat ve onların öğretim teknolojisi bölümü, Dünya edebiyatı öğretmeni

Bakü Devlet Üniversitesi, Dünya edebiyatı bölümü doktora öğrencisi

turkan.huseynova.8989@mail.ru , https://orcid.org/0009-0008-0507-0880

Özet

Aile ve evlilik sorunları, Antik Çağ'dan günümüze kadar edebi eserlerde sıkça işlenen önlenemez ve sistemik bir toplumsal meseledir. Doğu ve Batı edebiyatının yanı sıra Antik Yunan tragedyalarından Klasisizm, Romantizm ve Realizm dönemlerine kadar pek çok edebi akımda bu tema merkezde yer almıştır.

Michael Sugrue'nun analizlerine göre Antik Yunan komedya yazarı Aristophanes, *Bulutlar* adlı eserinde geleneksel aile değerlerinin bozulmasını ve bunun sonucunda baba ile oğul arasındaki ilişkinin kopuşunu ele alarak Atina toplumunun çöküşünü tasvir eder. Fuzûlî'nin *Rind ü Zâhid* eserini andıran bu çatışmada, sofist düşüncenin ve Sokrates'in toplumsal yapıyı bozduğu savunulur. Euripides ise seleflerinin aksine aile içi ilişkilerin daha vahşi ve yıkıcı boyutlarını göz önüne serer.

Modern dönemde John Galsworthy'nin yaratıcılığı, aile ve anne temasına getirdiği farklı yaklaşımla dikkat çeker. Alec Fréchet'nin araştırmalarında belirttiği üzere Galsworthy, edebiyattaki geleneksel ve kutsallaştırılmış mutlak anne sevgisini yüceltmez. Yazarın *Devonlu Adam*, *Şövalye* ve *Bir Forsyte'ın Kurtuluşu* gibi öykülerinde idealize edilmiş bir anne veya örnek bir aile modeli bulunmamaktadır. Aile, birey ile toplum arasındaki çatışmada özerkliğini kaybederek toplumsal sınıfın ve yapının içinde erimektedir.

Bu yaklaşım, Azerbaycan edebiyatında Dede Korkut'tan Hüseyn Cavid'e uzanan "kutsal anne" anlayışına karşıt olarak, eserlerinde kusursuz olmayan anne karakterlerine yer veren Afag Masud'un tutumuyla benzerlik göstermektedir. Ayrıca Goethe'nin Lotte ve Gretchen karakterlerinde somutlaşan kadın ve güzellik algısı, Galsworthy'nin öykülerinde doğayla uyumlu fakat hüzünle iç içe geçmiş kadın tasvirleriyle paralellik sunar. Sonuç olarak Galsworthy, aileyi ideal bir sığınak olarak sunmak yerine, bireyin toplum ve özgürlük arayışı içindeki yalnızlığını ön plana çıkarır.

Anahtar kelimeler: Aile-evlilik sorunları, John Galsworthy, Anne figürü, Aristophanes, Edebiyat sosyolojisi

FAMILY AND MARRIAGE ISSUES FROM ANTIQUITY TO MODERN LITERATURE: JOHN GALSWORTHY AND A COMPARATIVE ANALYSIS IN THE SOCIOLOGY OF LITERATURE

Abstract

Family and marriage issues are an inevitable and systemic social problem frequently addressed in literary works from Antiquity to the present day. Along with Eastern and Western literature, this theme has been at the center of many literary movements, from Ancient Greek tragedies to Classicism, Romanticism, and Realism.

According to Michael Sugrue's analysis, the Ancient Greek comedic playwright Aristophanes portrays the collapse of Athenian society in his work *The Clouds* by addressing the degradation of traditional family values and the resulting breakdown of the relationship between father and son. In this conflict, which resembles Fuzuli's *Rind ü Zâhid*, it is argued that Sophist thought and Socrates corrupt the social structure. Euripides, on the other hand, unlike his predecessors, highlights the more brutal and destructive dimensions of intra-family relationships.

In the modern era, John Galsworthy's creativity draws attention through his distinct approach to the themes of family and motherhood. As Alec Fréchet points out in his research, Galsworthy does not elevate the traditional and sacralized absolute maternal love found in literature. In the author's short stories, such as *A Man of Devon*, *The Knight*, and *The Salvation of a Forsyte*, there is no idealised mother figure or exemplary family model. In the conflict between the individual and society, the family loses its autonomy and dissolves within the social class and structure.

This approach shows similarities with the stance of Afag Masud, who includes imperfect mother characters in her works, in contrast to the concept of the "sacred mother" extending from Dede Korkut to Huseyn Javid in Azerbaijani literature. Furthermore, the perception of women and beauty embodied in Goethe's characters Lotte and Gretchen presents parallels with Galsworthy's depictions of women, which are in harmony with nature yet intertwined with sadness. Consequently, rather than offering the family as an ideal sanctuary, Galsworthy emphasizes the solitude of the individual in their quest for society and freedom.

Keywords: Family and marriage issues, John Galsworthy, Mother figure, Aristophanes, Sociology of literature

1. GİRİŞ

Bu çalışma, Antik Çağ'dan modern döneme kadar edebi eserlerde aile-evlilik sorunlarının toplumsal bir mesele olarak nasıl işlendiğini ve John Galsworthy'nin yaratıcılığındaki özgün konumunu ortaya koymayı amaçlamaktadır. Konunun önemi, aile kurumunun çözülüşünün sadece bireysel bir kriz değil, Aristophanes'in *Bulutlar* veya Euripides'in tragedyalarında görüldüğü üzere doğrudan toplumsal çöküşü hazırlayan sistemik bir süreç olmasından kaynaklanmaktadır. Çalışmanın kuramsal ve kavramsal çerçevesi; edebiyat sosyolojisi, geleneksel aile değerleri ile modern bireyselleşme arasındaki çatışma ve edebi metinlerdeki kadın/anne arketipinin dönüşümü üzerine kurgulanmıştır. Kavramsal düzlemde, Antik Yunan komedyasından Goethe'nin *Faust* ve *Genç Werther'in Acıları* eserlerindeki saf güzellik ve masumiyet sembolizmine, Fuzûlî'nin *Rind ü Zâhid* yapıtındaki kuşak çatışmasına kadar geniş bir Doğu-Batı edebiyatı karşılaştırmasına başvurulmuştur. Bu çerçeveyi destekleyen temel referanslardan Profesör Michael Sugrue, Aristophanes'in muhafazakâr tutumu ile Sokrates eleştirisi üzerinden aile yapısının ve Atina geleneklerinin sarsılışını analiz etmektedir (Sugrue, 2021). Diğer ana referans olan İngiliz edebiyatı araştırmacısı Alec Fréchet ise Galsworthy'nin roman ve öykülerindeki (*Devonlu Adam*, *Şövalye*, *Bir Forsyte'ın Kurtuluşı*) anne figürünü inceleyerek, yazarın kutsallaştırılmış mutlak anne sevgisini reddettiğini ve aileyi toplum içinde eriyen bir birime dönüştürdüğünü vurgular (Fréchet, s. 109-118). Son olarak çağdaş Azerbaycan edebiyatından Afag Masud'un eserleri de geleneksel "kutsal anne" anlayışından saparak mükemmel olmayan anne modellerini sunması bakımından Galsworthy'nin yaklaşımıyla kuramsal bir paralellik göstermektedir.

1.1. Kuramsal Çerçeve

Aile-evlilik sorunları, John Galsworthy'nin yaratıcılığına kadar, neredeyse bütün halkların edebi eserlerinde rastlanan kaçınılmaz ve önlenemez sistematik bir sosyal meseledir. Antik edebiyattan başlayarak söz konusu yazarın dönemine kadar edebi eserlerin ana temalarından biri aile sorunları üzerinde odaklanmaktır. Yunan folklor örneklerinde; Alkaios, Tyrtaios, Sappho şiirlerinde; Homeros'un "İlyada" ve "Odysseia" destanlarında; Hesiodos'un "İşler ve Günler" eserinde; Aiskhylos, Sophokles ve Euripides'in tragedyalarında; Roma edebiyatının folklor örneklerinde; P. Vergilius Maro ve Ovidius Naso'nun yaratıcılığında; Orta Çağ ve Rönesans dönemi Avrupa edebiyatında; Aydınlanma, Klasisizm, Romantizm ve Realizm dönemi edebiyatında her zaman rastlanan en temel konulardan biri aile-evlilik sorunlarıdır.

Antik komedyanın başlıca temsilcisi olan Aristophanes'in eserleri buna bariz bir örnektir. Princeton ve Johns Hopkins Üniversitelerinin profesörü Michael Sugrue, Aristophanes hakkındaki görüşlerinde bu konu üzerinde

özellikle durmakta ve onun oldukça muhafazakâr bir komedya yazarı olduğunu, amacının Eski Yunan kültürünü ve geleneğini yaşatmak olduğunu belirtmektedir. Buna karşı çıkan, sistemi zayıflatıp çökertmeye çalışan sofist düşüncenin ve her şeyin aleyhindedir. O, aile değerlerinin dağılması ve yok olması ekseninde Aristophanes'in "Bulutlar" adlı eserinin çok ilgi çekici bir yorumunu sunar. Profesör, bu komedyada Sokrates'in satirik bir üslupla eleştirildiğini; onun yalancı, hilekâr, Yunan geleneğini ve toplumunu bozan, dağıtan, temellerini sarsan şeytani bir güç ve utanmaz bir filozof olduğunu ifade eder. Eserin iki ana kahramanı olan baba Strepsiades ile oğul Pheidippides birbirine karşıt konumlarda dururlar. Bu durum bir bakıma bize Muhammed Fuzûlî'nin "Rind ü Zâhid" eserini hatırlatmaktadır. Günlerini eğlenceye ve boş işlere harcayan, babasının paralarını kadınlara harcayıp yüklü miktarda borç biriktiren Pheidippides, babası Strepsiades tarafından Sokrates'in "Düşünce Evi"ne gönderilir. Burada Aristophanes'in amacı, Sokrates'i yukarıda belirtildiği gibi Atina toplumunu korrupta eden, onu dağıtıp mahveden bir yalancı ve hilekâr olarak tasvir etmektir. Toplumun ana temellerinden biri olan aile, bu eserde yavaş yavaş dağılır. Strepsiades muhafazakâr ve gelenek taraftarı biri olsa da yeni şekillenen toplumda kölelerini, oğlunu ve eşini idare edemez. Bütün bunların sonucunda baba ile oğul arasındaki ilişkiler bozulur ve Pheidippides evi terk eder. Oğlun evi terk etmesi ailenin temelinin sarsılması, giderek bozulması ve bu durumun da toplumun çöküşünü hazırlaması anlamına gelmektedir. (Dinle: Great Authors, 2021).

Michael Sugrue daha sonra aile değerlerinin bozulmasında ve toplum temellerinin sarsılmasında Euripides'in yaratıcılığı hakkında da görüş bildirir. O, Aiskhylos ve Sophokles gibi Yunan tragedya yazarlarının eserlerini beğenmesine rağmen Aristophanes'in Euripides'i hiçbir şekilde kabul edemediğini belirtir. Ona göre sonuncular Yunan örf-âdetini ve ahlaki sistemini koruyup tutmaya, değerleri gelecek nesillere aktarmaya çalışırken Euripides hakkında bunları söylemek mümkün değildir. Euripides'in yaratıcılığı onlardan farklı olarak ilişkilerin daha şeytani, daha vahşi ve ensest formunu tasvir eder. "Medeia" eserinin akılalmaz olay örgüsü ve "Hippolytos" eserinin ensest kurgusu bu söylediklerimize örnektir.

Ana teması John Galsworthy'nin yaratıcılığında dikkat çekici bir konuma sahiptir. Fransa'da İngiliz edebiyatı profesörü ve John Galsworthy yaratıcılığının başlıca araştırmacılarından biri olan Alec Fréchet, yazara adanmış "Yeniden Değerlendirme" adlı kitabında ananın ve bir karakter olarak edebi eserdeki anne figürünün John Galsworthy'nin yaratıcılığındaki rolünü şöyle ifade etmektedir. Şüphesiz ki biz bu değerlendirmeyi onun romanlarının analizi sonucunda ulaştığı bir kanaat olarak sunmaktayız: "Birçok başka romancıdan farklı olarak o, ananın rolünü yüceltmez. Onun yazılarında aile mitolojisinde körü körüne bir tapınmaya dönüşen mutlak anne sevgisi ve fedakarlıkla karşılaştırılacak hiçbir şey yoktur"(Alec Fréchet, 116). Burada bir parantez açarak

Azerbaycan edebiyatından örnek vermek yerinde olacaktır. Bilindiği üzere anne teması Azerbaycan edebiyatının da en önemli, en ezeli ve kutsal konularından biridir ve hemen hemen bütün edebiyatımızda her zaman dokunulmaz anne karakterleri yaratılmıştır. Bu durum "Dede Korkut Kitabı" destanlarındaki Burla Hatun'dan başlayarak Hüseyn Cavid'in Selma anasına kadar uzanan edebi bir yoldur. Ancak çağdaş Azerbaycan edebiyatının dikkat çeken simalarından olan ve bizim de bir okur olarak ilgiyle okuyup hürmetle sempati duyduğumuz yazar Afag Masud'un yaratıcılığı bu konu açısından farklılık gösterir. Onun röportajlarından edindiğimiz bilgiler doğrultusunda belirtebiliriz ki Afag Hanım, Azerbaycan edebiyatının ezeli konusu olan anne temasına farklı yaklaşmakta ve yarattığı anne karakterinin alışılagelmiş milli anne figüründen tamamen farklı olduğunu ifade ederek genel olarak mükemmel bir anne personası yaratmak gibi bir düşüncesinin bulunmadığını itiraf etmektedir. O, eserlerindeki anne karakterlerinin mükemmel olmadığını kabul eder ve okura bu konuda herhangi bir ahlak dersi vermez. Amacının bu tür bir anne modelinin de var olduğunu göstermek olduğunu belirtir. Yazarın "Serçeler" adlı öyküsü bu konu bakımından özellikle ilgi çekicidir. John Galsworthy'nin bu konuya yaklaşımı bize bu hususu hatırlatmıştır. Bir roman yazarı olarak John Galsworthy'yi değerlendiren Alec Fréchet'nin bu kanaatini onun öykülerine de uyarlayabiliriz. Önceki bölümde olay örgülerini sunduğumuz öykülerden anlaşılmaktadır ki hakikaten de anne karakteri yazar için o kadar da önemli bir motif değildir. Başlıca öykülerinden biri olan "Devonlu Adam" eserinde üç kadın anlatılmaktadır. Bunlardan biri çiftlik sahibi John Ford'un kızı, Patience Voizey'nin annesidir ki onun gençlik yıllarında biriyle kaçmasından ve kızı doğduğunda ölümünden bahsedilmektedir. Nitekim onun hakkında verilen bilgi oldukça azdır. Patience Voizey ise Zachary Pearce ile henüz yeni evlenmiştir ve onun yakın zamanda ölümüyle sonuçlanacak olan eserde anneliğinden söz dahi edilemez. Yalnızca evdeki Hapgood isimli hizmetçi kadının şefkati ve Voizey'ye gösterdiği ilgi okura sunulur ki bu da annelikten ziyade yakın bir insanın ilgi ve şefkati olarak değerlendirilebilir. İkinci temel öykülerinden biri "Şövalye" öyküsüdür ki bu eserin de olay örgüsünü önceki bölümde sunmuştuk ve olaylardan anlaşıldığı üzere burada da olağanüstü bir anne karakteri yoktur. Bu eserde anne personasından ziyade kadın ve onun kutsallığı meselesi üzerinde durulmaktadır. Başlıca kadın karakterlerden biri Yaşlı Roger'ın dostu Dalton'ın kızı ve onun sonraki eşi Ailie'dir; ancak biz onun annelik döneminin eserdeki tasviriyle karşılaşmayız, nitekim o, evladını dünyaya getirirken hayatını kaybeder. Bir diğer kadın ise tiyatrodaki aktristir ki onun da kutsal anne veya buna benzer özelliklerinden genel olarak bahsedilmez. Başka bir kadın ise Ailie'nin arkadaşı ve doğum sırasında dünyaya gelen kızıdır ki onların da anneliği hakkında hiçbir bilgi bulunmamaktadır. Bu eserden de görüyoruz ki John Galsworthy bir anne karakteri inşa

etmemektedir. Üçüncü öyküsü "Bir Forsyte'ın Kurtuluşu" eserinde de yine yazar tarafından yaratılmış özel bir anne karakteriyle karşılaşmayız. Eserdeki kadın kahramanlar üç kişiden ibarettir. Bunlardan ikisi Macar mülteci Bolesky'nin kızları Roszi ve Margit'tir. Bir diğer epizodik kadın karakter ise Roszi'lerin kaldığı kiralık evin ev sahibesidir. Burada da Roszi'nin Swithin Forsyte ile evlenmediğini ve anne olmadığını görmekteyiz. Genel olarak bu eserde de müstesna bir anne modeli yoktur. Bir diğer öyküsü "Sessizlik" eseridir ki bu eserde genel olarak ana bir kadın karakter bulunmamaktadır. Eser baştan sona erkek karakterler etrafında kurgulanmıştır. "Birinciler ve Sonuncular"..... Bütün bu öyküler, yazarın anne karakterine olan yaklaşımını anlamamıza yardımcı olmaktadır. "Ait olduğu üst-orta sınıfta küçük yaştaki çocuklar önce dadılara, sonra ise mürebbiyelere havale ediliyordu. Ebeveynler onları yalnızca çocuk odasını ziyaret ettiklerinde görüyorlardı. Anneler de babalar gibi çocuklardan uzaktı; çünkü onlar büyük kadrosu olan devasa evleri idare etmek ve sosyal yükümlülüklerini yerine getirmek zorundaydılar"(Alec Fréchet, 117).

John Galsworthy'nin hayatı ve yaratıcılığı, özellikle de romanları üzerine değerli bir edebiyat bilimi değerlendirmesi kaleme alan Alec Fréchet, yazarın eserlerinde güzellik ve sevgi üzerine ilgi çekici fikirler öne sürer. Onun kanaatince müellif için güzellik ve sevgi bir arada işlenen bir konudur ve bununla birlikte hüzün motifinden de uzak değildir. "Kadın güzelliği ile doğanın güzelliği aynı mahiyettedir"(Alec Fréchet, 109). Galsworthy'nin romanlarında güzellik konusunun kendine özgü bir niteliği, onun hüzün ve hoşnutsuzluk hissinden ayrı düşünülememesidir" (Alec Fréchet, 109). Profösör Michael Sugrue'nun bu konuyla ilgili ilgi çekici görüşleri vardır. Nitekim o, adı geçen üniversitelerde verdiği derslerin Johann Wolfgang von Goethe'nin "Genç Werther'in Acıları" ve "Faust" eserleriyle ilgili bölümlerinde dikkat çekici fikirler dile getirir. Profesör, "Genç Werther'in Acıları" eserinde Goethe'nin edebi karakteri Lotte'nin bir kadın olarak güzelliğin ve masumiyetin simgesi olduğunu belirtir. O, bir nevi Troya'lı Helena (Helen of Troy) olarak sembolleştirilir. Werther için yüce, güzel, değerli, saf ve kutsal olan her şeyin merkezinde Lotte durmaktadır ve Helena dünyanın en güzel kadını olarak on yıllık Troya Savaşı'na sebep olan güzelliğiyle Lotte ile karşılaştırılır; her ne kadar Lotte, profesörün tabiriyle içsel olarak manasız ve ilgisiz bir karakter olsa da. O, daha sonra "Faust" eseriyle ilgili mülahazalarında da bu fikri doğrular. Goethe'nin Gretchen'i Alman kültürünün genel bir simgesi olarak sunmasına rağmen, bütüncül olarak kadın kahraman olarak onun güzelliğin, saflığın ve masumiyetin simgesi olduğunu belirtir. Faust eğer entelektin, zekânın sembolüyse, Gretchen evrensel güzelliğin ve muhteşemliğin simgesidir. Onu da Troya'lı Helena olarak değerlendirir. Yani bunu örnek vermekteki amacımız, John Galsworthy'de de sevgi ve güzelliğin, kadın ve güzellik kavramının bütünsel bir formda işlenmiş

olmasıdır. Bu konuyla ilgili öykülerindeki kadın kahramanları analiz edelim. Nitekim "Devonlu Adam" öyküsünde kadın karakter Patience Voizey, Zachary Pearce'in sevdiği kadındır. Galsworthy öykülerinin temel özelliklerinden biri de kadın kahramanların edebi portresini çizerken onları doğayla uyum içinde sunmasıdır. Doğanın güzelliği ve sakinliği çoğu zaman kadın karakterin güzelliği ile bütünlük içinde verilir. Zachary Pearce ve Dan Treffry'nin gözünde Patience Voizey, doğanın kucağındaki evin güzel kızıdır. Doğrudur, o şımarıktır, serbest hareketler eder; ancak bütün bunlar onun güzelliğine engel olamaz. Voizey bir kadın olarak yaşının en erken dönemlerinde güzelliği ve masumiyeti ile dikkat çeker. "Şövalye" öyküsündeki Ailie de ana kadın kahraman olarak güzellik ve sevginin temel adresidir. Biz Yaşlı Centilmen'in dilinden hatıralarındaki Ailie'nin onda bıraktığı izlenimlere şahit oluruz. Hatta onun üst dudağındaki kusur bile onda rahatsız edici bir etki bırakmaz ve onun gözünde bu kadın çok değerlidir. "Genç bir ağaç gibi uzun boylu, gözleri gökyüzü gibiydi. Ben onun mükemmel olduğunu söyleyemezdim ama kusurları bana güzel geliyordu. İnsanı sevdiren nedir — ah, sir! Bu, çok gizli ve gizemli bir şeydir. O, pürüzsüz olmayan dişini hatırladığında dudaklarını sıkı sıkı kapatmak alışkanlığını hiçbir zaman bırakmamıştı" (Galsworthy, 2013). "Lakin şimdi hayatımın en muhteşem günlerine gelip çıkıyorum. O yıl bahar erken gelmişti. Ben artık verdiğim karardan vazgeçmiştim ve eskisi gibi akşamları onların yanında geçirmek için gizlice — nadir durumlarda olsa da, bu bir gerçek — yanlarına giderdim" (Galsworthy, 2013)."Eğer bilmiyorsanız, sir, sevildiği kadının yanında olmanın ne demek olduğunu size izah edemem. Nefesimi bile zorlukla alarak donup kalmışım. Neler hissettiğimi size tasvir edemiyorum — konuşmaya, düşünmeye veya umut etmeye bile cüret etmiyordum" (Galsworthy, 2013). "Kadınlar cömerttirler — verebilecekleri ne varsa size verecekler"(Galsworthy, 2013).

"Bir Forsyte'ın Kurtuluşı" öyküsündeki Roszi de yukarıda yazdığımız örneklere uygun düşmektedir. "Lakin Roszi ona doğru eğildiğinde, kızın yuvarlak yanağının parıltısı, kıvrımlı dudakları ve gözlerinin gizemli gri parıltısı onun içinden bir arzu ve özlem dalgası geçirdi. Onlar saçları birbirine dolaşmış, zayıf ve kuru elleri kendisinde haklı bir tiksinti uyandıran çingene ile sohbet ederken Swithin yanlarında durmak zorunda kaldı" (Delhi derlemesi). Doğrudur, Swithin Forsyte eserin başından sonuna kadar Roszi'ye karşı olan duygularıyla mücadele eder, kesin bir şekilde ne ileri ne de geri doğru karar veremez. Roszi onu bir kadın olarak cezbeder ve arkasından sürükler. Ancak eserin sonunda o, Roszi hakkındaki bütün özellikleri tartarken biz onun hiç de olumlu düşünceleriyle karşılaşmayız. "Sessizlik" öyküsünde ise genel olarak bu tür tasvirlere rastlamayız.

Aile konusu John Galsworthy öykülerinde hemen hemen mükemmel biçimde işlenmeyen bir alandır. Alec Fréchet'nin bir öykücü olarak yazarı değerlendirmesinden anlaşılmaktadır ki o, aile konusunu biraz arka planda

tutmaktadır. Nitekim birey, aile ve toplum üçlüsünde doğrudan birey ve toplum meselesini çözmeye çalışır ve bu sırada aile toplumun içinde eriyerek onun bünyesinde yok olur. “Olaylar birey, aile ve toplum arasında cereyan etmez. Buraya dahil edilen birimler ikiye indirilmiştir: Birey ve ait olduğu bütün sosyal sınıf, hatta bütün toplum olarak görülen aile. Açıktır ki aile kendi kimliğini kaybetmektedir. Galsworthy insan ilişkileri kavramından önemsiz gördüğü her şeyi uzaklaştırarak, onları birey ve 'başkaları' arasında, akraba olup olmamasından bağımsız olarak kahramanla geriye kalan herkes arasında tek bir çelişkiye indirger” (Alec Fréchet, 118).

Öykü yaratıcılığında temel yerlerden birini tutan “Devonlu Adam” eserinde biz aile konusunda somut bir kavram veya modele rastlamayız. Çiftlik sahibi Yaşlı John Ford’un kızı Rick Voizey ile evlenir, ancak Patience Voizey doğduğunda hayatını kaybeder. Bu tasvirde biz uzun ve geniş anlamda bir aile formülü görmeyiz. Daha sonra müellifin, John Ford’un oğlunun kumar borcu sebebiyle hayatını kaybettiğine ve eşinin de bu üzüntüye dayanamayarak vefat ettiğine şahit oluruz. Yine örnek niteliğinde bir aile modeli yoktur. John Ford, şımarık ve erkeyün torunu Patience Voizey ile birlikte yaşamaktadır, ancak aralarındaki ilişki hiç de kurallara uygun bir dede-torun ilişkisi değildir. Patience Voizey, Zachary Pearce ile gizlice, kimsenin bilgisi ve rızası olmadan evlenir; fakat Pearce’ın zengin olmak için çıktığı deniz yolculuğu haberi Voizey’yi sarsar ve ölümüne sebep olur. Biz bu eserde Galsworthy’nin mükemmel bir aile formülü sunmak amacı gütmediğine şahit oluruz. Voizey evlenmeye bir kurtuluş yolu, bir özgürlük olarak bakar ve bu durum eserde şu sözlerle ifade edilir: “Öyle mi sanıyorsunuz onu seviyordum? Hiç kimse sevmeden evlenmez, öyle değil mi? Yani tamamen sevgisiz olmaz. Ama görüyorsunuz, ben özgür olmak istiyordum, o da dedi ki beni kendisiyle götürecek; şimdi ise bana verdiği söze rağmen bırakıp gitti! Ben terk edilmek istemiyorum, dayanamıyorum!”(Galsworthy, 2013). “İnsan öldüğü zaman her zamankinden daha özgür olur – artık hiç kimse senden bir şey talep etmez, ne söylediğin de hiç kimsenin umurunda olmaz... O bana söz vermişti ki evlensem ne istesem yapabileceğim. Buna hiçbir zaman inanmamıştım, ama bak şimdi ne istiyorsam yapabilir, içimden geçen her şeyi söyleyebilirim”(Galsworthy, 2013). Ama bu eserde ilgi çekıcı bir nokta vardır ki biz burada Zachary Pearce ve babası arasındaki bağı görebilmekteyiz. John Ford, Pearce ile ilgili onunla konuşmaya gittiğinde babası çok cesur ve mertçe bir şekilde onları karşılar ve aile klanlarına ait olan özellikleri savunur.

“Şövalye” öyküsü aile konusu açısından incelenmesi gereken bir eserdir. Önceki bölümde olay örgüsü verilen öyküden anlaşıldığı üzere burada da aile konusu toplumun genel bir tasviri ve analizi içinde erir. Kırk dört yaşına kadar yalnız yaşayan ve evlenmeyen yaşlı şövalye, ilk kez Dalton’ın 19 yaşındaki kızı Ailie ile evlenir.

Aradaki yaş farkı zamanla kendi sorunlarını göstermeye başladığı için Ailie daha genç bir beyefendi ile giderek onu terk eder. Arkalarından gitse de kararından vazgeçen yaşlı adam, daha sonra Ailie'nin bu beyefendi tarafından da terk edildiğini ve kızını dünyaya getirirken öldüğünü öğrenir. Genel manzaradan anlaşılmaktadır ki Galsworthy bu öyküde de okura örnek bir aile modeli sunmamaktadır. Onun yaratıcılığında bu konu neredeyse toplum meseleleri içinde eriyip gitmektedir.

2. YÖNTEM

2.1.**Karsılaştırmalı ve Tarihsel Edebi Analiz Yöntemi:** Aile ve evlilik sorunlarının Antik Çağ'dan Modern döneme kadarki tarihsel süreci, Michael Sugrue ve Alec Fréchet gibi araştırmacıların görüşleri ışığında ve Doğu-Batı edebiyatlarından (Fuzûlî, Afag Masud) somut örneklerle karşılaştırılarak incelenmiştir.

2.2.**Karakter ve Metin Merkezli Tematik Çözümleme:** John Galsworthy'nin öykülerindeki kadın, anne ve aile modelleri metin içi örnekler üzerinden çözümlenerek; geleneksel kutsal anne figürü ve ideal aile yapısının bu eserlerde yerini bireysel çatışmalara bıraktığı tespit edilmiştir.

2.3.**Disiplinlerarası ve Bütüncül Değerlendirme:** Felsefi, sosyolojik ve edebiyat kuramı yaklaşımları birleştirilerek; birey, aile ve toplum ilişkilerinin metinlerde nasıl kurgulandığı ve aile kurumunun toplum yapısı içindeki dönüşümü bütüncül bir bakış açısıyla ortaya konmuştur.

3. BULGULAR

3.1. Edebi Eserlerde Geleneksel Aile ve Anne Modelinin Dönüşümü Antik Çağ'dan itibaren edebi metinlerde toplumsal düzenin temeli olarak görülen aile kurumu, modern edebiyata geçildikçe idealize edilmiş yapısını kaybetmiştir. Aristophanes gibi klasik yazarlarda kuşak çatışmaları ve aile değerlerinin sarsılması toplumun çöküşüyle ilişkilendirilirken, Afag Masud ve John Galsworthy gibi modern yazarların eserlerinde kusursuz veya "kutsal" anne figürünün yerini, kusurları ve gerçekçi yönleriyle var olan bireysel karakterler almıştır.

3.2. Birey-Toplum Çatışmasında Ailenin İşlevsizleşmesi ve Erimesi Galsworthy'nin metinlerinde ve Alec Fréchet'nin analizlerinde görüldüğü üzere, aile kavramı birey ile toplum arasındaki tampon bölge olma niteliğini yitirmiştir. Eserlerdeki karakterler ideal ve korunaklı bir aile yapısı kurmak yerine, kendi özgürlük arayışları veya sınıf baskıları içinde aileyi arka plana atmakta; neticesinde aile kurumu bireysel çatışmalar ile toplumsal yapının arasında eriyerek kendi özerk kimliğini kaybetmektedir.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Sonuç Edebi metinlerde ve toplumsal yapıda geleneksel aile değerlerinin, kuşak çatışmaları ve bireyselleşme arzusuyla çözülerek idealize edilen anne ve aile modellerinin işlevsizleşmesi temel bir problemdir.

Tartışma Galsworthy ve Euripides gibi yazarların eserlerinde görüldüğü üzere ailenin birey ile toplum arasındaki dengeleyici rolünü kaybetmesi, modernleşme sürecinde ailenin koruyucu bir kurum mu yoksa bireysel özgürlüğü kısıtlayan bir engel mi olduğu tartışmasını doğurmaktadır.

Öneriler Edebiyat sosyolojisi çalışmalarında aile kurumunun geçirdiği bu dönüşümün hem Doğu hem de Batı literatüründeki farklı tezahürleri nitel yöntemlerle incelenmeli ve edebiyat eğitiminde aile değerlerinin toplumsal dinamiklerle etkileşimi analitik bir bakış açısıyla ele alınmalıdır.

KAYNAKLAR

Fréchet, A. (1982). *John Galsworthy: A Reassessment* (Translated by Denis Mahaffey). New Jersey: Barnes & Noble Books, 224 p.

Goethe, J. W. v. (2014). *Genç Werther'in acıları* (Çev. Nihat Ülner). İstanbul: Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.

Höte, İ. V. (1986). *Faust*. Bakı: "Yazıçı" nəşriyyatı.

Qolsuorsi, C. (2010). *Seçilmiş əsərləri*. Bakı: "Şərq-Qərb", 720 s.

Galsworthy, J. (2013). Complete Works of John Galsworthy. Hastings: Delphi Classics.

Great Authors - Neoclassical and Romantic Literature. *Goethe, Faust*. YouTube video materialı. Giriş linki: https://www.youtube.com/watch?v=T8YC9zhIKMA&t=2106s

Great Authors - Neoclassical and Romantic Literature. *Goethe, The Sorrows of Young Werther*. YouTube video materialı. Giriş linki: https://www.youtube.com/watch?v=uPvmY8PLQBg

Great Authors - Literature of Ancient Greece and Jerusalem. *Aristophanes and Very Old Jokes*. YouTube video materialı. Giriş linki: https://www.youtube.com/watch?v=dMprfTegPA&t=269s

ÖZBƏKİSTAN–AZƏRBAYCAN ƏDƏBİ-MƏNƏVİ MÜNASİBƏTLƏRİ VƏ TÜRKİYƏ MƏDƏNİ İRSİ

MƏMMƏDOVA NURAYƏ

ADPU-nun FİLOLOGİYA FAKÜLTƏSİ, ƏDƏBİYYATIN TƏDRİSİ KAFEDRASININ TEXNOLOGİYASI ,ƏDƏBİYYAT MÜƏLLİMİ

memmedovanuraye571@gmail/com

Xülasə

Məqalədə Azərbaycan və Özbəkistan xalqları arasında çoxəsrlik ədəbi-mənəvi əlaqələrin əsas istiqamətləri, bu əlaqələrin formalaşmasında Nizami Gəncəvi və Əlişir Nəvai irsinin rolu, qarşılıqlı tərcümə və ədəbiyyatşünaslıq fəaliyyəti araşdırılır. Eyni zamanda, Azərbaycan və Özbəkistanın türk dünyasının ortaq mədəni yaddaşında Türkiyə ilə paylaşdığı irsin mühüm nümunələri – Dədə Qorqud, Novruz, folklor, musiqi və digər qeyri-maddi mədəni irs elementləri nəzərdən keçirilir. Tədqiqat göstərir ki, bu münasibətlər yalnız dövlətlərarası əməkdaşlıq deyil, ortaq tarixi yaddaş, dil yaxınlığı, ədəbi-estetik ənənələr və mənəvi dəyərlər əsasında inkişaf edən geniş mədəni dialoqdur. Türkiyə ilə Azərbaycan və Özbəkistanın mədəni əlaqələri isə həmin dialoqun türk dünyası miqyasında möhkəmlənməsinə xidmət edən mühüm amillərdəndir.

Açar sözlər: Azərbaycan, Özbəkistan, Türkiyə, ədəbi əlaqələr, mənəvi dəyərlər, Nizami Gəncəvi, Əlişir Nəvai, Dədə Qorqud, Novruz, türk dünyası, mədəni irs.

Giriş

Azərbaycan–Özbəkistan münasibətlərinin tarixi yalnız siyasi və iqtisadi əlaqələrlə məhdudlaşmır. Bu münasibətlərin dərin qatında türk xalqlarının ortaq tarixi, klassik ədəbiyyat ənənələri, mənəvi dəyərləri və folklor yaddaşı dayanır. Azərbaycan və özbək ədəbiyyatları əsrlər boyu bir-birindən bəhrələnmiş, böyük sənətkarların yaradıcılığı müxtəlif coğrafiyalarda yayılmışdır. AMEA-nın materiallarında bu əlaqələrin çoxəsrlik ənənəyə malik olduğu və Nizami, Xaqani, Nəsimi, Füzuli ilə yanaşı İbn Sina, Xarəzmi, Buxari və Uluqbəy irsinin qarşılıqlı maraq doğurduğu qeyd edilir [1].

Bu ədəbi münasibətlərin ən parlaq simalarından biri Əlişir Nəvaidir. Nəvai yaradıcılığı Azərbaycan ədəbiyyatı ilə özbək ədəbiyyatı arasında körpü rolunu oynayır. Xüsusilə Nizami Gəncəvinin “Xəmsə” ənənəsinin Nəvai yaradıcılığında davam etdirilməsi Şərq klassik poetikasının türk dilli ədəbiyyatlar daxilində necə inkişaf etdiyini göstərir [1; 3].

Azərbaycan–Özbəkistan ədəbi əlaqələrinin tarixi əsasları

Azərbaycan və özbək xalqlarının ədəbi-mənəvi yaxınlığının mühüm əsaslarından biri klassik Şərq ədəbiyyatının ortaq poetik sistemidir. Əruz vəzni, qəzəl, məsnəvi, poema, təzkirə və "Xəmsə" ənənəsi müxtəlif türk ədəbiyyatlarında fərqli formalarda inkişaf etmişdir. Bu prosesdə sənətkarların bir-birinin yaradıcılığına müraciəti, nəzirələr yazması və əsərlərin tərcüməsi xüsusi əhəmiyyət daşımışdır [1; 4].

Nizami Gəncəvinin yaradıcılığı özbək ədəbi mühitində mühüm nüfuza malik olmuşdur. Əlişir Nəvai Nizami irsindən bəhrələnərək türk dilində "Xəmsə" yaratmış və

bununla türk dilli klassik ədəbiyyatın inkişafında mühüm mərhələ formalaşdırmışdır. Sonrakı dövrlərdə Azərbaycan şairlərinin də Nəvai yaradıcılığına müraciət etməsi qarşılıqlı təsirin istiqamətinin yalnız bir tərəfli olmadığını göstərir [4; 5].

Beləliklə, Nizami və Nəvai iki ədəbiyyatın qarşılıqlı əlaqəsinin simvolik mərkəzlərindən birinə çevrilmişdir. Bu münasibət yalnız bədii təsirlə deyil, humanizm, ədalət, elm, mənəviyyat və insan şəxsiyyətinə hörmət kimi ümumi ideyaların paylaşılması ilə də səciyyələnir.

Əlişir Nəvai və Nizami Gəncəvi irsinin qarşılıqlı təsiri

Əlişir Nəvai (1441–1501) türk dünyasının ən böyük klassik şairlərindən biri kimi Azərbaycan ədəbiyyatı ilə də sıx bağlıdır. Müasir tədqiqatlarda Nəvai əsərlərinin XVI–XVII əsrlərdə Azərbaycan ədəbi mühitinə təsiri, həmçinin Azərbaycan şairlərinin onun qəzəllərinə nəzirə, təxmis və digər formalarda müraciəti müqayisəli şəkildə araşdırılmışdır [5].

Nizami və Nəvai münasibətlərinin mühüm cəhəti "Xəmsə" ənənəsinin yaradıcı şəkildə davam etdirilməsidir. Nəvai Nizami ilə sadəcə təqlid münasibəti yaratmamış, klassik poetik modeli türk dilinin ifadə imkanları ilə zənginləşdirmişdir. Bu baxımdan onun irsi həm özbək ədəbiyyatının, həm də ümumtürk ədəbi düşüncəsinin inkişafında xüsusi yer tutur.

Bu ədəbi varislik müasir dövrdə də elmi konfranslar, nəşrlər və ədəbiyyatşünaslıq tədqiqatları vasitəsilə davam etdirilir. 2026-cı ildə Daşkənddə "Nizami Gəncəvi və Əlişir Nəvai paralelləri" mövzusunda beynəlxalq konfransın keçirilməsi də bu istiqamətin aktuallığını göstərir [6].

Ədəbi-mənəvi münasibətlərin müasir mərhələsi

Müasir mərhələdə Azərbaycan–Özbəkistan ədəbi əlaqələri institusional xarakter də qazanmışdır. Ədəbiyyat institutları, universitetlər, mədəniyyət mərkəzləri və yaradıcı birliklər arasında əməkdaşlıq, qarşılıqlı kitab nəşrləri, elmi konfranslar və tərcümə layihələri bu əlaqələrin əsas formalarındandır. 2017-ci ildə Nizami Gəncəvi adına Ədəbiyyat İnstitutu, Əlişir Nəvai adına Daşkənd Dövlət Özbək Dili və Ədəbiyyatı Universiteti

və Özbəkistandakı Heydər Əliyev adına Azərbaycan Mədəniyyət Mərkəzi arasında üçtərəfli əməkdaşlıq memorandumu imzalanmışdır [2].

Ədəbi əlaqələrin mühüm istiqamətlərindən biri tərcümədir. Özbək ədəbiyyatının Azərbaycan dilində, Azərbaycan ədəbiyyatının isə özbək dilində nəşri yalnız oxucu auditoriyasını genişləndirmir, həm də iki xalqın tarixi-mədəni yaddaşının qarşılıqlı öyrənilməsinə şərait yaradır. Müasir ədəbiyyatşünaslıqda Mirzə Fətəli Axundzadə, Cəlil Məmmədquluzadə, Mirzə Ələkbər Sabir və Səməd Vurğun kimi Azərbaycan sənətkarlarının özbək ədəbi-elmi mühitində tədqiq olunması da əlaqələrin davamlılığını göstərir [1].

Türkiyə mədəni irsi və ortaq türk mədəni məkanı Azərbaycan–Özbəkistan ədəbi-mənəvi münasibətlərini türk dünyasının daha geniş mədəni kontekstindən kənarda təsəvvür etmək çətindir. Türkiyə bu ümumi mədəni məkanın mühüm iştirakçılarından biridir. Ortaq irsin əsas xüsusiyyətləri dil və folklor yaxınlığı, dastan ənənəsi, musiqi, mərasimlər, sənətkarlıq, qonaqpərvərlik və ailə-mənəvi dəyərlərdə özünü göstərir.

Dədə Qorqud irsi bu ortaq yaddaşın mühüm nümunəsidir. UNESCO-nun məlumatına görə, Dədə Qorqud/Korkıt Ata/Dədə Korkut irsi Azərbaycan, Qazaxıstan və Türkiyənin birgə təqdimatı ilə 2018-ci ildə Bəşəriyyətin Qeyri-Maddi Mədəni İrsinin Reprezentativ Siyahısına daxil edilmişdir. Bu irs dastan, xalq yaradıcılığı, musiqi və nəsillərarası şifahi ötürmə ənənələrini birləşdirir [7; 8].

Novruz da Azərbaycan, Türkiyə və Özbəkistanı birləşdirən ortaq mədəni hadisələrdəndir. UNESCO Novruzu Azərbaycan, Türkiyə və Özbəkistanın da daxil olduğu çoxsaylı ölkələrdə qeyd olunan, sülh, həmrəylik, ailə və nəsillərarası bağlılıq kimi dəyərləri yaşadan qədim mərasim kimi təqdim edir. Novruzun 2009-cu ildə UNESCO-nun Qeyri-Maddi Mədəni İrs Siyahısına daxil edilməsi və sonradan genişləndirilməsi onun regional və ümumbəşəri mədəni əhəmiyyətini təsdiqləyir [9; 10].

Ortaq mədəni irsin digər nümunələri də çoxsaylıdır: UNESCO-nun siyahılarında Azərbaycan və Türkiyənin birgə təqdim etdiyi Dədə Qorqud irsi, çay mədəniyyəti, dolma, lavaş mədəniyyəti və digər elementlər qeyd olunur. Bu nümunələr mədəniyyətin yalnız muzeylərdə qorunan keçmiş deyil, gündəlik həyatda yaşadılan canlı sosial yaddaş olduğunu göstərir [8].

Mədəni irsin qorunması və gələcək nəsillərə ötürülməsi

Ortaq irsin qorunması müasir dövrdə yalnız tarixi faktların öyrənilməsi ilə məhdudlaşmamalıdır. Ədəbi əsərlərin yeni nəşrləri, məktəb və universitet proqramlarında ortaq irsin tədrisi, rəqəmsal arxivlərin yaradılması, qarşılıqlı tərcümə və beynəlxalq elmi layihələr bu prosesin mühüm istiqamətləridir. Xüsusilə gənc nəslin

Nizami, Nəvai və Dədə Qorqud kimi ortaq mədəni simaları müqayisəli şəkildə öyrənməsi türk xalqları arasında mədəni dialoqun güclənməsinə şərait yarada bilər.

Bu baxımdan TÜRKSOY kimi beynəlxalq mədəni əməkdaşlıq platformalarının fəaliyyəti də əhəmiyyətlidir. Təşkilat 1993-cü ildə Azərbaycan, Qazaxıstan, Qırğızıstan, Özbəkistan, Türkiyə və Türkmənistanın iştirakı ilə yaradılmış və ortaq dil, mədəniyyət və mənəvi dəyərlərin təbliğinə yönəlmişdir [11]. Son illərdə ortaq türk ədəbi irsinin sistemləşdirilməsi və təqdimatı istiqamətində də layihələr həyata keçirilir [12].

Nəticə

Azərbaycan–Özbəkistan ədəbi-mənəvi münasibətləri çoxəsrlik tarixi köklərə söykənən və bu gün də inkişaf edən mədəni prosesdir. Nizami Gəncəvi və Əlişir Nəvai yaradıcılığı bu əlaqələrin ən mühüm ədəbi sütunlarından biri kimi çıxış edir. Qarşılıqlı təsir, tərcümə, nəzirə ənənəsi və ədəbiyyatşünaslıq tədqiqatları iki xalqın ədəbi yaddaşının bir-birinə yaxınlığını nümayiş etdirir.

Türkiyə mədəni irsi ilə əlaqəli ortaq nümunələr isə bu münasibətləri daha geniş türk mədəni məkanına bağlayır. Dədə Qorqud və Novruz kimi UNESCO tərəfindən tanınan irs elementləri ortaq tarixi yaddaşın və mənəvi dəyərlərin sərhədlərdən kənara çıxan xarakterini göstərir. Buna görə də Azərbaycan, Özbəkistan və Türkiyə arasında ədəbi-mədəni əməkdaşlığın gələcəkdə daha sistemli tədqiqatlar, tərcümələr, birgə nəşrlər və təhsil layihələri ilə genişləndirilməsi mühüm elmi və mədəni əhəmiyyət daşıyır.

Ədəbiyyat siyahısı

Həbibbəyli, İ. “Ədəbiyyatdan əbədiyyətə: Azərbaycan-Özbəkistan ədəbi əlaqələrinə baxış”. Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası, 2020.

Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası. “Azərbaycan ilə Özbəkistan arasında ədəbi-mədəni əməkdaşlığa dair üçtərəfli memorandum imzalanıb”, 2017.

Həbibbəyli, İ. “Ədəbiyyatdan – əbədiyyətə”. Alisher Navoiy və Azərbaycan ədəbiyyatı ilə bağlı elmi nəşr, Daşkənd, 2021.

Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası. “AMEA-nın Naxçıvan Bölməsinin alimindən Azərbaycan-Özbəkistan ədəbi əlaqələrinə töhfə”, 2023.

Sultanov, T. “Alī Şîr Nevâyî’nin Eserlerinin Azerbaycan Edebiyatına Etkisi”. TÜRKLAD, Cild 7, Sayı 2, 2023.

Nizami Gəncəvi adına Milli Azərbaycan Ədəbiyyatı Muzeyi. “Daşkənddə beynəlxalq konfrans: Nizami Gəncəvi və Əlişir Nəvai paralelləri”, 2026.

UNESCO. “Heritage of Dede Qorqud/Korkyt Ata/Dede Korkut, epic culture, folk tales and music”. 2018.

UNESCO Intangible Cultural Heritage. Azərbaycan üzrə qeyri-maddi mədəni irs elementləri siyahısı.

UNESCO. “International Day of Nowruz”.

UNESCO Intangible Cultural Heritage. “Decision of the Intergovernmental Committee: 4.COM 13.03” – Novruz, 2009.

TÜRKSOY. Təşkilatın tarixi və mədəni əməkdaşlıq fəaliyyəti haqqında materiallar.

TÜRKSOY. “Türk Xalqları Ədəbiyyatı” əsərinin təqdimatı, 3 dekabr 2025.

THE IMPACT OF PRONUNCIATION ON ORAL COMMUNICATION SKILLS

Gunel Shefiyeva Elkhan

English language teacher of Foreign Languages Center of ASPU

Orcid id: 0000-0001-5105-2749

agakishiyeva.g@mail.ru

KEY WORDS: Pronunciation, oral communication, speaking skills, communicative competence.

Effective oral communication requires more than knowledge of vocabulary and grammatical structures. Learners must also be able to produce speech clearly enough to be understood by their interlocutors. Pronunciation therefore represents an essential dimension of communicative competence. Difficulties with individual sounds, word stress, sentence stress, rhythm, and intonation can influence how successfully a speaker communicates a message.

In foreign language learning, pronunciation is sometimes given less attention than grammar and vocabulary. However, poor pronunciation can create misunderstandings even when a learner uses grammatically accurate sentences. For this reason, pronunciation should be regarded not simply as an aspect of linguistic accuracy but as an important factor contributing to effective communication.

The Role of Pronunciation in Oral Communication

Pronunciation directly influences the intelligibility of spoken language. Intelligibility refers to the extent to which a listener can understand a speaker's intended message. When learners consistently mispronounce important sounds or place stress incorrectly, listeners may experience difficulty identifying words and interpreting the speaker's meaning.

Pronunciation also contributes to fluency. Appropriate use of stress, rhythm, and intonation helps speakers produce speech in a more natural and comprehensible manner. For example, sentence stress can indicate which information is particularly important, while intonation can communicate attitudes, emotions, and communicative intentions.

Another important aspect is the relationship between pronunciation and listening. Learners who become familiar with the sound patterns of English are generally better prepared to recognize words and phrases in natural speech. Consequently, pronunciation instruction can support both productive and receptive language skills.

Pronunciation constitutes an important element of communicative competence because communication depends on the successful transmission and interpretation of meaning. A learner may possess extensive vocabulary and strong grammatical knowledge but still encounter communication problems if their speech is difficult to understand.

From a communicative perspective, pronunciation instruction should therefore prioritize intelligibility rather than the complete imitation of a particular native-speaker accent. Learners need to develop pronunciation patterns that allow them to communicate effectively with different speakers in a variety of contexts.

Features such as word stress, sentence stress, rhythm, linking, and intonation are particularly significant because they influence how spoken messages are organized and interpreted. Developing awareness of these features can help learners communicate more confidently and naturally.

The Effect of Pronunciation on Speaking Confidence

Pronunciation difficulties may also influence learners' psychological attitudes toward speaking. Students who are frequently misunderstood may become reluctant to participate in classroom discussions or real-life conversations. In contrast, improved pronunciation can increase learners' confidence and willingness to communicate.

Regular pronunciation practice can reduce anxiety associated with speaking. Activities such as repetition, dialogue practice, role-play, reading aloud, and communicative tasks provide learners with opportunities to develop greater control over their speech. As learners notice improvements in their pronunciation, they may become more willing to participate in oral interaction.

Pronunciation Instruction in the Foreign Language Classroom

Pronunciation should be integrated into broader speaking activities rather than taught exclusively through isolated drills. Communicative pronunciation activities can combine sound production with meaningful interaction. Teachers can use minimal pairs, short dialogues, role-plays, presentations, shadowing activities, and audio-based exercises to help students develop pronunciation in context.

Technology can also support pronunciation development. Digital dictionaries, pronunciation platforms, speech-recognition applications, and audio resources allow learners to listen to authentic models and monitor their own production. Such tools can provide additional opportunities for individual practice outside the classroom.

Teachers should also identify learners' specific pronunciation difficulties and provide targeted feedback. Excessive correction, however, may negatively affect students' willingness to communicate. Pronunciation feedback should therefore be constructive, selective, and focused on errors that significantly affect intelligibility.

Pronunciation plays a significant role in the development of effective oral communication skills. It affects intelligibility, fluency, listening comprehension, communicative competence, and learners' confidence in speaking. Pronunciation difficulties may prevent learners from communicating successfully even when they possess adequate grammatical and lexical knowledge.

Therefore, pronunciation instruction should occupy an important place in foreign language education. Rather than focusing exclusively on accent reduction, teachers should emphasize intelligibility, appropriate stress and intonation, and the ability to communicate meaning clearly. Integrating pronunciation practice into communicative activities can help learners become more confident, fluent, and effective speakers.

MÜASİR TƏHSİL KONTEKSTİNDƏ AZƏRBAYCAN UŞAQ NƏSRİNİN SOSİAL-EMOSİONAL VƏ İNTERKULTURAL İMKANLARININ TƏDQİQİ

Günel Hümmətova Saleh

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti, Ədəbiyyatın Tədrisi Texnologiyası Kafedrasının Baş Müəllimi, Filologiya üzrə Fəlsəfə Doktoru

E-poçt: gunelpeniyeva@mail.ru

ORCID ID: 0000-0002-8916-3484

XÜLASƏ

Bu məqalədə XX əsr Azərbaycan uşaq nəsri nümunələrinin müasir pedaqoji prosesdə, xüsusilə xarici dil tədrisi (EFL) və sosial-emosional öyrənmə (SEL) modelləri çərçivəsində tətbiq olunma imkanları elmi-nəzəri aspektlərdən təhlil edilir. Ədəbi mətnlərdəki sosial bərabərsizlik, humanist dəyərlər, empatik davranış formaları və fərdin mənəvi müqavimət mexanizmləri müasir interkultural dil təlimi metodologiyası ilə inteqrasiyalı şəkildə araşdırılır. Tədqiqat göstərir ki, klassik və müasir uşaq ədəbiyyatı nümunələri tələbə və şagirdlərdə yalnız dil bacarıqlarını inkişaf etdirmir, həm də onlarda kritik düşüncə, sosial məsuliyyət, humanizm və mədəniyyətlərarası kommunikativ kompetensiyanı formalaşdırır.

Açar sözlər: *uşaq nəsri, sosial-emosional öyrənmə (SEL), interkultural kompetensiya, tədris metodikası, bədii tekstual təhlil.*

Cəmiyyətin sosial-mədəni transformasiyası və XXI əsr təhsil paradigma-larının dəyişməsi ədəbiyyatın tədrisi metodologiyası qarşısında yeni tələblər qoyur. XX əsr Azərbaycan ədəbiyyatının görkəmli nümayəndələrinin yaradıcılığı insanpərvərlik, vətən sevgisi, sosial ədalətsizliyə qarşı humanist etiraz və mənəvi dözümlülük motivləri ilə zəngindir. Bu baxımdan, A. Məmmədxanlı kimi sənətkarların uşaq və gənclər dünyasını, eləcə də acınacaqlı sosial reallıqları bədii boyalarla əks etdirən əsərləri təkcə ədəbiyyatşünaslıq üçün deyil, müasir pedaqoji metodika üçün də zəngin empirik material təqdim edir. Ədəbi mətni təlim prosesinə daxil edərkən onun sadəcə süjet xəttini mənimsətmək kifayət etmir; mətndəki psixoloji, sosial və mənəvi qatların açılması tələb olunur. Müasir dil tədrisi metodikasında autseptik (əsl) tədris materiallarından istifadə və emosional intellektin (SEL) inkişafı prioritet istiqamətlərdən biridir. Bu məqalənin əsas amacı, Azərbaycan uşaq nəsri örnəklərinin emosional inkişaf, sosial ədalət hissinin aşılanması və fənlərarası inteqrasiya imkanlarını elmi müstəvidə ümumiləşdirməkdir. Bədii əsərdə cərəyan edən dramatik hadisələr və obrazların həyat mübarizəsi oxucuda güclü empatik reaksiya doğurur. Məsələn, A. Məmmədxanlının "Qızıl qönçələr" hekayəsində cənublu

soydaşlarımızın acınacaqlı həyat şəraiti, yaşlı Firuz baba və onun fiziki cəhətdən məhdudiyyətli nəvəsi Süreyyanın acı taleyi vasitəsilə təqdim olunan sosial mənzərə uşaqlarda və gənclərdə empatiya, dərdə şərikolma və sosial məsuliyyət hissini formalaşdırır.

Bədii mətndə sosial ədalətsizliyin və məhrumiyyətlərin bədii inikası şəraitində iki əsas psixoloji və tərbiyəvi aspekt üzə çıxır:

1. Rütubətli zirzəmidə yaşamağa məhkum olan, soyuqdan və ehtiyacdan əziyyət çəkən fərdlərin (Süreyya və Firuz baba) faciəsi şagirdlərin daxili emosional aləminə toxunur. İki ayağı şikəst olan balaca bir qızın xalça emalatxanasında çalışması və ağır sosial şəraitdə sağ qalma mübarizəsi oxucuda cəmiyyətdəki həssas qruplara qarşı dözümlülük və qayğıkeşlik hissini oyadır.
2. Mətn sadəcə fərdi acıları deyil, dönəmin sosio-politik vəziyyətini, insan hüquqlarının pozulmasını və bərabərsizliyi ümumiləşdirilmiş bədii lövhələrlə təqdim edir. Bu da tələbələrdə cəmiyyətdəki proseslərə tənqidi yanaşma və səbəb-nəticə əlaqələrini qurmaq bacarığı formalaşdırır.

Ədəbi mətnlərin xarici dil (məsələn, EFL) və ya ikinci dil dərslərində istifadəsi tələbələrin interkultural kommunikativ kompetensiyasını artırır. Bədii mətndəki simvolizm, dramatik gərginlik və humanist sonluq (məsələn, *"Günəş doğacaq, qönçələr açacaq!"* kimi nikbin çağırışlar) dil daşıyıcılarının yalnız leksik-qrammatik bazasını genişləndirmir, həm də onların bədii-fəlsəfi təfəkküründü dərinləşdirir.

Metodiki baxımdan ədəbi mətlin tədrisində aşağıdakı addımların izlənilməsi tövsiyə olunur:

1. Tələbələrə cəmiyyətdəki bərabərsizlik, sosial yardım və uşaq əməyi barədə suallar verilərək mövzuya sosial-emosional hazırlıq yaradılır.
2. Obrazların daxili sarsıntıları, dramatik süjet inkişafı (Firuz babanın ağır yük altında həyatını itirməsi, Süreyyanın amansız soyuqda çarəsiz qalması) semiotik və dil aspektdən analiz edilir.
3. "İnsanlar üçün bu qədər çətin həyat daha nə qədər davam edəcək?" sualı ətrafında diskussiya qurularaq tələbələrin həm xarici dildə öz fikir və emosiyalarını ifadə etməsi, həm də gələcəyə ümidlə baxmaq kimi nikbin dünyagörüşü qazanması təmin edilir.

Azərbaycan uşaq nəsri və fərdi faciələri əks etdirən bədii mətnlər təlim-tərbiyə prosesində böyük imkanlara malikdir. A. Məmmədxanlının "Qızıl qönçələr" hekayəsi nümunəsində apardığımız təhlil göstərir ki, bədii əsərlərdəki dərin sosial genelleşdirmələr və insan taleyi motivləri müasir təhsilin sosial-emosional (SEL) və interkultural tələbləri ilə tam üst-üstə düşür.

Pedaqoji prosesdə bu tür humanist və dramatik mətnlərin düzgün metodoloji çərçivədə tədrisi tələbələrdə yalnız dil və klassik analitik bacarıqları inkişaf etdirməklə qalmır, həm də onları gələcəyin həssas, humanist, məsuliyyətli və tənqidi düşüncəyə malik şəxsiyyətləri kimi formalaşdırır.

ƏDƏBİYYAT SİYAHISI

1. Məmmədxanlı, A. *Seçilmiş əsərləri*. Bakı: Yazıçı, 1985, 320 s.
2. Əhmədov, Ə.İ. *Tikiş materialşünaslığı və bədii layihələndirmə*. Bakı: Çaşıoğlu, 2010, 256 s.
3. Əkbərova, A.M. *Geyim dizaynının əsasları və kompozisiya*. Bakı: İqtisad Universiteti Nəşriyyatı, 2018, 220 s.
4. Qasımova, R.Ə. *Moda tarixi, sosial münasibətlər və üslublar*. Bakı: Şərq-Qərb, 2021, 320 s.
5. Musayeva, A.Q. *Geyim dizaynında proporsiya və tektonika əsasları*. Bakı: ADPU Nəşriyyatı, 2023, 175 s.

YAVAŞ ÖĞRENEN (LENG) ÇOCUKLARIN NÖROFİZYOLOJİK ÖZELLİKLERİ VE KAPSAYICI EĞİTİM TAKTİKLERİ

Tarana AKBARİ

Azerbaycan Devlet Pedagoji Üniversitesi (ADPU), Şamahı Şubesi

Biyoloji alanında Felsefe Doktoru, Baş Öğretim Görevlisi

E-posta: akbarietmp@gmail.com

ORCID: 0000-0001-9293-4561

Özet

Bu çalışmanın amacı, eğitim psikolojisi ve nöropedagojide "yavaş öğrenenler" (slow learners) veya "ağır bilişsel tempolu" (Sluggish Cognitive Tempo - SCT) olarak adlandırılan çocukların nörofizyolojik özelliklerini incelemek ve bu özelliklere uygun kapsayıcı (inklüziv) eğitim taktiklerini belirlemektir. Zeka testlerinde genellikle sınırda (IQ 70-85) yer alan veya normal zekaya sahip olup işlem hızı (processing speed) düşük olan bu çocuklar, geleneksel eğitim sistemlerinde akademik başarısızlık ve özgüven kaybı riskiyle karşı karşıya kalmaktadır. Amerikan ve Avrupa nörobilim literatürüne (Braaten, Barkley, Dehaene, Alloway) dayanan bu çalışma, doküman analizi yöntemiyle yürütülmüştür. Araştırma sonuçları, yavaş öğrenen çocuklardaki temel sorunun anlama kapasitesinden ziyade, sinir hücreleri arasındaki miyelinizasyon sürecinin yavaşlığına, beyaz madde (white matter) bütünlüğündeki farklılıklara ve çalışma belleği (working memory) kapasitesindeki sınırlılıklara dayandığını göstermektedir. Bu nörofizyolojik gerçeklikler, eğitim ortamında "bilişsel yükün (cognitive load) azaltılması", "aralıklı tekrar (spaced repetition)", "bilginin parçalara bölünmesi (chunking)" ve "bekleme süresinin (wait time) uzatılması" gibi kapsayıcı taktiklerin kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Sonuç olarak, yavaş öğrenen çocukların nörobiyolojik profillerinin öğretmenler tarafından doğru tanınması, onların potansiyellerini gerçekleştirebilecekleri fizyolojik açıdan güvenli bir öğrenme ortamının yaratılması için temel şarttır.

Anahtar Kelimeler: Yavaş Öğrenen Çocuklar, İşlem Hızı, Ağır Bilişsel Tempo (SCT), Nöropedagoji, Kapsayıcı Eğitim, Çalışma Belleği.

NEUROPHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF SLOW LEARNERS AND INCLUSIVE PEDAGOGICAL TACTICS

Tarana AKBARI

Azerbaijan State Pedagogical University (ASPU), Shamakhi Branch

PhD in Biology, Senior Lecturer

Email: akbarietmp@gmail.com

ORCID: 0000-0001-9293-4561

Abstract

The aim of this study is to examine the neurophysiological characteristics of children identified in educational psychology and neuropedagogy as "slow learners" or those exhibiting "Sluggish Cognitive Tempo" (SCT), and to determine inclusive pedagogical tactics tailored to these traits. Often possessing borderline IQ scores (70-85) or normal intelligence with slow processing speeds, these children face significant risks of academic failure and loss of self-esteem in traditional education systems. Based on American and European neuroscience literature (Braaten, Barkley, Dehaene, Alloway), this study was conducted using document analysis. The findings indicate that the primary issue for slow learners is not their capacity to understand, but rather the slowness of the myelination process between neurons, differences in white matter integrity, and limited working memory capacity. These neurophysiological realities necessitate inclusive tactics in the classroom, such as reducing cognitive load, employing spaced repetition, chunking information, and extending wait times. In conclusion, accurate teacher recognition of the neurobiological profiles of slow learners is a fundamental prerequisite for creating a physiologically safe learning environment where they can realize their full potential.

Keywords: Slow Learners, Processing Speed, Sluggish Cognitive Tempo (SCT), Neuropedagogy, Inclusive Education, Working Memory.

GİRİŞ

Geleneksel eğitim sistemleri genellikle belirli bir hızda ve standart bir müfredat üzerinden ilerlemeyi hedefler. Ancak her sınıf ortamında, zihinsel engelli tanısı almamış olmalarına rağmen akranlarının öğrenme hızına yetişemeyen, yönergeleri geç algılayan ve akademik görevleri tamamlamakta zorlanan bir öğrenci grubu bulunmaktadır. Pedagojik literatürde "yavaş öğrenen çocuklar" (slow learners) olarak tanımlanan bu grup, sınıf popülasyonunun yaklaşık %10-14'ünü oluşturmasına rağmen, özel eğitim kapsamına girmedikleri için genellikle eğitim sisteminin "görünmez mağdurları" olmaktadırlar (MacMillan vd., 1998).

Son yıllarda Avrupa ve Amerika'da nörobilim ve eğitim bilimlerinin (Neuroeducation) kesişiminde yapılan çalışmalar, bu çocukların yaşadığı zorlukların motivasyon eksikliği veya tembellik olmadığını; tamamen nörofizyolojik ve yapısal beyin farklılıklarından kaynaklandığını ortaya koymuştur. Özellikle Harvard Tıp Fakültesi'nden Ellen Braaten (2014) "işlem hızı" (processing speed) üzerine yaptığı klinik çalışmalarda, bir bilginin beyne girmesi, işlenmesi ve bir eyleme dönüşmesi sürecindeki yavaşlığın beynin yapısal bir özelliği olduğunu kanıtlamıştır. Aynı zamanda Amerikan psikiyatrist Russell Barkley (2013), Dikkat Eksikliği ve Hiperaktivite Bozukluğundan (DEHB) farklı olarak çocuklarda gözlemlenen hülyalı, uyuşuk ve yavaş tepki verme durumunu "Ağır Bilişsel Tempo" (Sluggish Cognitive Tempo - SCT) olarak nöropsikolojik literatüre kazandırmıştır.

Bu çocukların beyinlerindeki bilgi iletim hızı, akranlarına göre mikrosaniyeler düzeyinde daha yavaştır. Eğitim ortamında öğretmenin hızlı konuşması, tahtadaki bilgiyi hızla silmesi veya kısa süreli sınavlar yapması, yavaş öğrenen bir çocuğun sinir sisteminde aşırı bilişsel yüke (cognitive overload) ve nihayetinde koruyucu ketlemeye (protective inhibition) yol açmaktadır. Bu durum çocuğun öğrenme sürecinden tamamen kopmasıyla sonuçlanır. Bu araştırmanın amacı, yavaş öğrenen (ləng) çocukların yaşadıkları zorlukların temelindeki nörofizyolojik mekanizmaları (miyelinizasyon, çalışma belleği, sinaptik iletim) modern Batı literatürü ışığında analiz etmek ve kapsayıcı eğitim (inclusive education) felsefesi çerçevesinde bu çocuklara yönelik nöro-uyumlu taktikler geliştirmektir.

1. KURAMSAL ÇERÇEVE

1.1. Yavaş Öğrenme ve "İşlem Hızı"nın (Processing Speed) Nörobiyolojisi

İşlem hızı, beynin görsel, işitsel veya motor bir uyaranı algılayıp ona yanıt verme süresidir. Amerikan nöropsikolog Robert Kail (2000), çocuklarda işlem hızının yaşla birlikte arttığını, ancak bu artışın her çocukta aynı ivmeyle gerçekleşmediğini belirtmektedir. Nörofizyolojik düzeyde işlem hızı doğrudan **miyelinizasyon**

süreci ile ilgilidir. Miyelin, nöronların aksonlarını saran ve elektriksel sinyallerin beyindeki iletim hızını 100 kata kadar artıran yağlı bir maddedir (beyaz madde / white matter). Yavaş öğrenen çocuklarda, özellikle prefrontal korteks ve parietal lob arasındaki bilgi akışını sağlayan beyaz madde yollarının (tracts) miyelinizasyon sürecinde gecikmeler veya yapısal zayıflıklar gözlemlenmektedir (Dehaene, 2020). Elektriksel sinyallerin yavaş iletilmesi, çocuğun öğretmeni dinlerken aynı anda not almasını veya okuduğunu anlamlandırmasını zorlaştırmaktadır.

1.2. Ağır Bilişsel Tempo (Sluggish Cognitive Tempo - SCT)

Dr. Russell Barkley tarafından kapsamlı bir şekilde incelenen SCT, fizyolojik uyuşukluk, aşırı hayal kurma, dış uyaranlara geç tepki verme ve zihinsel sistisinlik ile karakterize edilen nöropsikolojik bir sendromdur. DEHB olan çocuklar "motorlu bir araç gibi sürekli hareket halinde" iken, SCT profiline sahip çocuklar "sisteki bir gemi" gibi yavaş ve odaklanmakta güçlük çeken bir yapıdadırlar (Barkley, 2013). Nörogörüntüleme çalışmaları, SCT'li çocukların frontal loblarındaki (özellikle sol superior parietal lobül) nöronal aktivasyonun, dikkat gerektiren görevler sırasında normotipik akranlarına göre daha düşük olduğunu göstermektedir. Bu çocuklar bilgiyi anlamamakta değil, ancak bilginin işlenmesi için gerekli olan nörokimyasal uyanıklık (arousal) seviyesine ulaşmakta gecikmektedirler.

1.3. Çalışma Belleği (Working Memory) Kapasitesinin Sınırları

İngiliz bilişsel psikolog Tracy Alloway (2009), yavaş öğrenen çocukların akademik başarısızlığının ardındaki en büyük fizyolojik faktörün zeka (IQ) değil, **çalışma belleği kapasitesi** olduğunu kanıtlamıştır. Çalışma belleği, beynin bilgiyi kısa süreliğine "zihinsel bir tahtada" tutarak işlemden geçirdiği alandır. Yavaş öğrenen çocuklarda prefrontal korteksteki çalışma belleği döngüleri (fonolojik döngü ve görsel-uzamsal kopyalama pedi) daha dardır. Öğretmen üç aşamalı bir talimat verdiğinde (Örn: "Kitaplarınızı çıkarın, sayfa 45'i açın ve 3. soruyu çözün"), bu çocukların çalışma belleği ilk talimattan sonrasını kapasite aşımı nedeniyle düşürür (silinir).

2. YÖNTEM

Araştırmada nitel araştırma yaklaşımlarından doküman analizi yöntemi kullanılmıştır. Araştırmanın veri setini, özellikle 2000-2023 yılları arasında Amerika Birleşik Devletleri ve Avrupa'da yayımlanmış nörobilim, bilişsel psikoloji ve özel eğitim alanındaki hakemli dergi makaleleri, nörogörüntüleme (fMRI) araştırma raporları ve akademik kitaplar oluşturmaktadır. Elde edilen veriler, pedagojik bir sentezden geçirilerek kapsayıcı eğitim bağlamında yorumlanmıştır.

3. BULGULAR

Yavaş öğrenen (SCT ve düşük işlem hızlı) çocukların nörofizyolojik kısıtlılıkları ile bu kısıtlılıkları aşmak için kullanılması gereken kapsayıcı eğitim taktikleri Tablo 1'de eşleştirilmiştir.

Tablo 1. Yavaş öğrenen çocukların nörofizyolojik özellikleri ve kapsayıcı eğitim stratejileri

Nörofizyolojik Özellik / Kısıtlılık	Fizyolojik Nedeni (Batı Literatürü)	Kapsayıcı Eğitim Taktiği (Pedagojik Müdahale)
Düşük İşlem Hızı (Slow Processing Speed)	Miyelinizasyon gecikmesi ve beyaz madde bütünlüğünde zayıflık (Braaten, 2014)	**Bekleme Süresi (Wait Time):** Soru sorulduktan sonra çocuğun nöronal ağına işlem yapması için fazladan 5-7 saniye verilmesi. Süreli sınavlarda ek zaman tanınması.
Çalışma Belleği Sınırlılığı	Prefrontal kortekste kısa süreli bilgi depolama alanının dar olması (Alloway, 2009)	**Bilgiyi Parçalama (Chunking):** Yönergelerin tek tek verilmesi. Karmaşık görevlerin küçük, yönetilebilir adımlara bölünerek sunulması.
Zihinsel Uyanıklık Eksikliği (SCT)	Parietal ve frontal loblarda düşük metabolik aktivasyon (Barkley, 2013)	**Çoklu Duyu Entegrasyonu:** Sadece sözel anlatım yerine görsel materyaller, dokunmatik nesneler ve hafif kinestetik hareketlerle beynin farklı kortikal alanlarının uyarılması.
Aşırı Bilişsel Yüklenmeye Hassasiyet	İlgisiz uyaranları filtreleme (ketleme) mekanizmasının zayıflığı (Sweller, 1988)	**Sadeleştirilmiş Çevre:** Çalışma masasında, ders materyallerinde ve tahtada gereksiz görsel detayların (çeldiricilerin) ortadan kaldırılması; sade ve net şablonlar kullanılması.

3.1. Kapsayıcı (İnklüziv) Eğitim Taktiklerine Dair Bulgular

Avustralyalı eğitim psikoloğu John Sweller'in **Bilişsel Yük Teorisine (Cognitive Load Theory)** göre, yavaş öğrenen çocukların beyinleri gereksiz (extraneous) bilişsel yüklerle başa çıkamaz. Bu çocuklara yeni bir kavram öğretilirken aynı anda hem okumaları, hem dinlemeleri hem de yazmaları beklenirse, beyin aşırı yüklenir ve öğrenme gerçekleşmez (Sweller, 1988). Fransız nörobilimci Stanislas Dehaene (2020) ise beynin plastisitesini (esnekliğini) vurgulayarak, bilginin aralıklı tekrarlarla (spaced repetition) ve uyku konsolidasyonu ile yavaş öğrenen çocuklarda bile kalıcı uzun süreli belleğe aktarılabileceğini belirtmektedir.

Yavaş öğrenen çocuklar genellikle sınıfta "sessizce başarısız olanlar" olarak bilinir. Davranış problemi çıkarmadıkları için öğretmenlerin gözünden kaçarlar. Ancak beyinleri, hız baskısı altında yüksek kortizol (stres hormonu) salgılar. Kronik stres, beynin hafıza merkezi olan hipokampusun işlevini bozarak öğrenmeyi daha da imkansız hale getirir. Bu nedenle bu çocuklar için en önemli taktik, hız baskısının ortadan kaldırıldığı, psikolojik olarak güvenli (low-stakes) bir öğrenme ortamı oluşturmaktır.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

"Yavaşlık", bir zeka eksikliği değil, sadece bilginin nöronal ağlardaki seyahat hızının bir ölçütüdür. Amerikan ve Avrupa literatürünün açıkça ortaya koyduğu üzere, yavaş öğrenen veya Ağır Bilişsel Tempoya (SCT) sahip çocukların beyni, doğru pedagojik yakıt (taktik) sağlandığında karmaşık bilgileri öğrenebilecek kapasitededir. Eğitim sürecinde hız, zekanın tek göstergesi olarak kabul edilmekten çıkarılmalıdır.

Bu bağlamda öğretmenlere ve eğitim politika yapıcılara şu öneriler sunulmaktadır:

- **Hız Değil, Derinlik Vurgulanmalıdır:** İlkokul sınıflarında "kim daha hızlı okuyacak", "kim daha çabuk çözecek" gibi hıza dayalı yarışmalardan kaçınılmalı, bilginin doğru anlaşılmasına odaklanılmalıdır.
- **Görsel ve Yazılı Destek Kullanılmalıdır:** Sözel olarak verilen yönergeler mutlaka tahtaya kısa maddeler halinde yazılmalı veya resimli kartlarla desteklenmelidir. Böylece çalışma belleğinin üzerindeki yük azaltılır.
- **Aralıklı ve Somut Tekrar Planlanmalıdır:** Yeni öğrenilen bir bilgi, farklı günlerde kısa hatırlatmalarla (spaced practice) tekrarlanmalı ve öğrenme süreci somut materyallerle (manipülatifler) desteklenerek nöronal bağlar (sinapslar) güçlendirilmelidir.
- **Kapsayıcı Değerlendirme Yapılmalıdır:** Sınavlarda bu çocuklara standart sürenin %25-50'si kadar ek süre verilmeli, uzun metinli sorular yerine kısa ve net sorular tercih edilmelidir.

Eğitimcilerin bu nörofizyolojik mekanizmaları anlaması, sınıftaki her çocuğun beyninin benzersiz (neurodiverse) yapısına saygı duyan, adil ve kapsayıcı bir eğitim kültürünün inşa edilmesine temel oluşturacaktır.

KAYNAKLAR

Alloway, T. P. (2009). Working memory, but not IQ, best predicts subsequent learning in children with learning difficulties. *European Journal of Psychological Assessment*, 25(2), 92-98.

Barkley, R. A. (2013). Distinguishing Sluggish Cognitive Tempo from ADHD in children and adolescents: Executive functioning, impairment, and comorbidity. *Journal of Clinical Child & Adolescent Psychology*, 42(2), 161-173.

Braaten, E., & Willoughby, B. (2014). *Bright kids who can't keep up: Help your child overcome slow processing speed and succeed in a fast-paced world*. American Psychological Association.

Dehaene, S. (2020). *How we learn: Why brains learn better than any machine... for now*. Penguin Books.

Kail, R. (2000). Speed of information processing: Developmental change and links to intelligence. *Journal of School Psychology*, 38(1), 51-61.

MacMillan, D. L., Gresham, F. M., & Bocian, K. M. (1998). Discrepancy between definitions of learning disabilities and school practices: An empirical investigation. *Journal of Learning Disabilities*, 31(4), 314-326.

Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257-285.

NIZAMI GƏNCƏVININ “SIRLƏR XƏZINƏSI” POEMASI VIII MƏQALƏT:“XILQƏTIN GÖZƏLLIYI VƏ KAMALIN QÜDRƏTI”

Ulduz Fərhad Qəhrəmanova, filologiya üzrə fəlsəfə doktoru,

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti, “Ədəbiyyat” kafedrasında dosent

ulduzkahraman1@gmail.com

Orcid İD: 0009-0003-4418-9319

Abstrakt

Nizami Gəncəvinin “Sirlər xəzinəsi” poemasının VIII məqaləti belə adlanır :“Xilqətin gözəlliyi və kamalın qüdrəti”. Poemada şair Nizami göstərirdi ki, bəşər və təbiət yaranmamışdan əvvəl varlıq çox kasıb və boş idi. Bu dünyanın əlində sərvət də, var-dövlət də yox idi. Bu dünyanın yolunda toz da, qubar da yox idi. Möcüzələr yaradan varlıq İnsanoğlunu da yaratdı. Nə qədər İnsanoğlu yox idi, Cövza sənə soyuq verib sonra da səndən sağaltmaq üçün qan aldırmırdı.

Fələk çoxdandır sənin əmrinin quludur. Bütün varlıq köləndir, hər cür fərman sənindir. Nəşələrə dalmaq səfa demək deyil. İnsanın özbaşınalığı onun cəfasıdır. Belin büküləndə gündə yanıb qovrularsan. Cəhənnəmin odunda əlif kimi yanarsan. Sonra şair insanoğluna müraciət edərək deyir ki, İnsanoğlu, bu dünya gəldi-gedərdi. İnsan az yeyib çox dincəlməlidir. Çox yemək insana narahatlılıq, əziyyət verir. Ağıl tamaha aldanmamalıdır. İnsan zirəkli insanları aldadan dələduzdan uzaq olmalıdır. Bəşəriyyətin amalı öz nəfsini öldürmək olmalıdır. İnsanoğlu hərisliyə uymamalıdır.

Açar sözlər: İnsanoğlu, fələk, bəşər, xeyir və şər

NİZAMİ GANJAVİ'S POEM "TREASURE OF SECRETS" VIII ARTİCLE: "THE BEAUTY OF CREATİON AND THE POWER OF PERFECTİON"

Ulduz Farhad Kahramanova, Doctor of Philosophy in Philology,

Azerbaijan State Pedagogical University, Associate Professor at the Department of "Literature"

Orcid ID: 0009-0003-4418-9319

Abstract:

The VIII article of Nizami Ganjavi's poem "Treasure of Secrets" is called: "The Beauty of Creation and the Power of Perfection". In the poem, the poet Nizami showed that before the creation of man and nature, existence was very poor and empty. This world had no wealth or possessions. There was no dust or dust on the path of this world. The being who creates miracles also created the Son of Man. As long as there was no Son of Man, Jovza would not give you a cold and then take blood from you to cure you.

The universe has long been a slave to your command. All beings are slaves, all orders are yours. Indulging in pleasures does not mean bliss. Man's arbitrariness is his torment. When your back is bent, you burn and roast in the sun. You burn like an alif in the fire of hell. Then the poet addresses the human being and says, "Son of Man, this world would come and go. Man should eat little and rest a lot. Eating a lot gives a person anxiety and suffering. The mind should not be deceived by greed. Man should be far from the deceiver who deceives intelligent people. The action of humanity should be to kill his own soul. Man should not follow greed.

Keywords: Man, universe, human, good and evil

Nizami Gəncəvinin “Sirlər xəzinəsi” poemasının VIII məqaləti belə adlanır :“Xilqətin gözəlliyi və kamalın qüdrəti”. Poemada şair Nizami göstərirdi ki, bəşər və təbiət yaranmamışdan əvvəl varlıq çox kasıb və boş idi. Bu dünyanın əlində sərvət də, var-dövlət də yox idi. Bu dünyanın yolunda toz da, qubar da yox idi. Möcüzələr yaradan varlıq İnsanoğlunu da yaratdı. Nə qədər İnsanoğlu yox idi, Cövza sənə soyuq verib sonra da səndən sağaltmaq üçün qan aldırmırdı.

Yerdə, göydə insan izinin olmayan vaxtı xilqətin intizarı dünyanı dərdə salmışdı. Hökmranlıq fərmanı gələn gündən Aydan və Gündən ibarət göylər sənə tac düzəltdirdilər. Ulduzların gözü də baxışından qamaşıb. Ulduzlar cəlalına heyrandır.

Fələk çoxdandır sənin əmrinin quludur. Bütün varlıq köləndir, hər cür fərman sənindir. Nəşələrə dalmaq səfa demək deyil. İnsanın özbaşınalığı onun cəfasıdır. Belin büküləndə gündə yanıb qovrularsan. Cəhənnəmin odunda əlif kimi yanarsan.

Sonra şair insanoğluna müraciət edərək deyir ki, İnsanoğlu, bu dünya gəldi-gedərdi. İnsan az yeyib çox dincəlməlidir. Çox yemək insana narahatlılıq, əziyyət verir. Ağıl tamaha aldanmamalıdır. İnsan zirəkli insanları aldadan dələduzdan uzaq olmalıdır. Bəşəriyyətin amalı öz nəfsini öldürmək olmalıdır. İnsanoğlu hərisliyə uymamalıdır. Əzəldən hər bəşəriyyəti şər izləyir. Əzəldən xeyir xeyri, şər də şəri tapar:

"Xeyirlə şər izləyir hər bəşəri əzəldən,

Xeyir xeyri tapandır, şər də şəri əzəldən" (5, s. 89)

Hətta şair bu məqalətə uyğun "Oğru və tülkü" adlı hekayətində də insanoğluna nəsihət edərək bildirir ki, qəflət yolunda xoş yuxuya dalan insanın başı əldən gedəcəkdir, papağı boş qalacaqdır:

"Kim ki qəflət yolunda xoş yuxuya dalandır,

Başı əldən gedəndir, papağı boş qalandır" (5, s. 89)

"Ayıl uyma qəflətdə yatmağa sən, Nizami!

Çalış qəflət daşını atmağa sən, Nizami". (5, s. 89)

Göründüyü kimi, məqalətə aid olan hekayətin sonunda belə Nizami özü-özünə xitab edərək qəflətə uymamağı, qəflət daşını atmağı nəsihət verir.

Ədəbiyyat:

1. Azərbaycan ədəbiyyatı tarixi. 1 c. Bakı, Elm, 1960.
2. Azərbaycan ədəbiyyatı tarixi. VI cilddə, 2 c., Bakı, Elm, 2007
3. Ə.Səfərli, X.Yusifov. Qədim və orta əsrlər Azərbaycan ədəbiyyatı. Bakı, Maarif, 1982, 1998
4. Əlibəyzadə E. Azərbaycan ədəbiyyatı tarixi. Ən qədim dövrlər. Bakı, Qarabağ, 2009
5. Nizami Gəncəvi, "Sirlər xəzinəsi", Çaşıoğlu, 2004, 167 s.

LITERARY MOVEMENTS AND THEIR IDEOLOGICAL AND AESTHETIC CHARACTERISTICS

Leyla Ziyafat Hasanova

Azerbaijan State Pedagogical University,

Faculty of Philology, Lecturer

Email: leylamuzi@gmail.com

ORCID ID: 0009-0006-9057-9205

Abstract

Literature is a mirror of society, and changing socio-political, philosophical, and aesthetic ideas have directly influenced its form and content throughout different periods. Literary movements emerged as a systematic manifestation of these changes, with each expressing the ideological and aesthetic needs of a particular period. Although different literary movements may coexist within the same historical period, each has its own aesthetic principles, system of imagery, concept of imagination, and approach to art. This article provides comprehensive information about the literary movements of Romanticism, Enlightenment Realism, and Critical Realism.

Keywords: literature, literary movements, Romanticism, Realism, Enlightenment

The concept of a literary movement is formed through the creative activity of a group of writers and poets who share common aesthetic and ideological principles and write within a particular direction. These movements have transformed not only the nature of art but also perceptions of the individual and society, thereby creating significant stages in the development of literature. Classic Realism, Romanticism, Enlightenment Realism, Critical Realism, Naturalism, Symbolism, Modernism, and other movements belong to this category.

Enlightenment Realism emerged in European and Eastern literature at the end of the eighteenth and beginning of the nineteenth centuries under the influence of Enlightenment philosophy. Its principal aim was not merely to criticize society but to transform it through education and enlightenment. Moral issues, the importance of education, and the power of human reason and thought were brought to the forefront in literary works.

Among the principal representatives of Enlightenment Realism were European Enlightenment thinkers such as Voltaire, Diderot, and Rousseau. In Azerbaijani literature, Abbasqulu Agha Bakikhanov, Mirza Fatali Akhundzadeh, Mirza Shafi Vazeh, and other writers were prominent representatives of this movement. In M.F. Akhundzadeh's comedies such as "The Deceived Stars" and "Monsieur Jordan the Botanist and Dervish Mastali Shah," the fundamental principles of Enlightenment—opposition to ignorance, promotion of science and learning, and the struggle against religious fanaticism—are particularly prominent.

From an aesthetic perspective, Enlightenment Realism developed especially in prose and dramatic genres, where natural events of life were presented in a rational and instructive manner and served to provide the reader with moral and intellectual guidance. However, these tendencies were also evident in poetry.

Unlike Enlightenment Realism, Critical Realism emerged in the middle of the nineteenth century and advanced the idea that society could be transformed not only through enlightenment but also by exposing its contradictions. The principal purpose of this movement was to make people reflect by depicting social injustice, inequality, and individual tragedies.

Critical Realism introduced objectivity into art and portrayed the living conditions of the literary hero and the conflicts between the individual and society against the background of real-life events. Its major representatives in world literature included Balzac, Dickens, Tolstoy, and Dostoevsky. In Azerbaijani literature, realist writers such as Jalil Mammadguluzadeh, Abdurrahim bey Hagverdiyev, and Ali bey Huseynzadeh created works reflecting this movement.

In Jalil Mammadguluzadeh's works such as "The Postbox," "Master Zeynal," and "The Dead," social injustice, the people's lack of education, religious superstition, and ignorance are sharply criticized. Aesthetically, Critical Realism is based on the creation of typical characters and the presentation of a realistic picture of life to the reader.

Romanticism emerged at the end of the eighteenth century in opposition to the rationalism of the Enlightenment and defended the supremacy of emotion, individual freedom, and imagination. At the center of Romanticism are the escape from the real world, the search for an ideal, and the extraordinary hero. This movement seeks to poeticize life and establish spiritual connections between nature and humanity.

The central ideas of Romantic literature include the expression of the individual's inner world, the hero's conflict with society, the desire to attain an ideal, and heroism. In world Romanticism, Goethe, Schiller, Lord Byron, and Lamartine are among the leading representatives of Romantic imagination.

The principal representatives of Romanticism in Azerbaijani literature include such writers and poets as Huseyn Javid, Ali bey Huseynzadeh, Ahmad Javad, Abdulla Shaig, and Mahammad Hadi. Huseyn Javid's drama "Iblis" reflects the philosophical and aesthetic depth of Romanticism. The work presents the spiritual tragedy of humanity, the eternal struggle between good and evil, and the ideas of freedom and salvation within a Romantic framework.

The principal aesthetic characteristics of Romanticism are faith in high ideals, the extraordinary nature of the hero, the central role of imagination, a distinctive attitude toward nature, and the prominence of emotions.

Literary movements have emerged within the socio-philosophical context of each historical period and have created new stages in the development of literature. Enlightenment Realism calls people toward education and enlightenment; Critical Realism exposes the shortcomings of society; while Romanticism expresses the inner world of an individual striving toward an ideal. Each has left an indelible mark on literary history through its own aesthetic criteria. Understanding the aesthetic characteristics of these movements helps us comprehend not only literature but also the social thought of the period.

References

1. E. Garagozova. “Literary Movements in the Contemporary Literary Process.” Adabiyyat Gazeti, 2022.
2. S. Huseynoglu. “Theory of Literature.” Adabiyyat Gazeti, 2021, p. 6.
3. T. Salamoglu. “Theory of Literature: Problems and Reflections.” Kredo Gazeti, 2013.

OYUN ƏSASLI ÖYRƏNMƏ VASİTƏSİLƏ ŞAGİRDLƏRİN YARADICI BACARIQLARININ İNKİŞAFI

DEVELOPMENT OF STUDENTS' CREATİVE SKİLLS THROUGH GAME-BASED LEARNİNG

Emil Raul oğlu Ağayev

Teacher of the subject combination commission "Art and physical education" of the Azerbaijan State Pedagogical College under the Azerbaijan State Pedagogical University

Emilaghayev93@mail.ru

ORCID NO: 0000-0001-9354-0839

Xülasə. Məqalədə təsviri sənət fənninin tədrisi metodikasında oyun əsaslı öyrənmənin rolu və pedaqoji əhəmiyyəti araşdırılır. Oyun əsaslı öyrənmə müasir təhsildə şagirdlərin dərsə marağını artıran, onların fəallığını və yaradıcı potensialını inkişaf etdirən səmərəli təlim üsullarından biri kimi təqdim olunur. Tədqiqatda oyun vasitəsilə öyrənmənin iki əsas istiqaməti – oyunlaşdırma və oyun əsaslı öyrənmə – fərqləndirilir. Oyunlaşdırma zamanı oyun elementləri nəzəri və yaradıcı tapşırıqlara inteqrasiya edilir, oyun əsaslı öyrənmədə isə bütün dərs prosesinin oyun prinsipləri əsasında qurulması nəzərdə tutulur.

Məqalədə təsviri sənətin tədrisində oyun metodunun tətbiqinə dair konkret nümunələr verilmişdir. VII sinifdə "Azərbaycan baş geyimləri" mövzusundan sonra şagirdlərin motal, şiş, taqqa, yappa və araqçın kimi baş geyimlərini canlı şəkildə nümayiş etdirmələri təklif olunur. VIII sinifdə Anri Matissin yaradıcılığı öyrənildikdən sonra isə rəssamın "Rəqs" əsərinin oyunlaşdırılması və fovistlərə xas kontrast rənglərin, perspektiv təsvirlərin səhnələşdirilməsi nəzərdə tutulur. Məqalədə həmçinin Kahoot elektron tətbiqinin dərs prosesinə inteqrasiyasının təlimi daha maraqlı və interaktiv etdiyi vurğulanır.

Nəticə olaraq, oyun əsaslı öyrənmənin təsviri sənətə maraq yaratdığı, səhnələşdirməni ön plana çıxardığı, əməkdaşlığı və yaradıcı inkişafı artırdığı müəyyən edilir. Bu metoddan istifadə zamanı təlim nəticələrinin əsas götürülməsi xüsusi əhəmiyyət daşıyır.

Açar sözlər: təsviri sənət, oyun əsaslı təlim, təhsil, orta məktəb, incəsənət.

Abstract. The article examines the role and pedagogical significance of game-based learning in the methodology of teaching fine arts. Game-based learning is presented as one of the effective teaching methods in modern education that increases students' interest in lessons, encourages active participation, and develops their creative potential. The study distinguishes between two main approaches to learning through games: gamification and game-based learning. In gamification, game elements are integrated into theoretical and creative assignments, whereas game-based learning involves organizing the entire lesson around game-based principles.

The article provides specific examples of applying game-based methods in the teaching of fine arts. After studying the topic "Azerbaijani Headwear" in the seventh grade, students can demonstrate headwear such as motal, shish, taqqa, yappa, and araqchin through live activities. In the eighth grade, after studying the artistic work of Henri Matisse, the teacher can gamify his painting "The Dance." Students can also stage contrasting colors and perspective representations characteristic of Fauvism on album sheets. The article further emphasizes the use of the Kahoot electronic application as a means of making the teaching process more engaging and interactive.

The study concludes that game-based learning in fine arts stimulates students' interest in the subject, promotes dramatization, and enhances cooperation and creative development. It is considered an effective methodological approach when applied in accordance with the intended learning outcomes. Therefore, the use of games in fine arts education can contribute to creating a more active, engaging, and creative learning environment in secondary schools.

Keywords: fine arts, game-based learning, education, secondary school, art.

Müasir təhsilin yeni və maraqlı öyrənmə üsullarından biri oyun əsaslı adlanır. Bütün bu proses təsviri sənət fənninin tədrisi metodikasına da tətbiq olunur. Bu metod şagirdləri həvəsləndirməklə bərabər, onları dərs prosesinə cəlb edir. Oyun vasitəsilə öyrənmənin iki növü var:

1.Oyunlaşdırma

2.Oyun əsaslı öyrənmə

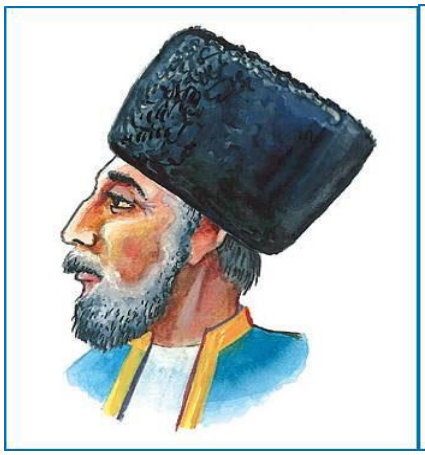
Hər ikisinin ortaq xüsusiyyəti şagirdlərin təsviri sənət fənninin tədrisi metodikasına öyrənmə marağının artırılmasıdır. Fərqli xüsusiyyətlərini geniş şəkildə nəzərdən keçirməliyik.

Oyunlaşdırma üsulunda oyun elementləri ilə təsviri sənət fənninin tədrisi metodikasında nəzəri və yaradıcı tapşırıqlar inteqrasiya edilir. Şagirdlər il ərzində müxtəlif təqdimatlar hazırlayırlar. Toplanan xallar əsasında

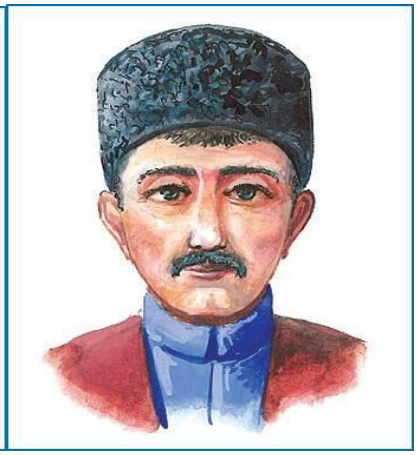
şagirdləri təsviri sənət fənni üzrə müxtəlif kateqoriyalara bölərək titullar vermək olar. Həmçinin dərsdə Kahoot elektron tətbiqini istifadə edərək tədrisin üsulunu maraqlı etmək olar.

İLL 1. Kahoot elektron tətbiqi

Oyun əsaslı öyrənməni təsviri sənət fənninin tədrisi metodikasına tətbiq etsək, bütövlükdə dərsi bu metod üzərində qurmaq nəzərdə tutulur. VII sinif təsviri incəsənət fənnində "Azərbaycan baş geyimləri" mövzusunu keçəndən sonra müəllim şagirdlərlə oyun əsaslı öyrənmə üsulunu istifadə edə bilər. Şagirdlər motal, şiş, taqqa, yappa və araqçın baş geyimlərini canlı olaraq nümayiş etdirə bilərlər.



İLL 2.Yappa papaq



İLL 3. Taqqa papaq

VIII sinif təsviri incəsənət fənnində Anri Matissin yaradıcılığını keçəndən sonra müəllim rəssamın “Rəqs” əsərini oyunlaşdırmalıdır. Fovistlərə məxsus olan kontrast rənglər, perspektiv təsvirləri də şagirdlər albom vərəqlərində də səhnələşdirə bilərlər.

Təsviri sənət fənninin tədrisi metodikasında oyun əsaslı öyrənmənin rolu üsulunun aşağıdakı üstünlükləri vardır:

-təsviri sənəti öyrənməyə maraq oyadır;

-səhnələşdirməni ön plana çıxarır;

-əməkdaşlığı və yaradıcı inkişafı artırır.

Oyun təsviri sənət fənninin tədrisində bir üsuldur. Bu üsuldan istifadə edilərkən, təlim nəticələri əsas götürülərək, fənnin tədrisində ön planda tutulmalıdır.

ƏDƏBİYYAT SİYAHISI:

1. Ümumtəhsil müəssilərinin 7-ci sinfi üçün dərslik. Bakı 2022. S 63-65.

2.Ümumtəhsil müəssilərinin 8-ci sinfi üçün dərslik. Bakı 2020. S 60-63.

3.Metodika və pedaqogika. TAİM 2024. S 96-97

MƏXTUMQULU FƏRAQİ LİRİKASININ MÖVZU DAİRƏSİ

THE SUBJECT CIRCLE OF MAKHTUMGULU FARAGI LYRICS

Prof. Dr. Elman Guliyev

Azerbaycan, Bakü

Azerbaycan Dövlet Pedagoji Üniversitesi,Türkoloji merkezin Türk edebiyatı bölümünün başkanı

Orcid: 0000-0001-5413-9479 elman.guliyev1958@gmail.com

Özet

Klassik türkmən poeziyasında fəlsəfi şeir Məxtumqulu Fəraqi sayəsində yeni inkişaf mərhələsinə qədəm qoymuşdur. Cəmiyyət hadisələri, insan, həyat, yaşamaq, ölüm və s. problemlər barədə şair düşüncələrinin poetik mənalandırılması Məxtumqulu fəlsəfi şeirinin əsasını təşkil edir. Məxtumqulu Fəraqi ilk növbədə vətəndaş şairdir. O, vətənə, onun dağına, aranına, suyuna, torpağına – bir sözlə, yurdunun bütün var- lıqlarına qəlbən bağlı olan, onu sevən və yaradıcılığında bu gözəl- likləri mədh edən sənətkardır. Onun poeziyasında əks olunan təbiət lövhələri ən mahir sənətkar qələmi qüdrəti ilə ərsəyə gələn tablonu xatırladır.Məxtumqulu yaradıcılığında didaktika özündən əvvəlki nəslin — Bayram xanın, Azadinin, Qərib Əndəlibin ədəbi ənənələri üzərində boy atmışdır. Lakin Məxtumqulu özünəməxsus formada bu tərzin inkişafına nail olmuşdur.

Anahtar kelimeler: M.Fəraqi, lirika, mövzu, fəlsəfi, didaktik

Summary

Philosophical poetry in classical Turkmen poetry has entered a new stage of development thanks to Makhtumgulu Faraqi. Social events, people, life, living, death, etc. the poetic meaning of the poet's thoughts about problems is the basis of Makhtumguluz's philosophical poem. Makhtumgulu Faraqi is first and foremost a citizen poet. He is an artist who is deeply attached to his homeland, its mountains, fields, water, soil - in short, all the things of his homeland, loves it and praises these beauties in his work. The nature paintings reflected in his poetry remind us of the painting created by the power of the most skillful artist's pen. In Makhtumgulu's work, didacticism was based on the literary traditions of the previous generations - Bayram Khan, Azadi, Garib Andalib. However, Makhtumgulu managed to develop this style in a unique way.

Key words: M. Faraghi, lyrics, topic, philosophical, didactic

GİRİŞ

Məxtumqulu Fəraqİ lİrİkasinin mövzu daİrəsİ zəngin və rəngarəngdir.Məhəbbət mövzusu Məxtumqulu Fəraqi yaradıcılığında özünəməxsus yer tutur. Hər şeydən əvvəl şairin şeirlərində məhəbbət real, həyati və həqiqi duyğuların ifadəsinə çevrilir:

Ay kimi camalın gördüm, Nur saçılar, yar üzündən, Bir məcnunam, dəli oldum Sənin o xoş avazından.

Məxtumqulu lirikasında Günəş və Aya bənzədilən və onlarla müqayisə olunan gözəl öz zahiri görkəmi ilə insanları məftun edir, onların ağlını başından çıxarır:

Göydən günəş kimi yerə nur saçan, Günəşlə bəhs edən Ay sənsən, gözəl. Usta Cabbar nəqşi, Səncab paltarı, İsfahandan gələn pay sənsən, gözəl.

Saçına vurmusan gümüş saç bağı, Yel əssə dağılar, örtər buxağı Ağzın abi-həyat, Zəmzəm bulağı
Ayna tək əks edən çay sənsən, gözəl.

Məxtumqulu təqdim etdiyi gözəli adilikdən yüksəkdə saxlayır, dünyanın əşrəfi olan bu gözəl hamını özünə əsir etsə də, özü də zəmanə "əsiridir". Şairin qəhrəmanı bu halda kiçilmir, əksinə insanlı- ğın, zamanın, gözəlliklərin fövqünə çıxarılaraq əlçatmaz məqamda "yerləşdirilir". "Əl çatmayan, ün yetməyən" bu məqamda şair onun "halından" xəbər tutan yeganə insandır. Ona görə də şair bu "qabi- liyyətinə görə" fərəh hissi keçirməsini gizlətmir, lakin eyni zamanda sevgi "iztirablarından" doğan kədər hissini də oxucularla bölüşür:

Sən dünyanın əşrəfi, bu can səndən xəbərsiz, Sən cahana gəlibsən, cahan səndən xəbərsiz.

İstər səni dənizlər, sahillər səni gözlər
Sən ümmanda damlasan, ümman səndən xəbərsiz.

Asiman zəmindədir, zəmin də asiman da
Bunlar bəlkə gümandır, güman səndən xəbərsiz.

Məxtumqulu, gör indi aşinalar neyləyir?
Sən canandan xəbərdar, canan səndən xəbərsiz.

Məxtumqulu xalq şeiri üslubunda yazmasına baxmayaraq, görün- düyü kimi bir sıra hallarda qəzələ də müraciət etmiş, janrın imkan- ları daxilində poetik fikrin ən gözəl nümunələrini yarada bilmişdir. O, qəzəl üslubuna uyğun fikri məna "paltarı" ilə bəzəmək, ona zinət verməklə türkmən ədəbiyyatında heç kimin görə bilmədiyi bir işin öhdəsindən gəlmişdir:

Yandı canım, neyləyim, ol yara düşdü gözlərim, Zəhr olubdur, bilmədim, bal tək əriyib sözlərim. Hərlənib çərxi-fələk, tərs günü saldı başıma, Bir yağışlı-yağmurlu qışa dönübdü yazlarım.
Var-dövlətə qaçıb bizdən, bir miskin gəda mənəm Fərağı der: uçdu laçın, gəldi yesir qazlarım.

Aşiq-məşuq münasibətlərində müşahidə olunan giley, şikayət motivi klassik ənənəyə uyğun olaraq Məxtumqulunun məhəbbət lirika- sında orijinal obrazlı deyimlərdə əksini tapır. Şairin qəhrəmanı "bəxt atını suya batırsa da" "sonasının ona əl verməməsini" haqlı olaraq özünə dərd edir və məhbubunun bivəfalığından çəkdiyi əzabları belə mənalandırır:

Könül verdim bir bivəfa məhbuba, Çıxdı əldən, dağı cana dərd oldu. Aşıq deyər: ta baxmaram o xuba,
Yol üstündə düşdü gözüm, dörd oldu.

Şairin eşq qəhrəmanı (aşiq) məhəbbətində sədaqətlidir. Məhəb- bət qulu olan bu insanı sevgilisinin vüsal ümidi yaşadır, onu həyata bağlayır. O, əslində Allahın ona verdiyi ömrü yox, əsiri olduğu gözə- lin ona bəxş etdiyi "vüsal" ömrünü yaşamaq istəyir. Ona görə də bu ömürdən pay almayanda ayrılıq odu onu tez yandırıb kül edir.

Məxtumqulu, bəy idim, yar camalı qul etdi, Vüsal ümidim verib, min dilli bülbül etdi, Ayrılıq oda saldı, gendə durub əl etdi, Eşqin atəşi artıb, yaxıb məni kül etdi,
Qəm ələyin ələyib, yelə sovurdu məni.

Məxtumqulu Fəraqi ilk növbədə vətəndaş şairdir. O, vətənə, onun dağına, aranına, suyuna, torpağına – bir sözlə, yurdunun bütün var- lıqlarına qəlbən bağlı olan, onu sevən və yaradıcılığında bu gözəl- likləri mədh edən sənətkardır. Onun poeziyasında əks olunan təbiət lövhələri ən mahir sənətkar qələmi qüdrəti ilə ərsəyə gələn tablonu xatırladır. Şair bir tərəfdən təbiət lövhəsi yaradır, digər tərəfdən tə- sirli ifadələrdə yurd sevgisinin təbliğatçısı rolunda çıxış edir. Bunun nəticəsində oxucuya elə gəlir ki, "buluddan yapışan qayaları", maral- lar mələyən çöllərin gözəllikləri haqqında məlumatı şeirdən oxumur, sanki öz gözləri ilə görür:

və yaxud

Çoxlu meşəsi var, qarğı-qamışlı, Çoxlu gözəli var zərli-gümüşlü, Sürülü, ilxılı, atlı, camışlı, Tükənməz dövləti-malı Gürgənin.
İgidlər tirmə şal bağlar belinə, Köhlən minib, tərlan alar əlinə, Ceyranlar döş verər dəniz yelinə, Mələyər marallı çölü Gürgənin.

Gedək seyrə çıxaq Nuxa mülkünü Könlünü oxşayan yaylaqları var. Dərib qoxulayaq qönçə gülünü Yaşıl reyhanları, zanbaqları var.

Qeyd edək ki, "Nuxa mülkü" ifadəsi ilə əlaqədar müəyyən mü- bahisəli fikirlər mövcuddur. Bu sözü "Nuxa" kimi oxuyan bəzi tə- dqiqatçılar Məxtumqulunun Azərbaycana gəlməsini təsdiqləyirlər. Lakin prof. P.Xəlilov bu sözün "Nöhrəstə" olduğunu bildirir, misrada ifadənin "Nuxa" kimi yazılmasını nəşr xətası hesab edir. Onun fikrin- cə Məxtumqulu Azərbaycanın Nuxa şəhərinə deyil, Türkmənistanın Nohur deyilən ərazisinə getmişdir.
Klassik türkmən poeziyasında fəlsəfi şeir Məxtumqulu Fəraqi sayəsində yeni inkişaf mərhələsinə qədəm qoymuşdur. Cəmiyyət hadisələri, insan, həyat, yaşamaq, ölüm və s. problemlər barədə şair düşüncələrinin poetik mənalandırılması Məxtumqulu fəlsəfi şeirinin əsasını təşkil edir. Şairin istər sufiyanə, istərsə də dünyəvi mahiyyət kəsb edən şeirlərində fəlsəfi ifadə tərzi daha üstündür. Ona görə də Məxtumqulu şeirlərində sırf əxlaqi-didaktik və sırf fəlsəfi şeir bölüm standartını tətbiq etmək əhəmiyyətli görünmür. Çünki bütün hallarda məsələlər insan və cəmiyyət problemləri daxilində şair baxışlarının bədii ifadəsində məna qazanır.

İnsan nədir? – quru olmaz torpaq Bədəndə can olmasa.

və ya

Qara dağın nə qiyməti, Seli, dumanı olmasa.

İnsan oğlu, ömrə olma həmayıl, İgidliyin dizə belə mehmandır.
Sən haqqın yolunda gəl tənbəl olma, Atdığın qədəmlər yola mehmandır.
İbrətamiz nəsihətlər, əxlaqi-didaktika Məxtumqulu şeirində geniş məzmun daşıyır.

Məxtumqulu yaradıcılığında didaktika özündən əvvəlki nəslin — Bayram xanın, Azadinin, Qərib Əndəlibin ədəbi ənənələri üzərində boy atmışdır. Lakin Məxtumqulu özünəməxsus formada bu tərzin inkişafına nail olmuşdur. Şair didaktikadan bir növ insanlara müra- ciət kimi istifadə edir. Bu özünəməxsus müraciətdə insanlar düzlüyə, vətən sevgisinə, böyüklərə hörmət etməyə, təhsilə biganə olmamağa, halal işlərin sahibinə çevrilməyə və s. səslənilir.

Nadan söz oxunu havayı atar, Qeybət edib, özü günaha batar. Yamanın ziyanı xalqına çatar Nakəsin xeyri özünə dəyməz.

Bu dünyada olma çirkin Hər bir yerə çatar ərkin Evdə asıb, kəsər hər kim, İgid savaşdan tanınar.

Eyni zamanda yaxşını pisdən ayırmaq, namərdə bel bağlamamaq və digər məsələlər haqqında didaktik kəlamlar təsirli bədii ifadələrlə diqqətə çatdırılır:

Bədəsilə cəfa çəkmək əbəsdir,
Mis nə qədər döyülsə də zər olmaz

Nə qədər çalışsan çəkər əslinə, Hər qarğadan gözəl kəbutər olmaz.

Olmaz müftəxorun imanı, dini, Dar gündə tabı yox, tərk edər səni. Kəmfürsətin, müxənnətin on mini İz salan igidin izinə dəyməz.

Məxtumqulu Fəraqi özünəqədərki ədəbi ənənələrdən bəhrələnərək xalq danışıq dili əsasında formalaşan, yeni ideya və məzmun kəsb edən orijinal yaradıcılığı ilə türkmən ədəbi-bədii fikrinin inkişafına nail olmuş, onun bənzərsizliyini təmin etmişdir.

KAYNAKLAR

1. Türkmən nəğmələri. Bakı, 1989.
2. Türkmən hekayələri. Bakı, 1962.
3. Məxdumqulu. Şeirlər. Bakı, 2006.
4. Dövlətməmməd Azadi. Seçilmiş əsərləri. Bursa, Uludağ Univer- siteti Basımevi, 2012

RƏŞAD NURİ GÜNTƏKİN YARADICILIĞINDA QADIN OBRAZLARI

Aynur Zahir qızı Bədəlova

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universitetinin müəllimi

https://orcid.org/my-orcid?orcid=0009-0002-9288-6218

badalovaaynurrr@gmail.com

Xülasə

Türk ədəbiyyatının görkəmli nümayəndələrindən biri olan Rəşad Nuri Güntəkin zəngin yaradıcılığı ilə türk nəsrinin inkişafında mühüm rol oynamışdır. Yazıçının əsərlərində qadın obrazları xüsusi yer tutur. Məqalədə Rəşad Nuri Güntəkin yaradıcılığında yaradılmış qadın obrazlarının əsas xüsusiyyətləri nəzərdən keçirilmişdir. Yazıçı əsərlərində qadınların məhəbbət, sədaqət, ailə münasibətləri, təhsil və cəmiyyətdəki mövqeyi ilə bağlı məsələlərə geniş yer vermiş, onların yaşadığı mənəvi və sosial çətinlikləri müxtəlif qadın obrazlarının taleyi üzərindən göstərmişdir. Müəllifin yaratdığı qadın obrazları canlı, sadə və zəngin mənəvi dünyaya malik obrazlar kimi türk ədəbiyyatında xüsusi əhəmiyyət daşıyır.

Açar sözlər: qadın, obraz, roman, türk ədəbiyyatı, yaradıcılıq

Abstract

Reshad Nuri Guntekin, one of the prominent representatives of Turkish literature, played an important role in the development of Turkish prose with his rich literary activity. Along with the problems of human and society, female characters also occupy a special place in the writer’s works. The article examines the main features of female characters created in the works of Reshad Nuri Guntekin. In his works, the writer gave extensive space to issues related to women's love, loyalty, family relationships, education, and position in society, and showed the moral and social difficulties they experienced through the fate of various female characters. The female characters created by the author hold a special place in Turkish literature, distinguished by their vivid personalities, simplicity, and rich inner worlds.

Key words: woman, character, novel, Turkish literature, creativity

Giriş

Türk ədəbiyyatı zəngin tarixi keçmişə, böyük sənətkarlara və dəyərli bədii irsə malik olan dünya ədəbiyyatlarından biridir. Bu ədəbiyyatın inkişafında görkəmli şair və yazıçıların böyük rolu olmuşdur. Türk ədəbiyyatının zənginləşməsində və dünya miqyasında tanınmasında bir çox sənətkarların xidmətləri xüsusilə qeyd edilməlidir. Bu sənətkarlar öz əsərlərində xalqın həyatını, cəmiyyətin müxtəlif problemlərini, insan mövzusunu və dövrün mühüm məsələlərini bədii şəkildə əks etdirməyi bacarmışlar.

Türk ədəbiyyatının görkəmli nümayəndələrindən biri olan Rəşad Nuri Güntəkin zəngin və çoxşaxəli yaradıcılığı ilə oxucuların böyük sevgisini qazanmış sənətkarlardandır. Onun əsərləri doğma vətəni ilə yanaşı bir çox ölkələrdə sevilərək oxunmuş və müxtəlif dillərə tərcümə edilmişdir. Yazıçının "Çalıquşu", "Yarpaq dökümü", "Dodaqdan qəlbə", "Damğa" və başqa əsərləri türk nəsrinin qiymətli nümunələri hesab olunur. Müəllifin yaradıcılığında qadın obrazları mühüm yer tutur. Yazıçının yaratdığı qadın obrazları müxtəlif xarakterlərə, həyat baxışlarına və talelərə malikdir. Bu obrazların hər biri yaşadığı cəmiyyətin müəyyən xüsusiyyətlərini özündə əks etdirməklə yanaşı, fərdi keyfiyyətləri ilə də diqqəti cəlb edir. Yazıçı qadınların yalnız ailə daxilindəki mövqeyini deyil, onların mənəvi dünyasını, arzularını, hiss və düşüncələrini də təsvir etməyə çalışmışdır. Bu baxımdan yazıçının qadın obrazları onun yaradıcılığında xüsusi bir istiqamət təşkil edir.

Müəllifin yaradıcılığında qadın obrazlarından danışarkən ilk növbədə "Çalıquşu" romanının baş qəhrəmanı Fəridəni qeyd edirik. Fəridə türk ədəbiyyatında ən çox sevilən və yadda qalan qadın obrazlarından biridir. Onun həyat yolu, xarakteri və qarşılaşdığı çətinliklər oxucuda xüsusi maraq doğurur. Fəridə adi və sakit həyat sürən bir qadın obrazı deyil. O, şıltaq, cəsarətli, mübariz və müstəqil xarakterə malikdir. Yaşadığı çətinliklər qarşısında sınmamağı bacaran Fəridə həyatın müxtəlif sınaqlarından keçərək öz xarakterinin gücünü nümayiş etdirir. Fəridənin həyatında Kamranla münasibətləri mühüm yer tutur. Evlənməsinə az qalmış Kamranın ona xəyanət etdiyini öyrənməsi onun həyatında ciddi dəyişiklik yaradır. Lakin Fəridə yaşadığı bu hadisədən sonra özünü tamamilə itirmir və rahat həyatını geridə qoyaraq Anadoluya getmək qərarına gəlir. Müəllimlik fəaliyyətinə başlaması onun həyatında yeni bir mərhələnin başlanmasına səbəb olur. Anadoluya gedən Fəridə burada müxtəlif çətinliklərlə qarşılaşır, insanların münasibəti, yaşayış şəraiti və həyatın əvvəllər görmədiyi tərəfləri ilə üz-üzə qalır. Buna baxmayaraq, o, bütün bu çətinliklər qarşısında mübarizə aparmağa çalışır.

Fəridə obrazının maraqlı cəhətlərindən biri də onun həm kövrək, həm də güclü tərəflərinin bir arada təqdim olunmasıdır. O, sevən, inciyən, qısqanan və bəzən öz hisslərinin təsiri altında qərarlar verən bir qadındır. Lakin bütün bunlarla yanaşı, həyatının məsuliyyətini öz üzərinə götürməyi və qarşılaşdığı çətinliklərin öhdəsindən

gəlməyi bacarır. Onun müəllim kimi fəaliyyət göstərməsi də qadının cəmiyyətdə öz yerini tutması baxımından diqqəti cəlb edir. Rəşad Nuri Güntəkin Fəridənin taleyi vasitəsilə qadının ictimai həyatda da fəal mövqe tuta biləcəyini göstərmişdir.

Rəşad Nuri Güntəkinin qadın obrazlarında məhəbbət, sədaqət, xəyal qırıqlığı və həyat mübarizəsi kimi məsələlər də geniş şəkildə öz əksini tapır. Yazıçının əsərlərində qadınların keçirdiyi hisslər və emosional vəziyyətlər diqqətlə təsvir olunur. Onların sevinci, kədəri, ümidi və ümidsizliyi hadisələrin inkişafı ilə birlikdə oxucuya təqdim edilir. Məhz buna görə də yazıçının yaratdığı qadın obrazları zəngin daxili aləmə malik xarakterlərdir.

"Yarpaq dökümü" əsərində də qadın obrazlarının ailə və cəmiyyət həyatında mühüm rol oynadığını görmək mümkündür. Əsərdə ailə münasibətləri, mənəvi dəyərlərin dəyişməsi və insanların həyat qarşısında yaşadığı çətinliklər müxtəlif obrazların taleyi fonunda göstərilir. Burada qadın obrazları ailədə baş verən hadisələrin inkişafına təsir edən əsas qüvvələrdən biri kimi çıxış edir. Fikret, Leyla, Necla və Ayşə obrazları fərqli xarakterə malik olsalar da, onların hər biri ailə və cəmiyyət münasibətləri içərisində qadının yaşadığı problemləri öz taleyi ilə əks etdirir. Yazıçının qadın obrazlarını bir-birindən fərqləndirən cəhətlərdən biri də onların həyat hadisələrinə müxtəlif münasibət göstərməsidir. Bəziləri taleyin çətinlikləri qarşısında zəifləyir, bəziləri isə bütün maneələrə baxmayaraq mübarizə aparmağa çalışır.

Müəllifin "Dodaqdan qəlbə" romanında Lamiyə obrazı da yazıçının yaratdığı diqqətçəkən qadın obrazlarından biridir. Lamiyə sadə, təmiz qəlbli, səmimi və sevgisinə bağlı bir gənc qız kimi təqdim olunur. Onun həyatı Hüseyn Kənanla qarşılaşdıqdan sonra tamamilə dəyişir. Kənanın əvvəlcə ona ciddi münasibət göstərməməsi, daha sonra isə Lamiyə ilə yaxınlıq qurması gənc qadının həyatında ağır nəticələrə səbəb olur. Lamiyə hamilə olduğunu öyrəndikdən sonra yaşadığı mənəvi sarsıntı onun nə qədər həssas və kövrək bir xarakterə malik olduğunu göstərir. Buna baxmayaraq, o, sonrakı həyatında qarşılaşdığı çətinliklərə tədricən sinə gərməyi bacarır və qızı Məkrubə ilə birlikdə həyatını davam etdirir. Lamiyənin Vedatın evlilik təklifini qəbul etməməsi də onun öz taleyi haqqında qərar vermək istəyini və keçmişinə bağlılığını göstərən mühüm cəhətlərdəndir. Hüseyn Kənanın onu həqiqətən sevdiyini gec anlaması və Lamiyəni itirməsi isə əsərdə qadın taleyinin, qarşılıqsız məhəbbətin və gecikmiş peşmanlığın təsirli şəkildə təqdim olunmasına səbəb olur. Lamiyə bütün yaşadıqlarına baxmayaraq mənəvi saflığını qoruyan, sədaqəti və səbrilə seçilən qadın obrazı kimi yadda qalır.

Müəllifin yaradıcılığında qadın obrazları türk ədəbiyyatında qadın xarakterinin müxtəlif tərəflərinin bədii şəkildə əks etdirilməsi baxımından xüsusi yer tutur.O nun əsərlərində qadın yalnız müəyyən hadisələrin fonunda

görünən ikinci dərəcəli obraz deyil. Əksinə, bir çox əsərlərində qadın obrazları hadisələrin inkişafına təsir göstərən, öz taleyi və daxili dünyası ilə diqqəti cəlb edən əsas obrazlardan birinə çevrilir. Bu obrazların hər biri fərqli xüsusiyyətlərə malik olsa da, onları birləşdirən əsas cəhətlərdən biri həyatın çətinlikləri qarşısında özlərini qorumağa və yaşamağa çalışmalarıdır.

Beləliklə, Rəşad Nuri Güntəkin yaradıcılığında qadın obrazları yazıçının bədii dünyasının mühüm və ayrılmaz hissəsini təşkil edir. Onun yaratdığı qadınlar öz xarakterləri, həyat yolları, hiss və düşüncələri ilə türk ədəbiyyatında xüsusi yer tutur. Məhz buna görə də Güntəkinin qadın obrazları bu gün də öz bədii təsirini qoruyur və türk ədəbiyyatında qadın mövzusunun öyrənilməsi baxımından əhəmiyyətli yer tutur.

Ədəbiyyat

1. Quliyev, Elman. Türk xalqları ədəbiyyatı. Bakı: Elm və təhsil, 2017. – 632 s.
2. Güntekin, Reşat Nuri. Çalıkuşu. İstanbul: İnkılâp, 2002. 448 s.
3. Güntekin, Reşat Nuri. Yaprak Dökümü. İstanbul: İnkılâp ve Aka Kitabevleri, 1962. 109 s.
4. Güntekin, Reşat Nuri. Dudaktan Kalbe. İstanbul: İnkılâp ve Aka Kitabevleri, 1973. 304 s.
5. Dudaktan Kalbe – Reşat Nuri Güntekin. https://www.turkedebiyati.org/dudaktan-kalbe/

ŞƏKİ-ZAQATALA DİALEKT ZONASININ FONETİK XÜSUSİYYƏTLƏRİ

Arzu Kərimova
Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universitetinin baş müəllimi
arzukarimova15@ gmail.com ORCİD:0000-0002-2662-6015

ŞEKİ-ZAGATALA DİYALEKT BÖLGESİNİN FONETİK ÖZELLİKLERİ

Arzu Karimova

ÖZET

Bu makale, Azerbaycan dilinin kuzeybatı grubu lehçe ve şivelerini kapsayan Şeki-Zagatala diyalekt bölgesinin fonetik özelliklerinin kapsamlı ve sistemli bir şekilde incelenmesine adanmıştır. Azerbaycan dilbiliminde diyalektoloji bölümünün en önemli araştırma nesnelerinden biri olarak kabul edilen Şeki-Zagatala bölgesi, kendine özgü dil özellikleri, özellikle de zengin ve karmaşık fonetik sistemiyle diğer diyalekt gruplarından keskin bir şekilde ayrılmaktadır. Makalenin temel araştırma nesnesi, bu bölgede gözlemlenen ünlü ve ünsüz seslerin gelişim dinamiği, ses değişimleri, ünlü uyumunun durumu ve karmaşık fonolojik olaylardır. Bölgenin yüzyıllar boyunca Kafkas dilli halklarla sık ve sürekli temas halinde olması, bu bölgenin fonetik sistemini ve ses yapısını özel olarak etkilemiştir. Araştırma sonucunda, edebi dilden farklı olarak bu bölgede hem ünlülerin hem de ünsüzlerin telaffuzunda eski Türk dillerine özgü arkaik özelliklerin korunmasının yanı sıra tamamen yeni ve spesifik fonetik olayların da şekillendiği temel olarak belirlenmiştir. Özellikle yerel şivelerde ünlü uyumunun sık sık bozulması, damak ve dudak uyumunun belirgin derecede zayıflaması ve farklı ünlü değişimleri, bölgenin en karakteristik özelliği olarak geniş çaplı bilimsel analize tabi tutulmuştur. Bunun yanı sıra, konuşma sürecinde ünlülerin uzaması, kısalması ve diftonglaşma eğilimleri gibi önemli süreçler somut dilbilimsel olgular ve zengin örneklerle ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır. Ünsüzler sisteminde ise özellikle ötümsüz ve ötümlü ünsüzlerin yer değiştirmesi, halk konuşma dilinde sıkça rastlanan karakteristik ses geçişleri kesin olarak belirlenmiştir. Ayrıca asimilasyon, disimilasyon, ses düşmesi, ses türemesi ve göçüşme (metatez) gibi karmaşık fonetik olayların Şeki-Zagatala lehçesindeki rolü ve sıklığı aydınlatılmıştır. Makalede aynı zamanda tarihsellik ve çağdaşlık ilkeleri temel alınarak, bilimsel kaynaklar aracılığıyla toplanan zengin dilbilimsel materyaller karşılaştırmalı-tarihsel yöntemle derinlemesine incelenmiştir. Araştırmanın bilimsel yeniliği, Şeki-Zagatala bölgesinin fonetik sisteminin çağdaş Azerbaycan dilbiliminin ilkeleri çerçevesinde ve muteber kuramlara dayanılarak yeniden işlenmiş ve çeşitli kavramsal düşüncelerin genelleştirilerek bütüncül bir sistem haline getirilmiş olmasından ibarettir. Sonuç olarak, sunulan bu bilimsel makale Azerbaycan dilinin diyalektolojik haritasının ayrıntılı bir şekilde belirlenmesine önemli ölçüde etki edecek ve genel Türk dilbiliminde yapılacak karşılaştırmalı fonetik araştırmalara değerli bir kaynak olarak hizmet edecektir.

Anahtar kelimeler: diyalektoloji, fonetik, Şeki-Zagatala, ünlü, ünsüz.

PHONETIC FEATURES OF THE SHAKI-ZAGATALA DIALECT ZONE

Arzu Karimova

ABSTRACT

This article is dedicated to a comprehensive and systematic study of the phonetic features of the Shaki-Zagatala dialect zone, which encompasses the northwestern group of dialects and vernaculars of the Azerbaijani language. Considered one of the most important research subjects of dialectology in Azerbaijani linguistics, the Shaki-Zagatala zone sharply differs from other dialect groups due to its specific linguistic features, particularly its rich and complex phonetic system. The main research object of the article is the developmental dynamics of vowel and consonant sounds, sound changes, the position of the law of harmony, and complex phonological phenomena observed in this area. The long-standing, centuries-old close contact with Caucasian-speaking peoples has had a special impact on the phonetic system and sound structure of this zone. As a result of the research, it has been fundamentally determined that, unlike the literary language, archaic features belonging to ancient Turkic languages have been preserved in the pronunciation of both vowels and consonants in this region, alongside the formation of completely new and specific phonetic phenomena. In particular, the frequent violation of the law of harmony in local vernaculars, the noticeable weakening of palatal and labial harmony, and distinct vowel alternations have been subjected to extensive scientific analysis as the most characteristic features of the region. In addition, important processes such as vowel lengthening, shortening, and tendencies toward diphthongization in the speech process have been explained in detail through concrete linguistic facts and rich examples. In the consonant system, the positional shifting of voiceless and voiced consonants and the characteristic sound transitions frequently encountered in the colloquial language have been accurately identified. Furthermore, the role and frequency of complex phonetic phenomena such as assimilation, dissimilation, elision (sound dropping), epenthesis (sound addition), and metathesis in the Shaki-Zagatala dialect have been clarified. At the same time, based on the principles of historicity and modernity, rich linguistic materials collected through scientific sources have been deeply analyzed using the comparative-historical method. The scientific novelty of the research lies in the fact that the phonetic system of the Shaki-Zagatala zone has been re-elaborated within the framework of modern Azerbaijani linguistics principles, based on authoritative theories, and various conceptual ideas have been generalized into a complete system. In conclusion, this presented scientific article will significantly influence the detailed determination of the dialectological map of the Azerbaijani language and will serve as a valuable source for comparative phonetic research to be conducted in general Turkic linguistics.

Keywords: dialectology, phonetics, Shaki-Zagatala, vowel, consonant.

ŞƏKİ-ZAQATALA DİALEKT ZONASININ FONETİK XÜSUSİYYƏTLƏRİ

XÜLASƏ.

Bu məqalə Azərbaycan dilinin şimal-qərb qrupu dialekt və şivələrini əhatə edən Şəki-Zaqatala dialekt zonasının fonetik xüsusiyyətlərinin hərtərəfli və sistemli şəkildə tədqiqinə həsr olunmuşdur. Azərbaycan dilçiliyində dialektologiya şöbəsinin ən mühüm tədqiqat obyektlərindən biri hesab olunan Şəki-Zaqatala zonası özünün spesifik dil xüsusiyyətləri, xüsusən də zəngin və mürəkkəb fonetik sistemi ilə digər dialekt qruplarından kəskin şəkildə fərqlənir. Məqalənin əsas tədqiqat obyekti bu ərazidə müşahidə edilən sait və samit səslərin inkişaf dinamikası, səs dəyişmələri, ahəng qanununun mövqeyi və mürəkkəb fonoloji hadisələrdir. Ərazi baxımından uzun əsrlər boyu Qafqaz dilli xalqlarla sıx və davamlı təmasda olması bu zonanın fonetik sisteminə və səs quruluşuna xüsusi təsir göstərmişdir. Tədqiqat nəticəsində əsaslı şəkildə müəyyən edilmişdir ki, ədəbi dildən fərqli olaraq, bu bölgədə həm saitlərin, həm də samitlərin tələffüzündə qədim türk dillərinə məxsus arxaik xüsusiyyətlər qorunub saxlanılmaqla yanaşı, həm də tamamilə yeni və spesifik fonetik hadisələr formalaşmışdır. Xüsusilə ahəng qanununun yerli şivələrdə tez-tez pozulması, damaq və dodaq ahənginin nəzərəçarpacaq dərəcədə zəifləməsi, fərqli sait əvəzlənmələri bölgənin ən səciyyəvi cəhəti kimi geniş elmi təhlilə cəlb edilmişdir. Bundan əlavə, nitq prosesində saitlərin uzanması, qısalması və diftonqlaşma meylləri kimi mühüm proseslər konkret linqvistik faktlar vasitəsilə və zəngin nümunələrlə ətraflı şəkildə izah edilmişdir. Samitlər sistemində isə xüsusi olaraq kar və cingiltili samitlərin mövqe dəyişməsi, xalq danışıq dilində sıx-sıx rast gəlinən səciyyəvi səs keçidləri dəqiq müəyyənləşdirilmişdir. Həmçinin assimilyasiya, dissimilyasiya, səsdüşmə, səsartırma və səsyeridəyişmə kimi mürəkkəb fonetik hadisələrin Şəki-Zaqatala dialektindəki rolu və tezliyi aydınlaşdırılmışdır. Məqalədə eyni zamanda tarixilik və müasirlik prinsipləri əsas götürülərək, elmi mənbələr vasitəsilə toplanmış zəngin linqvistik materiallar müqayisəli-tarixi metodla dərindən təhlil edilmişdir. Tədqiqatın elmi yeniliyi ondan ibarətdir ki, Şəki-Zaqatala zonasının fonetik sistemi müasir Azərbaycan dilçilik elminin prinsipləri çərçivəsində, nüfuzlu nəzəriyyələrə istinadən yenidən işlənmiş və müxtəlif konseptual fikirlər ümumiləşdirilərək bütöv bir sistem halına salınmışdır. Nəticə etibarı ilə, təqdim edilən bu elmi məqalə Azərbaycan dilinin dialektoloji xəritəsinin təfərrüatlı şəkildə müəyyənləşdirilməsinə mühüm təsir edəcək və ümumtürk dilçiliyində aparılacaq müqayisəli fonetik araşdırmalara dəyərli mənbə kimi xidmət göstərəcəkdir.

Açar sözlər: dialektologiya, fonetika, Şəki-Zaqatala, sait, samit.

GİRİŞ.

Mövzunun aktuallığı: Dil hər bir xalqın tarixini, mədəniyyətini, psixologiyasını və minilliklər boyu formalaşmış milli kimliyini özündə daşıyan, nəsillərdən-nəsillərə ötürən ən mühüm sosial-tarixi hadisədir. Azərbaycan dilinin keçdiyi tarixi inkişaf yollarını, onun leksik, qrammatik və fonetik xüsusiyyətlərini tam, əhatəli şəkildə dərk etmək üçün ümumxalq dilinin ayrılmaz bir parçası hesab olunan dialekt və şivələrin öyrənilməsi müstəsna əhəmiyyət kəsb edir. Azərbaycan ərazisi dialektoloji baxımdan olduqca zəngin və rəngarəng poliqrondur. Bu rəngarənglik içərisində ölkənin şimal-qərb qrupu dialekt və şivələrini (Şəki, Zaqatala, Qax, Balakən, Oğuz və Qəbələ) özündə birləşdirən Şəki-Zaqatala dialekt zonası xüsusi və unikal yer tutur. Coğrafi olaraq Böyük Qafqaz sıra dağlarının cənub ətəklərində yerləşən bu zona tarixən həm müxtəlif Qafqaz dilli xalqlarla sıx təmasda olmuş, həm də qədim türk tayfalarının oturaq həyat tərzi sürdüyü mərkəzlərdən biri kimi özünün spesifik və arxaik cəhətlərini qoruyub saxlaya bilmişdir. Məhz bu ikili xarakter – bir tərəfdən mühafizə edilən qədim türk fonetik xüsusiyyətləri, digər tərəfdən isə qonşu Qafqaz dillərinin substrat təsiri ilə yaranan yeni fonetik proseslər bu zonanın öyrənilməsini müasir Azərbaycan dilçiliyi üçün son dərəcə aktual edir. Dialektlərin, xüsusən də fonetik sistemin tədqiqi ədəbi dilimizin tarixinin, formalaşma mərhələlərinin qaranlıq səhifələrini aydınlaşdırmağa, dilin təbii inkişaf qanunauyğunluqlarını aşkara çıxarmağa xidmət edir. Şəki-Zaqatala zonasının mürəkkəb fonetik sferası bu baxımdan tədqiqatçılara çox zəngin və dəyərli material təqdim etməkdədir.

Mövzunun məqsədi: Təqdim olunan bu məqalənin əsas məqsədi Şəki-Zaqatala dialekt zonasının fonetik sistemini bütöv və kompleks şəkildə analiz etmək, bu şivələr üçün xarakterik olan tarixi səs dəyişmələrini, ahəng qanununun fəaliyyət dairəsini və mövqeyini, habelə sait və samit sistemindəki spesifik əvəzlənmələri müasir dilçilik elminin prinsipləri səviyyəsində araşdıraraq elmi müstəvidə sistemləşdirməkdir. Məqsəd həmçinin, tədqiq olunan regionun səs tərkibi ilə ümumxalq ədəbi dilimizin fonetik xüsusiyyətlərini detallı şəkildə müqayisə edərək, yerli şivələrin özünəməxsusluğunu, inkişaf dinamikasını və arxaik qatlarını əsaslı, mötəbər elmi arqumentlərlə ortaya qoymaqdır.

ƏSAS HİSSƏ.

Saitlər sistemi və ahəng qanununun spesifik mövqeyi. Azərbaycan dilinin digər dialekt zonalarında olduğu kimi, Şəki-Zaqatala qrupu şivələrində də ədəbi dilimizdəki 9 sait səsin hamısına rast gəlinir. Lakin bu saitlərin kəmiyyət və keyfiyyət xüsusiyyətləri, söz daxilində tutduğu mövqelər və tarixən məruz qaldığı transformasiyalar olduqca fərqlidir. Türk dillərinin qrammatik və fonetik quruluşunun onurğa sütununu təşkil

edən ahəng qanunu (sinqarmonizm) Şəki-Zaqatala zonasında özünün spesifikliyi ilə diqqəti cəlb edir. Ədəbi dildən və xüsusən də cənub və qərb dialektlərindən fərqli olaraq, şimal-qərb zonasında, xüsusilə Qax, Zaqatala və Balakən şivələrində ahəng qanununun tez-tez və kütləvi şəkildə pozulması müşahidə edilir. Tədqiqatçıların fikrincə, bu prosesin yaranması həm qədim daxili inkişaf meylləri, həm də çoxəsrlik coğrafi qonşuluqla bilavasitə bağlıdır. Məşhur dilçi-alim Məmmədağa Şirəliyev bu qanunauyğunluğu təhlil edərək yazır ki, "Şəki-Zaqatala qrupu şivələrində ahəng qanununun pozulması həm kök, həm də şəkilçi daxilində çox güclüdür və bu hal əsasən iber-qafqaz dillərinin təsiri ilə izah olunur" [1, s. 115].

Həqiqətən də, bu zonada həm damaq, həm də dodaq ahənginin pozulmasına dair saysız-hesabsız nümunələrə rast gəlmək mümkündür. Məsələn, qalın saitli söz köklərinə incə saitli şəkilçilərin qoşulması və ya əksinə, incə saitli sözlərə qalın saitli şəkilçilərin qoşulması dialektin daxili normasına çevrilmişdir: *almişəm* (almışam), *baxəssan* (baxacaqsan), *gəlux* (gəlirik), *yazüf* (yazıb). Bu növ pozuntular xüsusilə feillərin təsriflənən formalarında özünü daha qabarıq şəkildə göstərməkdədir.

Sait əvəzlənmələri və fonetik keçidlər. Şəki-Zaqatala zonasının fonetik sistemində saitlərin bir-birini əvəz etməsi və fərqli məxrəclərdə tələffüz olunması dialektin zənginliyini göstərən əsas faktorlardan biridir. Zonanın şivələrində ən çox nəzərə çarpan fonetik hadisələrdən biri *a* saatinin *o* saatinə keçməsidir. Dodaqlanma meylinin yüksək olması bu keçidin əsas fonetik zəminidir. Xüsusilə, birinci hecada olan *a* saiti vurğunun təsiri və səs ahəngi nəticəsində qismən daralır və dodaqlanır. Tanınmış dialektoloq E. Əzizov bu məsələ ilə bağlı xüsusi qeyd edir ki, "Qax və Zaqatala şivələrində qapalı saitlərin açıq saitlərə nisbətən daha çox dəyişikliyə məruz qalması, eyni zamanda 'a' saatinin 'o' kimi tələffüzü qonşu dillərdən keçmiş spesifik substrat hadisə hesab edilməlidir" [2, s. 82]. Nümunə olaraq bölgə əhalisinin danışığında tez-tez rast gəlinən *bobo* (baba), *oto* (ata), *qodoş* (qardaş), *yoxe* (yaxa) kimi sözləri göstərmək mümkündür.

Bununla yanaşı, ön sıra saitləri olan *e* və *ə* səslərinin qarşılıqlı əvəzlənməsi Şəki, Oğuz və Qəbələ şivələri üçün kütləvi xarakter daşıyır. Ədəbi dildə tərkibində *ə* saiti olan bir çox sözlər bu zonada *e* saiti ilə tələffüz olunur və əksinə. Məsələn, *xeber* (xəbər), *gece* (gecə), *məçid* (məscid) və sair. Həmçinin, dar saitlərin (ı, i, u, ü) sözün əvvəlində, ortasında və ya sonunda reduksiyaya uğraması, tamamilə düşməsi və ya başqa saitlərlə əvəzlənməsi (*qizil* - qızıl, *üzi* - üzü) xarakterik səciyyə daşıyır.

Samitlər sisteminin özünəməxsusluğu və səs keçidləri. Şimal-qərb zonasının, xüsusən də Şəki (tarixi Nuxa) şivələrinin samitlər sistemi Azərbaycan dialektologiyasında hər zaman tədqiqatçıların böyük marağına səbəb olmuşdur. Ədəbi dilimizlə müqayisədə bu zonanın samit fonemləri həm tənəffüs axını, həm də məxrəc

fərqliliyi baxımından kəskin ayrılır. Bu qrupun ən məşhur və xarakterik fonetik fərqləndiricisi *k* samitinin palatalizasiyaya (damaqlaşmaya) uğrayaraq *ç* samitinə keçməsidir. Xüsusilə incə saitlərin əhatəsində və ya sözün əvvəlində yerləşən *k* saiti yumşaq *ç* kimi reallaşır. Tədqiqatçı M. İslamov bu barədə mühüm bir elmi qənaət irəli sürərək bildirir ki, "Şəki şivəsinin ən qabarıq fonetik xüsusiyyətlərindən biri ön sıra incə saitlərlə işlənən kar 'k' samitinin 'ç' samitinə keçməsidir və bu proses şivənin tarixi arxaikliyini sübut edən bariz faktdır" [3, s. 41]. Dialektdən toplanmış *çişi* (kişi), *çimə* (kimə), *çəpənəx* (kəpənək), *çəndi* (kəndi) kimi leksik vahidlər bu qanunauyğunluğu əyani şəkildə təsdiqləyir.

Bundan başqa, arxa sıra qalın saitlərlə işlənən kar *q* samitinin mövqe dəyişmələri də diqqətəlayiqdir. Azərbaycan dilinin qərb qrupu dialektlərindən fərqli olaraq, Şəki-Zaqatala zonasında söz başındakı *q* samiti əsasən öz qüvvəsini qoruyur, bəzi hallarda isə intensivləşərək güclü və dərin boğaz samitinə çevrilir. Lakin söz ortasında və söz sonunda həmin *q* samiti kütləvi şəkildə kar *x* samiti ilə əvəz olunur: *uşax* (uşaq), *baxmax* (baxmaq), *yaxşı* (q korreksiyası ilə yox, təmiz x məxrəci ilə), *çoxax* (qaçaq).

Cingiltili və kar samitlərin qarşılıqlı əvəzlənməsi də (p~b, t~d, ç~c) fonetik sistemin ayrılmaz bir hissəsidir. Xüsusən Zaqatala və Balakən bölgələrində söz əvvəlində kar samitlərin cingiltiləşməsi (məsələn, *p* > *b*, *barmaq* yerinə bəzən kəskin *p* ilə tələffüz, lakin əksər hallarda karlaşma meyli) dinamik xarakter daşıyır.

Fonetik hadisələr: Assimilyasiya, dissimilyasiya və səsdüşməsi. Şəki-Zaqatala zonasının fonetik zənginliyi təkcə fərdi səs əvəzlənmələri ilə deyil, həm də fonoloji proseslərin aktivliyi ilə ölçülür. Mürəkkəb fonetik hadisələrdən sayılan assimilyasiya (səslərin bir-birinə bənzəməsi) bu şivələrdə xüsusi qanunauyğunluqla cərəyan edir. Həm proqressiv (irəliyə doğru), həm də reqressiv (geriyə doğru) assimilyasiya hallarına rast gəlinir. Alim C. Qəhrəmanov bu proseslərin mexanizmini təhlil edərək qeyd edir ki, "Zaqatala-Qax şivələrində kar samitlərin cingiltili samitlərə, xüsusən 'l', 'r', 'n' sonorantlarına təsiri nəticəsində yaranan tam assimilyasiya ədəbi dilə nisbətən daha stabil və qanunauyğun xarakter almışdır" [4, s. 56]. Nümunə olaraq: *addan* (atdan), *qızdar* (qızlar), *günnər* (günlər), *tutdux* (tutduq) kimi formaları göstərmək olar.

Eliziya, yəni səsdüşməsi hadisəsi əsasən nitqin sürəti və tələffüz qənaəti prinsipi əsasında baş verir. Söz ortasında qonşu samitlərdən birinin, xüsusən də *r*, *l* kimi axıcı samitlərin düşməsi geniş yayılmışdır. Məmmədov Qəbələ şivələrini tədqiq edərkən bu qənaətə gəlmişdir ki, "Söz ortasında və sonunda yaranan samit yığımlarının qarşısını almaq, tələffüzü asanlaşdırmaq məqsədilə axıcı samitlərin eliziyası Qəbələ və Oğuz şivələri üçün aparıcı fonetik tendensiyalardan biridir" [5, s. 29]. Nümunə kimi *qadaş* (qardaş), *ötü* (örtü), *gədi*

(gəldi) kimi dialektizmlər qeyd edilə bilər. Metateza (səslərin yerdəyişməsi) halları da (məsələn, *kirpik* əvəzinə *kiprik*, *məşhur* əvəzinə *məhşur*, *torpaq* əvəzinə *toprax*) xalq danışıq dilində özünə geniş yer tapmışdır.

Bütün bu arqumentlər sübut edir ki, Şəki-Zaqatala bölgəsinin fonetik quruluşu təsadüfi səs dəyişmələri toplusu deyil, özünəməxsus qanunları və tarixi mənşəyi olan mürəkkəb, lakin daxili sistemə malik bütöv bir mexanizmdir.

NƏTİCƏ.

Şəki-Zaqatala dialekt zonasının fonetik xüsusiyyətlərinin detallı və sistemli şəkildə araşdırılması bizə bu qənaətə gəlməyə əsas verir ki, Azərbaycan dilinin şimal-qərb qrupu şivələri ümumxalq dilimizin ən zəngin, qədim və arxaik elementləri mühafizə edən qollarından biridir. Tədqiqat prosesində aparılan fonetik analizlər və gətirilən arqumentlər təsdiq edir ki, bu zonanın səs quruluşu ədəbi dildən ciddi fərqliliklərə malikdir. Nəticə olaraq müəyyən edilmişdir ki, dialekt zonasında ahəng qanununun pozulması kütləvi hal almış, bu fenomen xüsusilə Qax, Zaqatala və Balakən şivələrində iber-qafqaz dillərinin tarixi təsiri fonunda tam şəkildə daxili norma səviyyəsinə yüksəlmişdir.

Saitlər sistemində *a* > *o*, *e* > *ə* kimi qanunauyğun səs keçidləri bölgə əhalisinin artikulyasiya bazasının fərqliliyini, dodaqlanma və daralma meyllərinin üstünlüyünü nümayiş etdirir. Samitlər sisteminin təhlilindən əldə olunan ən mühüm nəticə isə Şəki-Zaqatala zonasının "k" və "q" samitlərinin tələffüzü ətrafında formalaşmış spesifik şəbəkəsidir. Qədim türk dilləri üçün xarakterik olan səs xüsusiyyətləri burada palatalizasiya (*k* > *ç*) və spirantizasiya (*q* > *x*) vasitəsilə yeni forma almışdır. Həmçinin assimilyasiya, dissimilyasiya, eliziya və metateza kimi fonoloji hadisələrin dildəki yüksək fəallığı dialektin canlılığını və dinamik inkişafda olduğunu təsdiq edir. Yekun etibarilə qeyd edilməlidir ki, Şəki-Zaqatala dialekt zonasının fonetik sistemi Azərbaycan ədəbi dilinin tarixinin, türk dillərinin təkamül yollarının və areallinqvistik əlaqələrin öyrənilməsi baxımından əvəzedilməz elmi mənbədir və bu xüsusiyyətlərin davamlı, dərindən öyrənilməsi həm milli, həm də ümumtürk dilçiliyi üçün mühüm perspektivlər vəd edir.

ƏDƏBİYYAT SİYAHISI

1.Şirəliyev, M. (2008). Azərbaycan dialektologiyasının əsasları. Bakı: "Şərq-Qərb" nəşriyyatı.
2.Əzizov, E. (2016). Azərbaycan dialektologiyası. Bakı: "Elm və təhsil" nəşriyyatı.
3.İslamov, M. (1968). Azərbaycan dilinin Nuxa dialekti. Bakı: Azərbaycan SSR Elmlər Akademiyası Nəşriyyatı.
4.Qəhrəmanov, C., & İmaməliyev, T. (1983). Zaqatala-Qax şivələri. Bakı: "Elm" nəşriyyatı.
5.Məmmədov, M. (2001). Azərbaycan dilinin Qəbələ şivələri. Bakı: "Nurlan" nəşriyyatı.

OXU TƏLİMİNDƏ STRATEGİYALI YANAŞMANIN ROLU

Gültəkin Atəş qızı Abdullayeva

pedaqogika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti, Filologiya fakültəsi

ORCİD: 0009-0009-5332-2146

Pion2691@rambler.ru

Xülasə

Azərbaycan dilinin tədrisinin əsas funksiyalarından biri oxu təlimidir. O, şagirdlərin nitqini, özünüifadə bacarıqlarını inkişaf etdirir, söz ehtiyatını artırır. Oxu təlimi həm də anlayaraq, düzgün, sürətli və ifadəli oxu vərdişləri qazandırır, məzmunu nəql etmə, təhlil etmə, ona öz münasibətini bildirmə, mətndə verilənləri həyatla əlaqələndirmə və s. kimi bacarıqlar formalaşdırır.

Şagirdlərin təlim nəticələrini yüksəltmək üçün müvafiq strategiya, metod və üsullardan istifadə etmək, mətnin oxusunu düzgün təşkil etmək vacibdir. Oxunun düzgün təşkili dedikdə isə strategiyalı oxu nəzərdə tutulur. Strategiyalı oxu ilə bağlı müxtəlif yanaşmalar var. Mütəxəssislərin fikrincə, strategiyalı oxu mətni dərk edərək, düşünərək oxumaqdır. Onlardan bir qismi düşünür ki, strategiyalı oxu şagirdə daha məharətlə düşünməyi öyrədir. Onların bir qismi isə strategiyalı oxunu təlimin əsas məqsədi hesab edir. Yəni bu cür oxu anlamaya, tətbiqə və təhlilə aparan əsas yoldur. Bununla şagirdlər sürətli düşünmək, sual vermək, əvvəlki biliklərin əsasında yeni biliklər qazanmaq, fikir mübadiləsi aparmaq, oxuduqlarından nəticə çıxarmaq və bütün bunlardan həyatda qarşılaşdığı problemlərin həllində istifadə etmək bacarıqlarına yiyələnirlər.

Açar sözlər: oxu təlimi, strategiyalı oxu, oxu bacarıqları

THE ROLE OF STRATEGIC APPROACHES IN READING INSTRUCTION

Abstract

One of the main functions of teaching the Azerbaijani language is reading instruction. It contributes to the development of students' speech and self-expression skills and enriches their vocabulary. Reading instruction also enables students to acquire the skills of reading with comprehension, accuracy, fluency, and expression. Furthermore, it develops such skills as retelling the content of a text, analysing it, expressing personal opinions, relating the information presented in the text to real-life situations, and others.

In order to improve students' learning outcomes, it is essential to employ appropriate strategies, methods, and techniques and to organise the reading process effectively. Effective organisation of reading primarily involves strategic reading. There are various approaches to strategic reading. According to specialists, strategic reading is the process of reading a text thoughtfully and with comprehension. Some researchers argue that strategic reading teaches students to think more effectively and purposefully, while others consider it one of the primary objectives of education. In other words, this type of reading serves as a fundamental means of achieving comprehension, application, and analysis. Through strategic reading, students develop the ability to think quickly and critically, ask questions, acquire new knowledge based on their prior knowledge, exchange ideas, draw conclusions from what they have read, and apply their acquired knowledge and skills to solving problems encountered in everyday life.

Keywords: reading instruction, strategic reading, reading skills

Giriş

Müasir təhsil prosesində oxu bacarığının formalaşdırılması şagirdlərin yalnız mətnləri düzgün və ifadəli oxumasını təmin etməklə məhdudlaşmır. Oxu fəaliyyəti şagirdin məlumatı qavraması, təhlil etməsi, ümumiləşdirməsi, qiymətləndirməsi və əldə etdiyi bilikləri müxtəlif situasiyalarda tətbiq etməsi ilə bağlı mürəkkəb idrak prosesidir. Bu baxımdan oxu təliminin əsas məqsədlərindən biri şagirdlərdə şüurlu və məqsədyönlü oxu vərdişlərinin formalaşdırılmasıdır. Azərbaycan dilinin tədrisi prosesində oxu xüsusi əhəmiyyət daşıyır. Oxu şagirdlərin nitqinin inkişafına, söz ehtiyatının zənginləşməsinə, özünüifadə bacarıqlarının formalaşmasına və kommunikativ səriştələrinin inkişafına mühüm təsir göstərir. Eyni zamanda oxu vasitəsilə şagirdlər müxtəlif məzmunlu mətnlərlə tanış olur, yeni məlumatlar əldə edir, hadisə və faktlar arasında əlaqə yaradır, oxuduqlarına münasibət bildirirlər. Buna görə də oxu dərslərinin səmərəli təşkili müasir təlimin mühüm tələblərindən biri kimi çıxış edir.

Ənənəvi oxu təlimində əsas diqqət mətnin düzgün oxunmasına və məzmununun nəql edilməsinə yönəldilirdisə, müasir yanaşmalarda şagirdin mətnlə fəal qarşılıqlı əlaqəsi əsas götürülür. Bu baxımdan strategiyalı oxu xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Strategiyalı oxu şagirdin oxu prosesində məqsəd müəyyənləşdirməsini, əvvəlki biliklərini fəallaşdırmasını, suallar verməsini, fərziyyələr irəli sürməsini, oxuduqlarını təhlil etməsini və nəticə çıxarmasını təmin edən məqsədyönlü fəaliyyətlər sistemidir.

Strategiyalı oxunun səmərəli təşkili müəllimin düzgün istiqamətləndirici fəaliyyətindən əhəmiyyətli dərəcədə asılıdır. Müəllim oxu prosesində şagirdə hazır cavablar vermək əvəzinə, onu düşünməyə və müstəqil nəticəyə gəlməyə yönəltməlidir. Müəllimin əsas vəzifələrindən biri mətnin xüsusiyyətinə və şagirdlərin hazırlıq səviyyəsinə uyğun strategiyalar seçməkdir. Bütün mətnlər üçün eyni strategiyanın tətbiqi məqsədəuyğun deyil. Bədii mətnlərin oxusunda proqnozlaşdırma, obrazların təhlili, emosional münasibətin ifadəsi və mətnin ideyasının müəyyənləşdirilməsi daha əhəmiyyətli olduğu halda, informativ mətnlərdə əsas və ikinci dərəcəli məlumatların fərqləndirilməsi, açar sözlərin seçilməsi və ümumiləşdirmə daha məqsədəuyğun ola bilər.

Müəllim eyni zamanda şagirdlərin fərdi xüsusiyyətlərini nəzərə almalıdır. Bəzi şagirdlər mətni sürətlə qavraya, digərləri isə əlavə izaha ehtiyac duya bilərlər. Buna görə də fərdiləşdirilmiş və diferensiallaşdırılmış tapşırıqlardan istifadə strategiyalı oxunun səmərəliliyini artıra bilər. Qrup və cütlərlə iş, müzakirə, beyin həmləsi, klaster, müqayisə cədvəlləri və yaradıcı tapşırıqlar strategiyalı oxunun interaktiv şəkildə təşkilinə imkan verir. Bu üsullar şagirdlərin dərsdə fəallığını artırır və onları oxu prosesinin birbaşa iştirakçısına çevirir.

Strategiyalı oxu anlayışı, onun əsas xüsusiyyətləri və mərhələləri

Strategiyalı oxu oxucunun mətnlə şüurlu və məqsədyönlü şəkildə qarşılıqlı əlaqəsini nəzərdə tutur. Belə oxu prosesində şagird yalnız müəllifin təqdim etdiyi məlumatı qəbul etmir, eyni zamanda həmin məlumatı öz əvvəlki bilikləri və şəxsi təcrübəsi ilə əlaqələndirərək məna qurur. Bu baxımdan strategiyalı oxu passiv deyil, fəal oxu modelidir. Strategiyalı oxunun mühüm xüsusiyyətlərindən biri onun məqsədyönlü olmasıdır. Şagird mətni hansı məqsədlə oxuduğunu bilməli, oxu zamanı diqqətini əsas məsələlərə yönəltməli və oxuduqlarının məqsədə nə dərəcədə uyğun olduğunu qiymətləndirməlidir. Məsələn, şagird bədii mətni obrazların xarakterini müəyyənləşdirmək məqsədilə oxuya, informativ mətni isə konkret məlumatı əldə etmək üçün nəzərdən keçirə bilər. Bu zaman oxu strategiyası mətnin xüsusiyyətinə və qarşıya qoyulan məqsədə uyğun seçilir.

Strategiyalı oxunun digər mühüm xüsusiyyəti şagirdin öz oxu fəaliyyətini izləməsidir. Şagird oxuduğu hissəni başa düşüb-düşmədiyini müəyyənləşdirir, anlaşılmayan məqamları yenidən nəzərdən keçirir, suallar verir və lazım gəldikdə əvvəlki fərziyyələrini dəyişir. Belə yanaşma şagirdlərdə özünənəzarət və metakoqnitiv bacarıqların formalaşmasına kömək edir. Strategiyalı oxu əsasən üç mərhələdə təşkil edilə bilər: oxudan əvvəl, oxu zamanı və oxudan sonra. Bu mərhələlərin hər biri oxuyub-anlama prosesinin müəyyən aspektinin inkişafına xidmət edir.

Oxudan əvvəlki mərhələnin əsas məqsədi şagirdləri mətnin qavranılmasına hazırlamaq və onların mövzu ilə bağlı əvvəlki biliklərini fəallaşdırmaqdır. Bu mərhələdə mətnin adı, şəkilləri, açar sözləri və digər elementləri əsasında müxtəlif fərziyyələr irəli sürülə bilər. Müəllim şagirdlərə “Mətn sizcə nədən bəhs edəcək?”, “Bu başlıq sizdə hansı fikirləri yaradır?”, “Mövzu haqqında nələri bilirsiniz?” kimi suallar verə bilər. Şagirdlərin cavabları onların mövzu ilə bağlı mövcud biliklərini üzə çıxarır və yeni məlumatın mənimsənilməsinə zəmin yaradır.

Proqnozlaşdırma strategiyası da bu mərhələdə mühüm rol oynayır. Şagirdlər mətnin müəyyən hissəsinə əsaslanaraq hadisələrin necə davam edəcəyi və ya hansı nəticə ilə yekunlaşacağı barədə fikir yürüdürlər. Daha sonra oxu prosesində həmin fərziyyələrin doğruluğu yoxlanılır. Belə fəaliyyət şagirdin mətnə marağını artırmaqla yanaşı, diqqətli oxunu da stimullaşdırır.

Oxu zamanı əsas məqsəd şagirdin mətnin məzmununu izləməsi və məlumatı fəal şəkildə emal etməsidir. Bu mərhələdə sualvermə, açar sözlərin müəyyənləşdirilməsi, əsas fikrin seçilməsi, müqayisə, proqnozlaşdırma və mətnin hissələri arasında əlaqələrin müəyyənləşdirilməsi kimi strategiyalardan istifadə edilə bilər. Sualvermə strategiyası şagirdlərin mətnə daha diqqətli yanaşmasına imkan verir. Şagird yalnız müəllimin suallarına cavab

verməklə kifayətlənməməli, özü də mətn əsasında suallar formalaşdırmalıdır. “Nə üçün?”, “Necə?”, “Sizcə, bundan sonra nə baş verəcək?”, “Müəllif bu fikri nə üçün vurğulayır?” kimi suallar mətnin dərin anlaşılmasına kömək edir. Açar sözlərin müəyyənləşdirilməsi də oxu prosesinin səmərəliliyini artırır. Şagird mətndə əsas məna yükünü daşıyan söz və ifadələri seçməklə mətnin ümumi məzmununu daha asan müəyyənləşdirə bilir. Sonrakı mərhələdə həmin açar sözlərdən istifadə etməklə mətnin qısa məzmununu ifadə etmək mümkündür. Əsas və ikinci dərəcəli fikirlərin fərqləndirilməsi isə şagirdin mətnin strukturunu anlamasına şərait yaradır. Bu strategiya xüsusilə informativ və elmi-kütləvi mətnlərin oxusu zamanı əhəmiyyətlidir. Şagird hansı məlumatın əsas, hansının isə onu tamamlayan xarakter daşıdığını müəyyənləşdirərək mətnin məntiqi quruluşunu dərk edir.

Oxudan sonrakı mərhələ əldə edilmiş məlumatların ümumiləşdirilməsi və qiymətləndirilməsi baxımından mühüm əhəmiyyət daşıyır. Bu mərhələdə şagird mətnin əsas ideyasını müəyyənləşdirir, oxuduqlarını ümumiləşdirir, müəllifin mövqeyini qiymətləndirir və öz münasibətini bildirir. Müəllim “Mətnin əsas fikri nədir?”, “Müəllif oxucuya hansı mesajı çatdırmaq istəyir?”, “Mətnin hansı hissəsi sizin üçün daha maraqlı oldu və nə üçün?” kimi suallardan istifadə edə bilər. Bundan əlavə, şagirdlərdən oxuduqları məlumatı həyat hadisələri ilə əlaqələndirmək və ya mətnə alternativ başlıq vermək tələb oluna bilər. Belə fəaliyyətlər oxunun yalnız mətn daxilindəki məlumatın mənimsənilməsi ilə məhdudlaşmasına imkan vermir. Şagird əldə etdiyi bilikləri real həyatla əlaqələndirir, öz mövqeyini formalaşdırır və onu əsaslandırmağa çalışır.

Strategiyalı oxunun oxu bacarıqlarının inkişafına təsiri

Strategiyalı oxu şagirdlərin bir sıra mühüm oxu və düşünmə bacarıqlarının kompleks şəkildə inkişafına şərait yaradır. İlk növbədə, bu yanaşma oxuyub-anlama bacarığının inkişafını təmin edir. Şagird mətni yalnız səsləndirmir, onun məzmununu, məqsədini və əsas ideyasını müəyyənləşdirir. Bununla yanaşı, strategiyalı oxu tənqidi düşünmə bacarığının inkişafına da müsbət təsir göstərir. Şagird mətnə verilmiş məlumatı olduğu kimi qəbul etmək əvəzinə, onun üzərində düşünür, müxtəlif fikirləri müqayisə edir, səbəb-nəticə əlaqələrini müəyyənləşdirir və öz mövqeyini əsaslandırır.

Strategiyalı oxu yaradıcı düşünmənin inkişafı üçün də əlverişli imkanlar yaradır. Şagirdlərdən hadisələrin alternativ inkişafını təsəvvür etmək, mətnə fərqli sonluq yazmaq, obrazın davranışını dəyişdirmək və ya oxuduqları əsasında yeni fikir irəli sürmək tələb edildikdə onların yaradıcı potensialı fəallaşır. Bu yanaşma həmçinin şagirdlərin şifahi və yazılı nitqinin inkişafına xidmət edir. Mətn haqqında fikir bildirmək, sual

vermək, müzakirədə iştirak etmək və oxuduqlarını ümumiləşdirmək şagirdlərin öz fikirlərini daha aydın və ardıcıl ifadə etməsinə imkan verir.

Nəticə

Strategiyalı oxu müasir oxu təliminin səmərəli təşkili üçün mühüm pedaqoji yanaşmalardan biridir. Bu yanaşma şagirdin mətni mexaniki şəkildə oxumasından fərqli olaraq, onun oxu prosesində fəal iştirakını, məqsəd müəyyənləşdirməsini, suallar verməsini, əvvəlki biliklərini səfərbər etməsini, oxuduqlarını təhlil və qiymətləndirməsini təmin edir. Strategiyalı oxunun "oxudan əvvəl - oxu zamanı - oxudan sonra" mərhələləri üzrə təşkil edilməsi şagirdlərin oxuyub-anlama fəaliyyətini sistemli şəkildə inkişaf etdirməyə imkan verir. Proqnozlaşdırma, sualvermə, açar sözlərin müəyyənləşdirilməsi, əsas fikrin seçilməsi, müqayisə, ümumiləşdirmə və qiymətləndirmə kimi strategiyaların məqsədyönlü tətbiqi şagirdlərin yalnız oxu bacarıqlarını deyil, həm də tənqidi, yaradıcı və məntiqi düşünmə bacarıqlarını inkişaf etdirir.

Beləliklə, strategiyalı oxunun oxu dərslərində tətbiqi şagirdin müstəqil düşünən, oxuduğunu anlayan, əldə etdiyi məlumatı əvvəlki bilikləri ilə əlaqələndirən və onu real həyat situasiyalarında tətbiq edə bilən şəxs kimi formalaşması baxımından mühüm əhəmiyyəti var. Buna görə də strategiyalı yanaşmanın oxu təliminin ayrılmaz komponentlərindən biri kimi sistemli şəkildə tətbiqi müasir təhsilin qarşısında duran əsas vəzifələrdən hesab edilə bilər.

Ədəbiyyat:

1. Cəfərova N. Oxu təliminin metodikası. Bakı: ADPU, 2021, 180 s.
2. Cəfərova N. İbtidai siniflərdə strategiyalı oxu problemi. Bakı: ADPU, 2021, 260 s.
3. Kərimov Y. İbtidai siniflərdə ana dilinin tədrisi metodikası. Bakı: Nasir, 2013
4. Qurbanov V. Ana dilinin tədrisi metodikası. Bakı, ADPU, 2021, 35 s.
5. Nəbiyeva Ş., Abdullayeva G., Kərimova A. Ana dilinin tədrisi metodikası fənnindən mühazirələr. Bakı: Elm və təhsil, 2015

A MORPHOLOGİCAL AND PHONOLOGİCAL APPROACH TO STRESS PREDİCTİON İN ENGLİSH

Nigar Oruj Mammadova

Lecturer at Azerbaijan State Pedagogical University (ASPU)

Email: mamedovanigar90@gmail.com

ORCID: 0000-0003-0401-3629

Abstract

Lexical stress is one of the most complex and variable aspects of English pronunciation. Unlike languages with relatively predictable stress systems, English allows stress to occur on different syllables depending on morphological structure, lexical history, phonological patterns, and analogy with related words. Verbs are particularly interesting in this respect because their stress patterns may vary according to derivational morphology, suffixation, syllable structure, and relationships with other lexical items. This article examines the possibility of predicting stress placement in English verbs by considering three major factors: analogy, morphology, and the level of abstraction at which phonological patterns are represented. It argues that English stress cannot always be explained by a single set of surface-level phonological rules. Instead, accurate prediction requires an interaction between morphological information, lexical representations, and productive phonological generalizations. Analogy also plays an important role by allowing speakers to extend familiar stress patterns to new or unfamiliar verbs. The discussion highlights the importance of distinguishing between highly abstract phonological representations and patterns that are directly observable in the pronunciation of individual words.

Keywords: English verbs, lexical stress, word stress, stress prediction, phonology, morphology, analogy, phonological patterns, abstraction, lexical representation, derivational morphology, English pronunciation

Introduction

Stress is a fundamental component of English phonology. It contributes not only to the pronunciation of individual words but also to rhythm, intelligibility, and the organization of spoken discourse. In English, stressed syllables are generally characterized by greater prominence, which may involve increased duration, intensity, pitch movement, and vowel quality. However, the position of stress is not completely predictable from syllable structure alone.

English verbs provide an important area for investigating lexical stress because they demonstrate considerable variation. Some verbs have stable stress patterns, whereas others change their stress depending on morphological or lexical context. For example, pairs such as *permit* and *permit*, *record* and *record*, and *increase* and *increase* illustrate how stress can distinguish grammatical categories or lexical items. Although these examples are not sufficient to establish a universal rule, they demonstrate that stress placement is closely connected with lexical and grammatical information.

The prediction of stress therefore raises an important theoretical question: to what extent can English stress be explained by phonological rules, and to what extent must morphological and lexical information be incorporated into the analysis? This question becomes particularly significant when considering analogy and the level of abstraction of phonological patterns.

2. Lexical Stress in English

English is commonly described as a language with relatively unpredictable lexical stress. While certain tendencies can be identified, exceptions are numerous. Stress may occur on the first, second, or a later syllable depending on the lexical and morphological properties of a word.

In many cases, stress patterns can be associated with particular suffixes. For instance, suffixes such as *-ation*, *-ity*, and *-ic* may influence the location of stress in derived words. However, suffixation does not always produce completely uniform results. The interaction between a base word and a suffix may produce different stress patterns depending on the morphological and lexical structure of the word.

This suggests that English stress should not be treated simply as a mechanical phonological process. Speakers appear to possess knowledge of recurring patterns as well as information about individual lexical items.

3. The Role of Morphology

Morphology provides an important source of information for predicting stress. Words are not isolated phonological sequences; they are often organized into morphological families. A verb may be related to nouns, adjectives, or other derived forms, and these relationships can affect speakers' expectations about stress.

For example, morphological derivation can result in changes in stress placement. When a suffix is added to a stem, the resulting word may preserve the original stress, shift it to another syllable, or follow a stress pattern associated with the particular suffix.

Morphological information may therefore help speakers identify which stress pattern is appropriate. This is particularly relevant in cases where two words have similar phonological structures but different morphological organizations. A purely phonological analysis may fail to account for such differences.

Morphology also contributes to the productivity of stress patterns. When speakers encounter a new verb, they may use its morphological structure to predict its pronunciation. Thus, stress prediction may involve an interaction between knowledge of word formation and knowledge of phonological patterns.

4. Analogy and Stress Prediction

Analogy is another important mechanism in the organization of English lexical stress. Speakers frequently encounter groups of words that share similar structures and pronunciation patterns. These patterns can establish expectations about unfamiliar lexical items.

For example, if a speaker knows several verbs belonging to a particular morphological or phonological pattern, they may assign stress to a new verb by analogy with those familiar words. In this sense, stress prediction is not necessarily based on a categorical rule. Instead, speakers may rely on patterns extracted from their lexical experience.

Analogy is especially important because English contains many exceptions to traditional stress rules. Rather than treating every exception as an isolated irregularity, an analogy-based approach can explain why speakers may group apparently unrelated words into larger patterns.

From this perspective, lexical stress is partly emergent from relationships among words. Frequent and productive patterns can become strong mental representations, while less frequent patterns may require greater lexical memorization.

5. The Level of Abstraction of Phonological Patterns

A central theoretical issue concerns the level at which phonological patterns should be represented. A highly abstract analysis may propose underlying representations that differ substantially from actual pronunciation. Such representations can potentially explain apparently irregular alternations by means of general phonological rules.

However, excessive abstraction may make the analysis less directly connected to speakers' actual linguistic experience. If speakers learn stress patterns from repeated exposure to concrete words and morphological families, then a model based exclusively on highly abstract representations may not adequately describe their knowledge.

A less abstract approach, by contrast, can emphasize surface phonological patterns and lexical relationships. Speakers may store recurring sequences, stress configurations, and morphological constructions without necessarily representing them through highly abstract underlying forms.

The appropriate level of abstraction may therefore depend on the particular phenomenon being analyzed. Some stress patterns may be effectively described through general phonological principles, whereas others may require lexical, morphological, or analogy-based explanations.

6. Interaction Between Phonology, Morphology, and Analogy

The prediction of stress in English verbs is best understood as the result of interaction among several linguistic mechanisms. Phonology provides general constraints on possible stress patterns, while morphology identifies relationships among stems and derived forms. Analogy allows speakers to generalize from familiar lexical patterns to new words.

These mechanisms should not necessarily be viewed as competing explanations. Instead, they may operate simultaneously. When speakers encounter an unfamiliar verb, they can use its syllable structure, morphological composition, and similarity to known lexical items to determine a probable stress pattern.

For example, a speaker may recognize a familiar suffix and associate it with a particular stress configuration. At the same time, the phonological structure of the word may constrain possible stress locations. Finally, similar words in the speaker's lexicon may reinforce one particular pronunciation.

This interaction provides a more flexible explanation than a single deterministic stress rule. It also explains why speakers can produce both highly regular patterns and exceptions

7. Implications for English Language Teaching

The relationship between morphology, analogy, and stress prediction has important implications for English language teaching. Learners often struggle with English stress because spelling provides limited information about pronunciation. Memorizing isolated stress positions can also be inefficient.

A more effective approach may involve teaching stress patterns together with morphological and lexical families. Learners can be encouraged to compare related words and identify recurring patterns rather than memorizing every word independently.

Pronunciation instruction can also benefit from explicitly teaching common suffixes and their effects on stress. Activities involving word families, minimal contrasts, and analogy-based pronunciation practice may help learners develop stronger awareness of English lexical stress.

Such an approach is particularly valuable for advanced learners because accurate word stress contributes significantly to intelligibility and naturalness in spoken English.

Conclusion

Predicting stress in English verbs is a complex task that cannot be fully explained by simple phonological rules. Morphological structure, lexical representation, analogy, and phonological generalizations all contribute to stress placement. The existence of numerous exceptions demonstrates that English speakers must rely on more than a single deterministic system.

Analogy provides an important mechanism through which speakers extend familiar stress patterns to new lexical items, while morphology helps organize words into related families. At the same time, phonological patterns impose constraints on possible stress configurations. The level of abstraction used to represent these patterns remains a significant theoretical question.

A comprehensive account of English lexical stress should therefore recognize the interaction between phonological regularity and lexical experience. Such an approach can contribute not only to theoretical phonology and morphology but also to practical approaches to English pronunciation teaching.

References

1. Chomsky, N., & Halle, M. (1968). *The sound pattern of English*. Harper & Row.
2. Fudge, E. C. (1984). *English word-stress*. George Allen & Unwin.
3. Giegerich, H. J. (1992). *English phonology: An introduction*. Cambridge University Press.
4. Hayes, B. (1995). *Metrical stress theory: Principles and case studies*. University of Chicago Press.
5. Hammond, M. (1999). *The phonology of English: A prosodic optimality-theoretic approach*. Oxford University Press.
6. Kager, R. (1999). *Optimality theory*. Cambridge University Press.
7. Liberman, M., & Prince, A. (1977). On stress and linguistic rhythm. *Linguistic Inquiry, 8*(2), 249–336.
8. McCarthy, J. J. (1986). OCP effects: Gemination and antigemination. *Linguistic Inquiry, 17*(2), 207–263.
9. Plag, I. (2003). *Word-formation in English*. Cambridge University Press.

DEVELOPMENT AND DURABILITY ASSESSMENT OF GBFS–METAKAOLIN-BASED GEOPOLYMER CONCRETE

Adel BOUALI[1], Zineb ABEOUB[2]
[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 , Email: zinebabeoub@gmail.com, Adelboualigm@gmail.com

ABSTRACT

This research focuses on the formulation, characterization, and durability assessment of geopolymer mortars and concretes based on granulated blast furnace slag (GBFS) and metakaolin (MK), with the aim of developing sustainable construction materials as potential alternatives to Portland cement. Particular attention is given to the effects of the Si/Al molar ratio and curing time, as well as to the nature of the alkaline activator (Na^+ or K^+), on the mechanical, thermal, and microstructural properties of GBFS–MK-based geopolymers.

The experimental program considers a fixed mass ratio of GBFS + MK to alkaline activator of 3, a water-to-binder ratio of 0.45, a silicate-to-hydroxide (S/H) ratio ranging from 0 to 9, and a binder-to-fine aggregate (B/A) ratio of 3. The influence of metakaolin content and the incorporation of selected additives aimed at improving workability will also be investigated, with particular emphasis on their effects on the mechanical performance and durability of the resulting geopolymer mortars.

Based on the most promising mortar formulations, geopolymer concretes incorporating GBFS and metakaolin will subsequently be developed and evaluated. Their performance will be assessed with regard to mechanical strength, durability, microstructural development, and resistance to elevated temperatures. The ultimate objective is to demonstrate the feasibility of producing high-performance, durable, and Portland-cement-free concretes using industrial by-products and aluminosilicate materials.

This study contributes to the development of more sustainable construction technologies by promoting the valorization of GBFS and metakaolin while reducing dependence on Portland cement, whose production is associated with significant CO_2 emissions. The proposed approach also aims to contribute to waste reduction, the preservation of natural resources and land, and the protection of water and soil from potential contamination associated with the disposal of industrial by-products.

Keywords: geopolymer concrete; granulated blast furnace slag; metakaolin; alkaline activation; durability; microstructure; mechanical properties; thermal resistance; sustainable construction.

COMPLEX Q-RUNG ORTHOPAIR FUZZY DECISION-MAKING APPPROACH WITH DIVERGENCE AND ENTROPY MEASURES

Sehrish Jehanzeb[a]

[a] **Department of Mathematics, Kohat University of Science and Technology, Kohat, KP, Pakistan**

E-mail address: sehrishjehanzeb6@gmail.com (Sehrish Jehanzeb).

Abstract

Complex q-rung orthopair fuzzy sets (Cq-RFSs) offer a flexible way to model un certain, two-dimensional information by capturing both amplitude and phase in membership and non-membership degrees. Yet current distance and divergence measures for Cq-RFSs often produce counter-intuitive results, lack strong discrim inating power, and overlook hesitancy and periodicity in expert judgments. To address these gaps, this study proposes a new divergence measure for Cq-RFSs, verifies its axiomatic properties, and introduces an entropy measure to quantify un certainty in evaluation data. Together, these measures form an integrated weighting approach that balances credibility and informativeness when determining criteria weights. The resulting weights feed into an extended VIKOR method, forming the Complex q-rung orthopair fuzzy VIKOR framework for multi-criteria decision making. A case study on selecting a software testing strategy for a California-based IT company deploying a cloud ERP system demonstrates the framework's practi cal value. Sensitivity analysis across key parameters confirms result stability, and comparison with existing methods highlights the framework's advantage in avoiding counter-intuitive outcomes.

Key Words: Complex q-rung orthopair fuzzy sets, Divergence measure, Entropy mea sure, VIKOR method, Strategy selection.

DOMBI AGGREGATION APPROCH FOR MULTI CRITERIA GROUP DECISION- MAKING WITH 2-TUPLE LINGUISTIC Q- RUNG ORTHOPAIR FUZZY INFORMATION

Faiqa Gul*

[a]Department of Mathematics, Kohat University of Science and Technology, Kohat, KP, Pakistan

E-mail address:faiqagull.kt@gmail.com (Faiqa Gul).

Abstract

Socioeconomic systems are inherently uncertain and complex, and decision-makers often differ in how they think and judge situations. Because of this, expert evaluations tend to be vague, imprecise, and fuzzy rather than precise. Two-tuple linguistic q-rung orthopair fuzzy sets (2TLq-RFSs) offer a flexible and effective way to capture this kind of uncertain and hesitant human judgment. This paper introduces a set of new Dombi operational laws designed specifically for two-tuple linguistic q-rung orthopair fuzzy sets. Building on these operations, two new aggregation operators are proposed: the 2-tuple linguistic q rung orthopair fuzzy Dombi weighted average operator and the 2-tuple linguistic q-rung orthopair fuzzy Dombi weighted geometric operator. The paper also explores several important properties and special cases associated with these operators. Building on this foundation, a new multi-attribute group decision-making framework is developed, incorporating the CRITIC method to objectively calculate criteria weights. To show how well this approach works in practice, a real-world case study is presented, focusing on evaluating green technologies for environmental sustainability. A detailed sensitivity analysis is also carried out to understand how changes in parameters affect the results, along with a thorough comparison against existing methods to highlight the strengths of the proposed approach.

STATİK MANYETİK ALANIN İNSAN GLİOBLASTOMA U87-MG HÜCRELERİNİN BİYOFİZİKSEL DAVRANIŞLARI ÜZERİNE ETKİLERİ

Masoume AKBARI [1] / Dr, Hamid MOBASHERI [2]
1Tahran Üniversitesi, Biyokimya ve Biyofizik Enstitüsü, Biyofizik, masoumeakbari@ut.ac.ir
2Tahran Üniversitesi, Biyokimya ve Biyofizik Enstitüsü, Biyofizik, h.mobasheri@ut.ac.ir

Özet

Glioblastoma, en agresif primer beyin tümörlerinden biridir ve hücrelerinin davranışı hücresel mikroçevrede bulunan fiziksel faktörlerden etkilenebilir. Bu çalışmanın amacı, statik manyetik alanın insan glioblastoma U87-MG hücrelerinin biyofiziksel davranışları üzerindeki etkilerini araştırmaktır. Bu amaçla, ters mikroskop üzerine yerleştirilebilen özel bir hücre kültürü odası tasarlanmış ve hücreler yara iyileşme modeli kullanılarak kontrol koşullarında ve 80–140 mT aralığında statik manyetik alana maruz bırakılarak incelenmiştir. Manyetik alan, hücre göç yönüne paralel olarak uygulanmış ve hücresel davranışlar 24 saat boyunca 3 dakikalık aralıklarla zaman atlamalı görüntüleme yöntemiyle izlenmiştir. Hücre canlılığı, hücre ve çekirdek morfolojisi, göç, yönelim ve hücre bölünmesi ImageJ yazılımı kullanılarak değerlendirilmiştir. Sonuçlar, statik manyetik alana maruziyetin hücre alanı, dairesellik, çekirdek morfolojisi ve göç davranışında değişikliklerle ilişkili olduğunu, ancak genel hücre canlılığı üzerinde anlamlı bir etkisinin bulunmadığını göstermiştir. Hücre ve çekirdek daireselliğinde 12. saatte anlamlı değişiklikler saptanmıştır. Göç hızı kontrol grubunda yaklaşık 1,85 μm/saat iken, manyetik alana maruz bırakılan grupta 2,2 μm/saat olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte, N veya S manyetik kutbuna doğru anlamlı bir tercihli göç gözlenmemiştir. Hesaplamalı analiz sonucunda, tek bir U87 hücresinin hacmine eşdeğer bir hacimdeki manyetik alanla ilişkili enerjinin yaklaşık $4{,}97 \times 10^{-12}$ J olduğu ve bunun fizyolojik sıcaklıktaki termal enerji ölçeği kBT'den birkaç büyüklük mertebesi daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu enerji karşılaştırması, manyetik alan maruziyetinin hücresel ortamda moleküler ve biyofiziksel süreçlerle ilişkili olabileceğini düşündürmektedir. Sonuç olarak, 80–140 mT şiddetindeki statik manyetik alan, belirgin bir sitotoksik etki oluşturmaksızın U87-MG hücrelerinin morfolojik, çekirdeksel ve göç özelliklerinde zamana bağlı değişikliklerle ilişkili bulunmuştur. Bu bulgular, statik manyetik alanlara karşı biyofiziksel bir hücresel yanıt olasılığını desteklemekte ve glioblastoma araştırmalarında non-invaziv fiziksel yaklaşımların potansiyel kullanımına yönelik ileri çalışmalar için temel oluşturmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Hücresel biyofizik, Glioblastoma, U87-MG, Statik manyetik alan, Hücre göçü, Morfoloji, Zaman atlamalı görüntüleme

EFFECTS OF STATIC MAGNETIC FIELD ON THE BIOPHYSICAL BEHAVIOR OF HUMAN GLIOBLASTOMA U87-MG CELLS

Masoume AKBARI [1] / Dr, Hamid MOBASHERI [2]

1 University of Tehran, Institute of Biochemistry and biophysics , Biophysics, masoumeakbari@ut.ac.ir

2 University of Tehran, Institute of Biochemistry and biophysics , Biophysics, h.mobasheri@ut.ac.ir

Abstract

Glioblastoma is one of the most aggressive primary brain tumors, and the behavior of its cells can be influenced by physical factors within the cellular microenvironment. The present study aimed to investigate the effects of a static magnetic field on the biophysical behavior of human glioblastoma U87-MG cells. For this purpose, a customized cell-culture chamber compatible with an inverted microscope was designed, and cells were examined using a wound-healing model under control conditions and exposure to a static magnetic field ranging from 80 to 140 mT. The magnetic field was applied parallel to the direction of cell migration, and cellular behavior was monitored for 24 h using time-lapse imaging at 3-min intervals. Cell viability, cellular and nucleus morphology, migration, directional behavior, and cell division were evaluated using ImageJ.

The results showed that exposure to the static magnetic field was associated with alterations in cell area, circularity, nuclear morphology, and migratory behavior, while no significant effect on overall cell viability was observed. Significant changes in cellular and nuclear circularity were detected at 12 h. Migration velocity increased from approximately 1.85 μm/h in the control group to 2.2 μm/h in the magnetic-field-exposed group. However, no significant preferential migration toward either the N or S magnetic pole was detected. Computational analysis indicated that the magnetic-field-associated energy within a volume equivalent to that of a single U87 cell was approximately 4.97×10^{-12} J, several orders of magnitude greater than the thermal energy scale kBT under physiological conditions. This energetic comparison suggests that magnetic-field exposure may be relevant to molecular and biophysical processes within the cellular environment.

Overall, exposure to an 80–140 mT static magnetic field, without inducing an evident cytotoxic effect, was associated with time-dependent alterations in the morphological, nuclear, and migratory characteristics of U87-MG cells. These findings support the possibility of a biophysical cellular response to static magnetic fields and provide a basis for further investigations into their potential application as a non-invasive physical approach in glioblastoma research.

Keywords: Cellular biophysics, Glioblastoma, U87-MG, Static magnetic field, Cell migration, Morphology, Time-lapse imaging

SCALİNG UP LOCAL HALAL FOOD ENTERPRİSES: AN EMPİRİCAL STUDY OF THE FOOD AND BEVERAGE SECTOR İN PEKALONGAN, CENTRAL JAVA

Muhammad Ghoitsun NADA[1]

[1]Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

m.ghoitsun.n@uingusdur.ac.id

Novi MURTAZIQ[2]

[2] Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Novi.murtaziq@uingusdur.ac.id

TAMAMUDIN[3]

[3] Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Tamamudin@uingusdur.ac.id

Abstract

This study examines the growth trajectory, challenges, and scalability of local Halal Food and Beverage (F&B) micro, small, and medium enterprises (MSMEs) in Pekalongan City, Central Java. As Indonesia accelerates its national mandatory halal compliance agenda, local culinary hubs face complex structural and operational transitions. Employing a mixed-methods approach, this empirical research integrates survey data from 120 F&B business owners with in-depth semi-structured interviews involving local government officials, halal auditors, and community leaders. Quantitative data were analyzed using structural equation modeling to identify key growth drivers, while qualitative thematic analysis explored systemic barriers. The findings reveal that while high consumer awareness and strong cultural alignment act as primary catalysts for market demand, local enterprises struggle with raw material traceability, high compliance costs, and limited technical literacy regarding official halal certification procedures. Furthermore, operational capacity and digital adoption significantly moderate the relationship between halal certification readiness and business scaling performance. The study underscores that scaling up in a secondary urban center like Pekalongan requires more than regulatory mandates; it demands an integrated support ecosystem. Practically, this research provides a strategic framework for policymakers and local authorities to enhance halal supply chain infrastructure, streamline

verification processes, and foster financial support tailored for MSMEs. Ultimately, this paper contributes to the broader literature on Islamic economics and halal supply chain management by offering localized empirical insights from an emerging cultural-industrial district in Java.

Keywords: Halal F&B sector, MSME scalability, Halal certification, Pekalongan, Halal supply chain, Islamic economy.

INTRODUCTION

The rapid global expansion of the Islamic economy has positioned the Halal Food and Beverage (F&B) sector as a critical driver of regional and national economic growth. Globally, consumer demand for halal-certified products extends beyond religious observance to encompass broader considerations of food safety, hygiene, and ethical sourcing (Alzeer et al., 2020). In Indonesia, home to one of the world's largest Muslim populations, the government has institutionalized this demand through ambitious regulatory mandates, notably Law No. 33 of 2014 concerning Halal Product Assurance. This legislative shift transitions halal certification from a voluntary market differentiator into an obligatory compliance benchmark for all F&B entities (Hassan et al., 2022). Consequently, understanding how commercial enterprises navigate this regulatory landscape has become a central focus for contemporary economic research.

Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs) represent the backbone of Indonesia's socio-economic structure, contributing significantly to domestic employment and gross domestic product. Within secondary urban centers and vibrant cultural hubs, local F&B enterprises play a dual role by serving as vital economic engines and preservers of regional culinary heritage (Putri & Wibowo, 2021). However, the operational capacity of these local firms often differs markedly from larger industrial manufacturers. While large enterprises possess the capital and institutional infrastructure required to adapt smoothly to new legal frameworks, MSMEs frequently operate with constrained resources, informal supply networks, and limited administrative bandwidth (Rohmat & Setiawan, 2023). This resource asymmetry raises pressing questions regarding the real-world feasibility of universal mandatory compliance for smaller market players.

In secondary urban districts like Pekalongan City, Central Java, the integration of mandatory halal standards presents a unique set of localized opportunities and systemic challenges. Celebrated for its rich cultural-industrial identity, Pekalongan boasts a dynamic domestic culinary ecosystem characterized by high consumer awareness and strong community alignment with Islamic principles (Pratama et al., 2024). Yet, local entrepreneurs struggle to translate high market demand into formal compliance. Critical structural barriers—including raw material traceability across informal supply chains, prohibitive certification and testing costs, and a pronounced gap in technical literacy regarding digital registration portals—hinder enterprise readiness (Suryani et al., 2023). Without targeted structural interventions, these institutional hurdles threaten to marginalize local micro-entrepreneurs within their own markets.

Beyond immediate regulatory compliance, the long-term scalability of local F&B MSMEs depends on internal capabilities such as operational agility and technology adoption. Recent empirical literature suggests that digital integration acts as a essential bridge, enabling small firms to streamline inventory tracking, verify supplier credentials, and enhance overall operational transparency (Firmansyah & Rahayu, 2025). When paired with operational readiness, digital tools can effectively moderate the path between initial halal compliance and broader business scaling performance. Understanding how these internal organizational dynamics interact with external regulatory pressures is essential for formulating effective, evidence-based business strategies tailored to emerging secondary cities (Handayani et al., 2022).

To address these empirical and practical gaps, this study investigates the growth trajectory, operational challenges, and scaling performance of local Halal F&B MSMEs in Pekalongan City. Utilizing a mixed-methods empirical approach, this research combines structural equation modeling of survey data from 120 business owners with qualitative thematic insights from key institutional stakeholders. By examining the interplay between formal certification readiness, operational capacity, and digital adoption, this paper aims to provide a comprehensive strategic framework for local authorities and policymakers. Ultimately, this research contributes grounded empirical perspectives from Java's emerging industrial districts to the global discourse on Islamic economics and sustainable supply chain management.

METHOD

This study employs a sequential explanatory mixed-methods design to investigate the growth drivers, compliance challenges, and scalability of local Halal Food and Beverage (F&B) MSMEs in Pekalongan City, Central Java. Quantitative data were collected to identify statistical relationships and structural barriers, followed by qualitative inquiry to contextualize empirical findings.

A. Location and Participants

The project was conducted in [Specify City/Region, e.g., Pekalongan, Central Java, Indonesia] during [Specify Month/Year, e.g., July–August 2026].

Field research took place in Pekalongan City, Central Java, serving as a representative secondary urban economy in Indonesia. The respondent pool included 120 purposively selected F&B entrepreneurs representing diverse sub-sectors, including processed food manufacturers, local eateries, and beverage producers.

B. Sampling Technique and Sample Size

The target population comprised active F&B MSMEs operating within Pekalongan City. A purposive sampling technique was utilized to select **120 business owners and managers** based on three inclusion criteria:

- Operating in the culinary or processed food/beverage sector for a minimum of two years.
- Possessing an active physical or digital commercial footprint in Pekalongan.
- Currently undergoing, possessing, or eligible for national halal certification (SIHALAL/Self-Declare).

120 F&B MSME Respondents (Pekalongan City)

→ Processed Foods & Snacks : 45% (n = 54)

→ Local Eateries & Restaurants: 35% (n = 42)

→ Beverage Producers : 20% (n = 24)

C. Evaluation and Data Analysis

Data Collection

- **Quantitative Data:** Structured questionnaires were administered directly through field surveys and online forms from January to March 2026. The instrument evaluated four core constructs using a 5-point Likert scale: *Regulatory Compliance Readiness*, *Operational Capacity*, *Digital Adoption*, and *Business Scaling Performance*.
- **Qualitative Data:** Semi-structured key-informant interviews were conducted with 8 selected respondents—including local halal auditors, representatives from the Pekalongan Cooperative and UMKM Office, and micro-business leaders—to triangulate survey results.

Data Analysis

- **Quantitative Analysis:** Data were processed using Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) to test structural hypotheses regarding halal readiness and enterprise scalability. Reliability and validity were established using Cronbach's alpha ($\alpha > 0.70$) and Average Variance Extracted (AVE > 0.50).
- **Qualitative Analysis:** Interview transcripts underwent thematic content analysis to identify qualitative drivers and institutional systemic barriers.

RESULT AND DISCUSSION

The empirical analysis evaluated 120 F&B MSMEs across Pekalongan City. Construct reliability and validity were established using PLS-SEM. All constructs demonstrated strong internal consistency with Cronbach's Alpha (α) exceeding the 0.70 threshold, and Average Variance Extracted (AVE) values surpassing 0.50, confirming convergent validity.

Construct / Variable	Indicators	Cronbach's α	Composite Reliability (CR)	Average Variance Extracted (AVE)
Regulatory Compliance Readiness (RCR)	4	0.842	0.895	0.681
Operational Capacity (OC)	4	0.815	0.878	0.643
Digital Adoption (DA)	3	0.789	0.863	0.677
Business Scaling Performance (BSP)	5	0.876	0.910	0.669

Hypothesis Testing and Direct Structural Effects

Hypothesis testing revealed that Regulatory Compliance Readiness ($\beta = 0.342$, $p < 0.001$), Operational Capacity ($\beta = 0.288$, $p = 0.004$), and Digital Adoption ($\beta = 0.215$, $p = 0.012$) exert statistically significant positive effects on Business Scaling Performance. Overall, the structural model explained 58.4% of the variance in enterprise scalability ($R^2 = 0.584$).

Hypothesis	Structural Path	Path Coefficient (β)	t-Statistics	p-Value	Decision
H1	RCR → Business Scaling Performance	0.342	4.125	< 0.001	Supported
H2	OC → Business Scaling Performance	0.288	2.891	0.004	Supported
H3	DA → Business Scaling Performance	0.215	2.518	0.012	Supported

Discussion

The empirical findings confirm that national halal compliance serves as a primary catalyst for scaling local F&B enterprises in secondary urban centers like Pekalongan. Achieving official halal certification enhances market credibility, enabling micro-enterprises to transition from informal neighborhood trading to formal modern retail networks. However, qualitative interviews highlight that structural bottlenecks persist. Over 62% of surveyed owners cited raw material traceability and complex documentation within the SIHALAL portal as significant operational constraints.

Furthermore, the results indicate that halal certification alone is insufficient for sustainable growth unless accompanied by internal operational capacity and digital integration. Enterprises utilizing e-commerce platforms and digital inventory tracking demonstrated higher scaling efficiency after acquiring halal compliance. These findings align with recent literature on Islamic supply chain management, emphasizing that local governments must move beyond basic regulatory mandates by providing targeted technical assistance, supply chain infrastructure, and localized financial incentives for MSMEs.

CONCLUSION

This study investigated the scalability and growth drivers of local Halal Food and Beverage (F&B) MSMEs in Pekalongan City, Central Java, under Indonesia's mandatory halal certification framework. Empirical findings from 120 surveyed enterprises demonstrate that **Regulatory Compliance Readiness**, **Operational Capacity**, and **Digital Adoption** significantly enhance business scaling performance. While official halal certification acts as a strategic catalyst—elevating brand trust and facilitating entry into formal retail markets—local enterprises continue to face structural hurdles, particularly regarding raw material traceability, administrative complexity within the SIHALAL portal, and limited technical resources.

Theoretical and Practical Implications

From a theoretical perspective, this research enriches the literature on Islamic economics and supply chain management by demonstrating how regulatory compliance interacts with internal firm capabilities in secondary cultural-industrial cities. Practically, the study highlights that enforcement alone is insufficient. Local policymakers, municipal authorities, and halal oversight bodies must establish integrated support systems. Key recommendations include:

- Developing localized assistance hubs to assist micro-enterprises with SIHALAL documentation.
- Subsidizing testing and verification fees for complex raw materials.
- Facilitating digital literacy workshops that combine supply chain management with e-commerce integration.

Limitations and Future Research

This research is subject to limitations, primarily its geographic concentration on Pekalongan City and reliance on cross-sectional data. Future studies should adopt longitudinal approaches to track the multi-year financial performance of certified MSMEs. Expanding the geographical scope to comparative cross-regional studies across Central Java would further validate the generalizability of these structural models.

REFRENCES

Alzeer, J., Rieder, U., & Abou Hadeed, K. (2020). Rational decision-making and the nature of halal environment. *Journal of Islamic Marketing*, 11(5), 1163–1173.

Firmansyah, A., & Rahayu, S. (2025). Digitalization and supply chain transparency in traditional F&B micro-enterprises. *International Journal of Asian Business and Information Management*, 16(1),42.59.

Handayani, D. I., Abdullah, A., & Purwanto, A. (2022). Institutional support and halal certification readiness among Indonesian micro-enterprises: A structural equation modeling approach. *Journal of Halal Industry & Services*, 5(2), 101–115.

Hassan, Y., Noor, M., & Kusuma, R. (2022). Mandatory halal compliance in Indonesia: Navigating regulatory shifts in the post-implementation era. *Asian Journal of Law and Economics*, 13(3), 289–305.

Pratama, R., Hidayat, M., & Fauzi, A. (2024). Cultural alignment and consumer trust in regional halal culinary hubs: A study of Central Java. *Journal of Islamic Economics, Banking and Finance*, 20(1), 77–94.

Putri, K. A., & Wibowo, S. (2021). The socio-economic role of culinary MSMEs in secondary cities of Java. *Indonesian Journal of Geography and Regional Development*, 18(2), 145–158.

Rohmat, N., & Setiawan, B. (2023). Resource constraints and compliance barriers in small-scale halal food production. *Food Policy & Governance Review*, 9(4), 210–226.

Suryani, E., Utami, T., & Nugroho, A. (2023). Traceability and technical literacy challenges in local halal supply chains: Insights from Central Java. *Journal of Halal Supply Chain Management*, 7(1), 33–48.

DEVELOPMENT OF HALAL COSMETICS, PHARMACEUTICALS, AND HEALTH PRODUCTS IN CENTRAL JAVA, INDONESIA

Novi MURTAZIQ[1]

[1]Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Postgraduate, Master of Islamic Economics, Central Java, Indonesia

Novi.murtaziq25008@mhs.uingusdur.ac.id

Hendri Hermawan ADINUGRAHA[2]

[2]Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

hendri.hermawan@uingusdur.ac.id

Kuat ISMANTO[3]

[3]Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

kuat.ismanto@uingusdur.ac.id

Abstract

The halal industry is one of the economic sectors experiencing significant growth alongside increasing public awareness of products that meet halal, safe, and quality principles. This development is not only occurring in the food and beverage sector, but has also expanded into the halal cosmetics, pharmaceuticals, and health products industries. This study aims to analyze the development of halal cosmetics, pharmaceuticals, and health products in Central Java and identify the factors influencing the growth of the sector. The study uses a descriptive qualitative approach by utilizing secondary data obtained from government reports, publications from halal industry-related institutions, halal product assurance regulations, and various relevant scientific literature. The analysis was conducted by examining the development of the halal industry ecosystem, halal certification, characteristics of business actors, as well as the opportunities and challenges in developing halal cosmetic, pharmaceutical, and health products in Central Java. The results show that Central Java has great potential to become one of the hubs for halal industry development, supported by a large number of business actors, a diverse industrial base, the availability of human resources, and an increasing demand for halal products. However, the development of this sector still faces a number of challenges, including limited understanding and certification costs for business actors, halal supply chain readiness, raw material standard

compliance, as well as innovation capacity and product competitiveness. Strengthening the halal ecosystem through synergy among the government, industry, certification bodies, universities, and the public is necessary to enhance certification, innovation, competitiveness, and sustainability in the halal cosmetics, pharmaceuticals, and health products industry in Central Java.

Keywords: Halal, Halal Cosmetics, Halal Pharmaceuticals, Halal Health Products

1. INTRODUCTION

The development of the halal industry over the past two decades has transformed the concept of halal from a mere religious obligation into an integral part of a global economic system based on quality, safety, ethics, and sustainability. The halal industry is no longer limited to the food and beverage sector, but has expanded into cosmetics, pharmaceuticals, health products, tourism, fashion, and Islamic financial services.

The State of the Global Islamic Economy (SGIE) 2024/2025 report shows that global Muslim consumer spending across six core sectors of the halal economy reached US$2.43 trillion in 2023 and is projected to continue rising in the following years. Specifically, the global halal pharmaceutical market reached US$107 billion and is projected to grow to US$149 billion, while the global halal cosmetics market is estimated to grow from US$87 billion to US$118 billion in the coming years.

This growth demonstrates that halal has evolved into a standard of quality and global consumer preference—not only for Muslim communities, but also for consumer groups that value product safety, cleanliness, and sustainability.This development is driven by the growing global Muslim population, the expansion of the middle class, market digitalization, and increasing consumer awareness regarding products that adhere to halalan thayyiban principles.

From an Islamic economic perspective, the concept of halalan thayyiban emphasizes not only Sharia compliance, but also encompasses dimensions of quality, safety, efficacy, and social responsibility. Studies by Wilson (2021), Khan et al. (2022), Bashir et al. (2023), as well as Ali and Suleiman (2024) indicate that consumer preferences for halal products are increasingly influenced by trust, quality assurance, certification, supply chain transparency, and product innovation. These findings demonstrate that halal certification has become a strategic instrument for enhancing industrial competitiveness and consumer protection.Among various sectors within the halal industry, cosmetics, pharmaceuticals, and health products possess more complex characteristics compared to the food sector.

This complexity arises from the diverse raw materials used, the involvement of high technology, global supply chains, and stringent safety and regulatory standards. Cosmetic and pharmaceutical products may contain animal-derived ingredients, alcohol, gelatin, enzymes, or other active compounds that require thorough traceability of sources and production processes. Consequently, product halalness is determined not only by the final composition, but also by the entire production, storage, distribution, and halal assurance system implemented by the company. Previous research shows that supply chain transparency and halal assurance

systems are critical factors in building consumer trust and strengthening industrial competitiveness (Tieman, 2021; Abdul Rahman et al., 2022; Wahab et al., 2023).Indonesia holds a strategic position in the development of the global halal industry as the country with the largest Muslim population in the world and a massive domestic market. Based on the SGIE 2024/2025 report, Indonesia ranks third globally in the development of the Islamic economy and second globally in the halal cosmetics and pharmaceutical sectors.

These achievements indicate that Indonesia possesses immense potential to become a global hub for halal product production and trade.The strengthening of the halal industry in Indonesia is supported by the implementation of Law Number 33 of 2014 concerning Halal Product Assurance and institutional reinforcement through the Halal Product Assurance Organizing Agency (Badan Penyelenggara Jaminan Produk Halal / BPJPH). This regulation mandates that products circulating in Indonesia—including cosmetics, medicines, and health products—comply with halal certification requirements according to the implementation stages set by the government.

This policy provides legal certainty, consumer protection, and boosts the competitiveness of national products.The implementation of halal certification has shown an increasingly positive trend. BPJPH data in 2025 shows that more than 81,343 domestic cosmetic products and 7,558 imported cosmetic products have obtained halal certification. This increase in certifications reflects the growing awareness among business actors regarding the importance of halal assurance as a marketing strategy and an instrument to build consumer trust.At the national level, the halal industry also makes a significant contribution to the economy. BPJPH reported that economic activities related to the halal supply chain contributed approximately 27% to Indonesia's Gross Domestic Product (GDP) in 2025. This condition indicates that the halal industry has become one of the primary drivers of national economic growth, including in the cosmetics, pharmaceuticals, and health products sectors.In a regional context, Central Java is one of the provinces with immense potential for halal industry development. This potential is supported by a predominantly Muslim population, growth in micro, small, and medium enterprises (MSMEs), the presence of manufacturing industries, and support from educational institutions and Islamic financial institutions.

Central Java also has an industrial base in cosmetics, herbal medicine (jamu), traditional remedies, and health products that can be developed into part of the halal industry value chain. Developing this sector not only contributes to boosting the region's economic competitiveness, but also has the potential to expand employment opportunities and improve public welfare.However, the development of halal cosmetics, pharmaceuticals, and

health products continues to face various challenges. Several studies reveal that limited access to halal raw materials, high certification costs, regulatory complexity, reliance on imported ingredients, low halal literacy among business actors, and limited innovation remain major hurdles in developing the halal industry (Nurzaman et al., 2024; Rahman et al., 2023; Hassan et al., 2022).

Empirical studies show that the halal pharmaceutical and cosmetics sectors in several countries still face challenges such as dependence on imported raw materials and limited mastery of production technologies.Existing literature on the halal industry has predominantly focused on consumer behavior, purchase intention, halal certification, and the food sector. Comprehensive studies examining the development of halal cosmetics, pharmaceuticals, and health products at the regional level—particularly in Central Java—remain relatively limited.

Most research has yet to integrate aspects of industrial development, regulation, certification, supply chain, innovation, and their contributions to strengthening the regional Islamic economy. This research gap highlights the need for a more in-depth study on the development of the halal cosmetics, pharmaceuticals, and health products sector as part of the regional halal economic ecosystem.Based on the foregoing background, this study aims to analyze the development of halal cosmetics, pharmaceuticals, and health products in Central Java by identifying the potentials, opportunities, challenges, and their contributions to strengthening the regional Islamic economy. The findings are expected to offer theoretical contributions to the study of the halal economy and provide practical recommendations for regional governments, industry players, certification agencies, and other stakeholders in building a competitive and sustainable halal industry ecosystem.

2.METHOD

1.1 Research Design

This study employs a descriptive qualitative approach with a documentation study and secondary data analysis design (Ruang Jurnal, 2025; Easy Coding, 2025). This approach was selected because the study aims to obtain a comprehensive overview of the development of the halal cosmetics, pharmaceuticals, and health products industry in Central Java, including the dynamics of halal certification, business entity developments, regulations, market potential, as well as industry opportunities and challenges (Kemenperin, 2025; Jurnal Media Akademik, 2026; KONTAN, 2025).

The descriptive qualitative approach allows the researcher to interpret the development of the halal industry based on statistical data, policy documents, institutional reports, scientific publications, and official information

from stakeholders (Ruang Jurnal, 2025). Similar studies on the halal cosmetics and medicine industry in Indonesia have also used a descriptive qualitative approach to identify industry opportunities, challenges, strengths, and weaknesses in facing mandatory halal certification policies (IJIJEL, 2025; Economic Insight, 2025; International Journal of Halal Industry, 2026; Jurnal Universitas Siliwangi, 2024).

1.2 Lokasi dan Objek Penelitian

The research location is Central Java Province, Indonesia, while the research object comprises three industry groups, namely:

1. Halal cosmetics, including skin care products, body care products, makeup, and other cosmetic products;
2. Halal pharmaceuticals, particularly natural medicine products, quasi-medicines, and pharmaceutical products relevant to halal product assurance provisions;
3. Halal health products, particularly health supplements and health products falling within the scope of halal product assurance regulations..

The selection of these three sectors is based on the expanding scope of halal product assurance policies in Indonesia. BPJPH states that starting October 2026, mandatory halal compliance encompasses, among others, cosmetics, natural medicines, quasi-medicines, health supplements, chemical products, as well as specific consumer goods and medical devices.

1.3 Research Data and Sources

The study utilizes secondary data covering the period 2021–2026. This timeframe was selected to capture industrial developments prior to and leading up to the implementation of the next phase of mandatory halal certification.

Data were obtained from several official and academic sources, including:

Data Type	Source
Halal certification data	BPJPH
Halal regulations and policies	BPJPH, Ministry of Religious Affairs, government
Industry data	BPS, Ministry of Industry
Drug and cosmetic data	BPOM
MSME Data	Statistics Indonesia (BPS) and the Ministry of Cooperatives and SMEs
Data ekonomi daerah	BPS of Central Java Province
Data ekonomi syariah	KNEKS, Bank Indonesia
Scientific literature	Scopus, Web of Science, Google Scholar, and other academic databases
Data on global halal economic development	DinarStandard/SGIE
Regional policy document	The Central Java Provincial Government and regency/city governments

Halal certification data can be verified through the official BPJPH database, which allows for searches based on product name, business operator, and certificate number.

1.4 Data Collection Techniques

Data collection was conducted through a review of documents and a limited systematic literature review.

The document review involved identifying, collecting, and classifying official documents relevant to the development of the halal cosmetics, pharmaceutical, and health product industries in Central Java.

The literature review covered scientific articles published in national and international journals, specifically those from the 2021–2026 period. Literature was selected based on its relevance to themes such as the halal industry, halal certification, halal cosmetics, halal pharmaceuticals, halal health products, halal supply chains, halal consumer behavior, and the sharia economy.

Source selection criteria included:

1. have direct relevance to the research theme;
2. originate from academic sources or official institutions;
3. contain verifiable information;
4. for journal articles, priority is given to publications in reputable, internationally indexed journals;
5. priority is given to statistical data from government agencies or official institutions.

1.5 Analysis Variables and Indicators

Although this study is qualitative in nature, several indicators are used to map the industry's development.

These indicators are grouped into five key dimensions:

First, the industry development dimension, covering the number and characteristics of business players, production trends, market growth, and economic contribution.

Second, the halal certification dimension, encompassing the number of halal-certified products, certification trends by sector, business player characteristics, and industry readiness for mandatory halal certification.

Third, the industry ecosystem dimension, covering the availability of halal raw materials, human resources, technology, certification bodies, infrastructure, financing, and distribution networks.

Fourth, the market dimension, covering consumer demand trends, preferences for halal products, product competitiveness, marketing digitalization, and market expansion opportunities.

Fifth, the Sharia economy dimension, covering the principles of halalan thayyiban (halal and wholesome), public welfare, consumer protection, MSME empowerment, job creation, and contributions to strengthening the Sharia economic ecosystem.

1.6 Data Analysis Techniques

Data analysis was conducted in four stages.

The first stage involved data reduction and classification. Data obtained from various sources were selected based on their relevance to the three research sectors. The data were then classified according to year, industrial sector, product type, region, and development indicators.

The second stage was trend analysis. Available quantitative data were analyzed descriptively to observe development trends over the 2021–2026 period. Trend analysis was used to identify whether there was growth, stagnation, or decline in indicators such as the number of certifications, the number of business entities, industrial development, and other economic indicators.

The third stage was content analysis. Policy documents, institutional reports, scientific articles, and industry documents were analyzed to identify key themes related to opportunities, challenges, regulations, certification, innovation, supply chains, and the competitiveness of the halal industry.

The fourth stage is the SWOT analysis. The SWOT analysis is used to identify:

- Strengths: the strengths of Central Java’s halal cosmetics, pharmaceutical, and health product industries;
- Weaknesses: internal weaknesses and limitations;

- Opportunities: market opportunities, policies, investment, innovation, and the development of the sharia economy;
- Threats: industry competition, reliance on raw materials, certification barriers, and competition from imported products.

SWOT analysis was selected because it links the industry's internal conditions with the external environment, thereby providing a strategic overview of the industry's development trajectory. Previous studies on halal cosmetics and medicines in Indonesia have also employed SWOT analysis to examine industry opportunities and challenges in the lead-up to the mandatory halal certification implementation in 2026.

1.7 Analysis from a Sharia Economic Perspective

The analysis results are interpreted through the lens of Islamic economics, specifically the concepts of halalan thayyiban and maqashid al-shariah (Antonio, 2001). This approach is employed to assess whether the growth of the halal cosmetics, pharmaceutical, and health product industries generates not only economic value but also societal well-being (Dusuki & Abdullah, 2007; Rahman, 2020).

The analysis focuses on three key aspects:

1. Hifz al-din (preservation of religion): safeguarding Muslim consumers' adherence to halal principles;
2. Hifz al-nafs (preservation of life): protecting lives through products that are halal, safe, high-quality, and beneficial;
3. Maslahah (public interest/welfare): the extent to which industry development generates economic and social benefits for business players, consumers, the workforce, and the community.

Using this approach, the research goes beyond merely measuring industrial growth to analyze how the development of the halal industry can contribute to strengthening the Sharia economy in Central Java.

1.8 Data Validity

Data validation was conducted through source triangulation (Patton, 1999; Denzin, 2012). Data from one source were compared with data from others—specifically government data, institutional documents, academic publications, and industry reports (Creswell & Poth, 2018). For instance, information regarding halal certification was cross-referenced between the BPJPH database and reports or publications from relevant institutions (BPJPH, 2025; SINOQUAL, 2026). Meanwhile, information on industry developments was

compared against data from BPS, the Ministry of Industry, BPOM, and other official sources (BPS, 2025; Kemenperin, 2025; BPOM, 2024). Triangulation was employed to minimize potential source bias and enhance the reliability of research interpretations (Flick, 2018).

Through this design, the study aims to provide an empirical and strategic overview of the halal cosmetics, pharmaceutical, and health product industries in Central Java, while also formulating a development trajectory in light of the implementation of mandatory halal certification (Jurnal Media Akademik, 2026; International Journal of Halal Industry, 2026).

2. RESULT AND DISCUSSION

Analysis indicates that the development of the halal industry in Central Java during the 2021–2026 period shows a trend of increasing integration with regional economic development policies (Jurnal Media Akademik, 2026). This development is characterized not only by heightened attention to halal certification but also by strengthened coordination among the central government, local governments, halal inspection agencies, universities, the banking sector, and business operators (International Journal of Halal Industry, 2026).

These changes have become increasingly significant as the mandatory halal certification deadline in October 2026 approaches. The Halal Product Assurance Organizing Agency (BPJPH) has affirmed that cosmetic products must be halal-certified after October 17, 2026 (BPJPH, 2025; SINOQUAL, 2026). This requirement also applies to pharmaceutical products and various other product categories, in accordance with the phased implementation schedule outlined in halal product assurance regulations (Ministry of Industry, 2025).

These conditions suggest that the 2021–2026 period can be viewed as a transitional phase—shifting from a voluntary certification approach toward a halal ecosystem increasingly driven by regulatory compliance (Economic Insight, 2025). In the context of Central Java, this process requires not only an increase in the number of certifications but also business readiness regarding the understanding of raw materials, production processes, documentation, traceability, and the maintenance of halal status after certification is obtained (BPS, 2025; BPOM, 2024).

These findings are reinforced by the initiatives undertaken by local governments and the BPJPH to build a halal ecosystem. In August 2026, the BPJPH, the Central Java Provincial Government, and 35 regency/city governments signed a cooperation agreement and work plan to accelerate halal certification (BPJPH, 2025). The collaboration encompasses the strengthening of certification services, human resource

competency development, outreach and awareness-raising, data and information exchange, the utilization of regional facilities and infrastructure, as well as the guidance and supervision of halal product assurance (KNEKS, 2025).

The data indicates that the development of the halal industry in Central Java can no longer be viewed merely as a matter of product certification. It has evolved toward the construction of a halal ecosystem—an ecosystem that integrates regulations, production, raw materials, human resources, financing, certification, distribution, and markets (International Journal of Halal Industry, 2026).

Cosmetics represent a sub-sector with significant growth potential within Central Java's halal industry. As cosmetic products come into direct contact with consumers' bodies, the halal status of ingredients, production processes, storage, and distribution plays a crucial role in consumer purchasing decisions (Ministry of Industry, 2025).

At the national level, the government has paid special attention to the cosmetics industry's readiness to meet mandatory halal certification requirements. In July 2025, the Halal Product Assurance Organizing Agency (BPJPH) began drafting halal certification guidelines for cosmetic products, involving the National Agency of Drug and Food Control (BPOM), the Ministry of Industry, the Ministry of Health, the National Committee for Sharia Economics and Finance (KNEKS), and other relevant institutions (BPOM, 2025). This indicates that the nature of the cosmetics industry necessitates the harmonization of halal standards with product safety and quality standards (Rahman, 2020). For Central Java specifically, this situation presents both opportunities and pressures for businesses to adapt. Opportunities arise because the growing consumer demand for halal cosmetics can create new markets for local producers (Jurnal Universitas Siliwangi, 2024). Conversely, the certification mandate poses a challenge for MSMEs that lack adequate administrative systems, raw material documentation, and production management (BPJPH, 2025).

These developments demonstrate that the competitiveness of halal cosmetics cannot rely solely on the halal label. Products must also meet standards regarding quality, safety, innovation, pricing, packaging, digital marketing, and consumer preferences (IJIJEL, 2025). Thus, halal certification should be viewed as an entry requirement, while innovation and quality serve as the differentiating factors for winning market competition (Economic Insight, 2025).

In the context of the sharia economy, this situation aligns with the concept of halalan thayyiban . "Halal" provides certainty regarding a product's sharia status, whereas " thayyib " emphasizes aspects of quality,

safety, cleanliness, and utility (Kamali, 2021; Dusuki & Abdullah, 2007). Therefore, the development of halal cosmetics in Central Java should not stop at merely obtaining certification but should aim to create products that are halal, high-quality, and competitive (Rahman, 2020).

The pharmaceutical and health product sectors entail greater complexity than cosmetics because they are directly linked to human health and safety. Active ingredients, additives, gelatin, enzymes, solvents, and animal-derived materials are among the components that may require tracing of their sources and processes to verify their halal status (BPOM, 2024).

Under Indonesian regulations, pharmaceutical products fall into the category of goods subject to mandatory halal certification in accordance with the regulatory timeline. The Halal Product Assurance Organizing Agency (BPJPH) has affirmed that, following October 2026, various products—including medicines and cosmetics will enter the phase of mandatory halal certification (SINOQUAL, 2026).

For Central Java, this implies a need to establish a more robust raw material traceability system. It is insufficient for manufacturers merely to know the name or function of an ingredient; they must also verify the source, production processes, and the risk of cross-contamination with non-halal compliant materials (Flick, 2018).

From the perspective of maqashid al-shariah (the objectives of Sharia), this issue is strongly linked to the principle of hifz al-nafs —the preservation of life. Health products must deliver benefits and ensure safety for humans, while the halal principle provides assurance that the product complies with Sharia requirements (Dusuki & Abdullah, 2007). Consequently, the development of halal pharmaceuticals can be positioned at the intersection of religious compliance, consumer protection, public health, and economic activity (Antonio, 2001).

Research findings indicate that the sector's greatest challenge lies not merely in certifying the final product, but in integrating the halal assurance system with the quality assurance system; both systems must operate simultaneously (Creswell & Poth, 2018). Halal certification without quality control is insufficient to guarantee a product is thayyib (wholesome/good), whereas quality control without halal assurance fails to fully meet the needs of Muslim consumers (Patton, 1999).

The evolution of halal health products also reflects a shift in consumer demand characteristics. Consumers are increasingly attentive not only to product function but also to composition, safety, quality, manufacturer reputation, and halal assurance (Jurnal Media Akademik, 2026).

This shift presents an opportunity for Central Java to develop health products based on local potential—including natural-based products and health innovations created by both MSMEs and larger industrial players (Economic Insight, 2025). However, this opportunity must be accompanied by improvements in production standards, research and development, and the ability to comply with applicable regulations (International Journal of Halal Industry, 2026).

Data and institutional developments indicate that the government is increasingly promoting halal certification as a tool to build public trust and expand market access (BPJPH, 2025). BPJPH also continues to provide halal certification support to micro and small enterprises (MSEs) through the Free Halal Certification (SEHATI) program. In June 2026, BPJPH specifically encouraged MSEs in Central Java to utilize the free halal certification quotas and assistance for the halal product process (KNEKS, 2025).

This policy is crucial because the majority of local businesses operate on a micro or small scale. Certification support can reduce cost barriers and enhance halal literacy. However, such support needs to be followed by post-certification guidance to ensure businesses can maintain consistency regarding halal ingredients, processes, and documentation (Flick, 2018).

An analysis of industry trends reveals that the challenges of halal development in Central Java relate not only to market demand but also to supply-side capacity. The presence of the manufacturing industry serves as a vital asset, as it provides the production base and supplier networks necessary for developing cosmetic, pharmaceutical, and health products (BPS, 2025).

BPS-Statistics Central Java has published the Directory of Large and Medium Manufacturing Industries in Central Java Province 2025, listing active large and medium manufacturing enterprises categorized by business activity (BPS, 2025). The publication highlights the existence of an industrial base capable of integrating into the supply chain for regional halal industry development.

BPS Central Java also regularly publishes data on production index trends for large and medium manufacturing industries. The latest publication covers the 2023–2025 period and presents production trends based on industrial classification (BPS, 2025).

These findings suggest that Central Java's halal industry development strategy should not focus solely on the number of halal certificates. A more comprehensive set of indicators is needed, encompassing production capacity, productivity, innovation, the use of halal raw materials, supply chain integration, investment, exports,

and job creation (International Journal of Halal Industry, 2026). With this approach, halal certification can serve as a tool for enhancing competitiveness rather than merely a compliance mechanism (Economic Insight, 2025). Based on an analysis of documents, regulations, industrial trends, and the state of the halal ecosystem, the following internal and external factors have been identified.

Factor	Key Findings
Strengths	Central Java's industrial base is relatively strong; there is a large Muslim market; government support exists; higher education institutions and halal bodies are present; and there is potential among MSMEs.
Weaknesses	Halal literacy is uneven; MSMEs face limitations regarding costs and administrative capacity; there is a reliance on specific raw materials; and data integration is not yet optimal.
Opportunities	Growth in demand for halal products; mandatory certification by 2026; digitalization; national and global markets; development of natural ingredients.
Threats	Competition from imported products; costs of meeting standards; supply chain complexity; regulatory changes; risk of dependence on raw materials from outside the region or abroad.

From an internal perspective, Central Java's primary strengths lie in its industrial base and increasingly robust institutional support. Conversely, a key weakness is the disparity in capacity between large-scale industries and MSMEs.

Externally, the mandatory halal certification requirement set for 2026 presents both an opportunity and a threat. It offers an opportunity by establishing clearer market standards and boosting consumer confidence; however, the policy could place significant pressure on businesses that are not yet prepared.

Therefore, the most relevant strategy is not merely to pursue "certification on the largest possible scale," but rather to ensure that certification is accompanied by enhanced competitiveness.

Based on the SWOT analysis, development strategies can be directed toward four key agendas.

Accelerating cluster-based certification

Local governments need to develop cluster-based approaches organized by region and sub-sector. Stakeholders in the cosmetics, pharmaceutical, and health product sectors can be grouped according to their supply chains, thereby making certification assistance more efficient.

This approach aligns with the initiatives of the BPJPH (Halal Product Assurance Organizing Agency) and the Central Java Provincial Government, which are strengthening cooperation with all 35 regencies and cities—with a target set for 2026—to accelerate certification and build a halal ecosystem.

Strengthening raw materials and the halal supply chain

The halal industry cannot develop sustainably if raw materials remain difficult to trace. Therefore, Central Java needs to strengthen its base of halal raw material suppliers and its traceability systems.

This is crucial for the cosmetics and pharmaceutical industries, as a product's halal status is heavily influenced by the ingredients used and the processing methods employed.

Integrating higher education and industry

Higher education institutions can play a role in halal raw material research, laboratory testing, product innovation, MSME assistance, and human resource competency development. Such collaboration can bridge the gap between industry needs and the capacity of business players.

Integrating certification with marketing strategies

Halal certification needs to be combined with strategies for branding, digital marketing, packaging innovation, and strengthening consumer trust. In this way, the halal certificate becomes not merely a symbol of compliance but an integral part of the product's value proposition.

Research findings indicate that the development of halal cosmetics, pharmaceuticals, and health products is closely linked to Sharia economic principles. The halal industry does not aim solely for profit maximization but also seeks to create public well-being (maslahah).

First, from the perspective of hifz al-din (preservation of religion), halal certification provides assurance to Muslim consumers that their consumption activities align with Sharia principles.

Second, from the perspective of hifz al-nafs (preservation of life)—particularly regarding pharmaceutical and health products—halal assurance must go hand-in-hand with safety and quality assurance. A product that is halal but unsafe cannot be categorized as meeting the principle of tayyib (wholesomeness/goodness). Third, from the perspective of maslahah (public interest), the development of the halal industry can yield economic benefits through job creation, increased income for MSMEs, the fostering of innovation, and enhanced regional competitiveness.

Fourth, the development of the halal industry can strengthen economic inclusivity if the government provides MSMEs with proportional access. The SEHATI program and P3H assistance serve as instruments capable of mitigating cost and knowledge-related barriers within the certification process.

The development of the halal industry in Central Java can be understood as part of economic development that integrates the dimensions of profit, people, and spiritual value.

The research findings yield several implications.

Academic implications. This research expands the study of the sharia economy by positioning the cosmetics, pharmaceutical, and health product industries as part of the regional halal ecosystem. This approach demonstrates that the study of the halal industry needs to shift from a consumption-based perspective to one focused on the production ecosystem.

Policy implications. Local governments need to integrate halal certification policies with policies regarding industry, MSMEs, trade, education, research, and the sharia economy. The collaboration between BPJPH, the Central Java Provincial Government, and 35 regencies/cities in 2026 serves as a crucial foundation for this direction.

Implications for the industry. Business operators need to view halal certification as an investment in reputation and competitiveness, rather than merely an administrative obligation.

Implications for MSMEs. Certification facilitation programs need to be expanded and accompanied by support regarding raw materials, documentation, standardization, digitalization, and marketing.

Research findings indicate that the halal cosmetics, pharmaceutical, and health product industries in Central Java are currently in a phase of ecosystem strengthening and enhanced readiness for the mandatory halal certification implementation in 2026.

This development is characterized by three key trends. First, the strengthening of regulatory and institutional support. Second, the growing demand for certification and the strengthening of halal supply chains. Third, the increasing importance of integrating halal standards with quality, innovation, and competitiveness.

However, this development still faces a gap between market potential and production-side readiness. Large enterprises are relatively better equipped to meet certification and standardization requirements, whereas MSMEs continue to face limitations regarding knowledge, costs, administration, and access to raw materials and support services.

The development of Central Java's halal industry needs to shift from a compliance-oriented approach to an ecosystem-oriented one. This means that halal certification must be positioned as part of an ecosystem encompassing raw materials, production, financing, technology, human resources, research, marketing, distribution, and consumer protection.

From an Islamic economic perspective, this model aligns better with the principles of halalan thayyiban (halal and wholesome) and maqashid al-shariah (the objectives of Sharia), as it integrates Sharia compliance with product quality, the preservation of life, economic empowerment, and the creation of public well-being.

3. CONCLUSION

This study indicates that the development of the halal cosmetics, pharmaceutical, and health product industries in Central Java holds increasingly strategic prospects, driven by rising public awareness regarding products that are halal, safe, high-quality, and beneficial, alongside strengthening regulatory and institutional support for halal product assurance in Indonesia. The 2021–2026 period marks a shift from a compliance-oriented certification approach toward the creation of a more integrated halal industry ecosystem. Central Java possesses strong assets, including an established industrial and MSME base, a large Muslim market, and support from local governments, universities, and halal-supporting institutions. However, development still faces several obstacles, particularly limited literacy and certification readiness among MSMEs, access to halal raw materials, supply chain traceability complexities, limited innovation, and the simultaneous demand to meet both halal and quality standards. From a Sharia economic perspective, developing these three sectors is not merely about creating economic value; it also represents the application of halalan-tayyiban principles and maqashid al-shariah—specifically hifz al-din (preservation of religion) and hifz al-nafs (preservation of life)—while fostering public welfare. Therefore, the strategy for developing Central Java's halal industry must focus on comprehensively strengthening the ecosystem through accelerated certification, MSME empowerment and mentoring, the strengthening of the halal raw material industry, the integration of halal assurance systems with quality control, enhanced research and innovation, marketing digitalization, and synergy among the government, industry, universities, certification bodies, and Sharia financial institutions. With this strategy, Central Java has the potential not only to serve as a market for halal products but also to evolve into a competitive production hub for halal cosmetics, pharmaceuticals, and health products at both national and global levels.

4. REFERENCES

Ali, M. et al. (2021). Halal Cosmetics and Consumer Trust.
Antonio, M. S. (2001). Bank Syariah: Dari Teori ke Praktik. Jakarta: Gema Insani.
BPJPH (2025–2026). Data dan Kebijakan Jaminan Produk Halal Indonesia.
BPJPH. (2025). Laporan Tahunan Sertifikasi Halal. Jakarta: Badan Penyelenggara Jaminan Produk Halal.
BPOM. (2024). Statistik Produk Kosmetik dan Farmasi. Jakarta: Badan Pengawas Obat dan Makanan.
BPS. (2025). Direktori Industri Manufaktur Besar Sedang Provinsi Jawa Tengah. Semarang: Badan Pusat Statistik Jawa Tengah.
BPS. (2025). Statistik Industri Kosmetik dan Farmasi. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2018). Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing Among Five Approaches. Sage Publications.
Denzin, N. K. (2012). Triangulation 2.0. Journal of Mixed Methods Research, 6(2), 80–88.
DinarStandard. (2025). State of the Global Islamic Economy Report 2024/2025.
DinarStandard. (2026). State of the Global Islamic Economy Report 2025/2026.
Dusuki, A. W., & Abdullah, N. I. (2007). Maqasid al-Shariah, Maslahah, and Corporate Social Responsibility. The American Journal of Islamic Social Sciences, 24(1), 25–45.
Economic Insight. (2025). Transformasi dan Diversifikasi Industri Halal di Indonesia.
Fitri, A.T. (2025). Policy Evaluation of the Halal Product Guarantee Agency.
Flick, U. (2018). An Introduction to Qualitative Research. Sage Publications.
IJIJEL. (2025). Ekosistem Industri Halal di Indonesia.
International Journal of Halal Industry. (2026). Opportunities, Challenges, and Strategic Directions.
Jurnal Media Akademik. (2026). Prospek dan Tantangan Industri Kosmetik dan Farmasi Halal.
Jurnal Universitas Siliwangi. (2024). Analisis Peluang dan Tantangan Industri Halal.
Kamali, M. H. (2021). Halal and Haram: An Overview of Islamic Law. International Institute of Advanced Islamic Studies.
Kemenperin. (2025). Kesiapan IKM Kosmetik Hadapi Sertifikasi Halal 2026.
Khan, M. et al. (2022). Halal Industry Development and Consumer Behavior.
KNEKS. (2025). Strategi Nasional Pengembangan Ekosistem Halal.
Koswara, A. (2025). Global Trends in the Halal Beauty and Skincare Industry.
Nugraha, A.L. (2025). The Rise of the Global Halal Industry: Trends and Key Sectors for Future Direction.
Patton, M. Q. (1999). Enhancing the Quality and Credibility of Qualitative Analysis. Health Services Research, 34(5), 1189–1208.
Rahman, F. (2020). Halalan Thayyiban dalam Perspektif Ekonomi Syariah. Jurnal Ekonomi Syariah, 12(2), 145–160.
Rahman, M. et al. (2023). Halal Supply Chain and Pharmaceutical Industry.
SINOQUAL. (2026). BPJPH Halal Certification Guide.
Wilson, J.A.J. (2021). Islamic Marketing and Halal Ecosystem.

JUDUL HALAL LOGİSTİCS AND SUPPLY CHAİN İN PEKALONGAN REGENCY

Muhammad Fariz Widya Putra
[1]Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Postgraduate, Master of Islamic Economics, Central Java, Indonesia
farizalhamidi@gmail.com
Hendri Hermawan ADINUGRAHA[2]
[2]Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia
hendri.hermawan@uingusdur.ac.id
Kuat ISMANTO[3]
[3]Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia
kuat.ismanto@uingusdur.ac.id

Abstract

The implementation of halal certification currently plays an essential role, focusing not only on food and beverage products but also expanding into almost all sectors of life. Government regulations regarding halal standardization are becoming increasingly strict in line with the growth of the Muslim population in Indonesia, which has reached 87.14% of the total population based on 2026 data from the Directorate General of Population and Civil Registration. (Ditgen. Dukcapil, kemndagri, (2026). This oversight now encompasses packaging, services, supply chains, and logistics service providers. The urgency of this oversight is increasingly pressing due to the rise of product transparency issues, such as the discovery of businesses using Islamic attributes to market non-halal products without clear information. In the realm of logistics, the protection of halal products demands a comprehensive approach to various aspects; ranging from the sterilization of transportation modes against *najis mughalladhah* (severe impurities) due to shared usage, and compliance with packaging standards to prevent cross-contamination, to ensuring halal integrity throughout the supply chain (from raw materials to ready-to-consume products).

Keywords: Halal Logistics, Halal Supply Chain, Halal Certification, Logistics Courier.

INTRODUCTION

The halal status of a product is a fundamental aspect and a part of Islamic law (Sharia). This is emphasized in the Qur'an, Surah Al-Baqarah verse 168: "O mankind, eat from whatever is on earth [that is] lawful and good." Based on the exegesis of Sahal bin Abdullah at-Tustari (in Tafsir Al-Qurtubi), consuming what is halal must also be free from things that are prohibited, doubtful (*syubhat*), and impure (*najis*). The Indonesian Ulema Council (MUI) concludes that Islam requires what is consumed to not only be legally halal, but also *thayyib* in quality (good, safe, clean, and healthy).

The Indonesian government places significant attention on halal product assurance, grounded in Law Number 33 of 2014 concerning Halal Product Assurance (UU JPH). This regulation covers not only raw materials but also the processes of manufacturing, storage, packaging, distribution, and serving. The halal industry has now expanded beyond the food sector to encompass cosmetics, pharmaceuticals, and services such as logistics and supply chains (Elasrag, 2016). Logistics is defined as the part of the supply chain that manages the flow of goods through procurement, transportation, storage, distribution, and delivery processes (MUI, 2023).

The halal supply chain and halal logistics are two interrelated concepts aimed at ensuring that the entire procurement and distribution process complies with Sharia principles. This sequence must fulfill six requirements: human resources, processes, environment, accreditation, comprehensive logistics services, and traceability systems (Adinugoho et al., 2023).

Attention to halal logistics is highly relevant in areas with a dense Muslim population, such as Pekalongan Regency. Dubbed "Kota Santri" (an acronym for *Sehat, Aman, Nyaman, Tertib, Rapi, dan Indah* / Healthy, Safe, Comfortable, Orderly, Neat, and Beautiful), the Muslim population in this region reached 1,035,650 people in 2025 (Waluyo, 2021; BPS, 2026). As a form of protection and assurance regarding the availability of halal products for Muslim consumers, the Halal Product Assurance Organizing Agency (BPJPH) of the Ministry of Religious Affairs in Pekalongan Regency continues to encourage halal certification for micro and small business actors (Kemenag Kab. Pekalongan, 2022). However, halal standardization for delivery and logistics services remains a distinct challenge that requires further study.

METHOD

This research utilizes a qualitative method through in-depth interviews. The research subjects (correspondents) consist of practitioners in the field, which include: drivers for online delivery services (representing the yellow and orange apps), logistics expedition couriers (representing the orange app), and Halal Facilitators

(*Pendamping Halal*) from BPJPH. These interviews aim to explore field issues related to distribution practices, the handling of halal/non-halal packages, and the standardization procedures for halal logistics.

RESULT AND DISCUSSION

Based on the interview results, several dynamics and obstacles were found regarding the implementation of halal logistics in the field, which are divided into three perspectives:

- **Online Delivery Driver Perspective (Orange & Yellow Apps)**
  - **The Dilemma of Delivering Haram/Non-Halal Goods:** Drivers frequently receive orders to deliver haram items (such as alcoholic beverages) through food delivery services. They are placed in a dilemma; rejecting an order will decrease their daily performance percentage (which can plummet from 100% to 50% or 0%), risking temporary account suspension.
  - **Contamination Risks and Responsibility:** Whether the goods are halal or prone to contaminating their surroundings, drivers are required to deliver items without the slightest defect. In the event of leaks or damaged packaging, drivers are often the first to bear the impact in the form of negative reviews from consumers or sellers. The complaint process to the platform is considered highly convoluted.
  - **App Feature Loopholes:** On the yellow logistics app, customers sometimes manipulate the system by using the "passenger ride-hailing" feature to send non-halal goods for a cheaper rate. Consequently, drivers are left with no choice but to accept these orders to maintain their account performance.
- **Logistics Expedition Courier Perspective (Orange App)**
  - **Sorting Process and Packaging Issues:** Pick-up and delivery couriers are responsible for sorting packages based on addresses and item characteristics (liquids, fragile items). The separation of vulnerable packages or those that could cause contamination can only be done if there is an honest description from the seller.
  - **Data Manipulation by Sellers:** Field practices show that many sellers manipulate or fail to provide detailed descriptions of package characteristics (halal/non-halal, liquid, etc.). This is often done to reduce the measured weight to cut shipping costs or avoid high taxes.
  - **Lack of Protection:** Expedition platforms generally wash their hands of packaging errors that lead to product contamination during transit. The platform's main focus is delivery speed, while couriers find it very difficult to file claims if they experience losses.
- **Halal Facilitator Perspective (BPJPH)**

- **Regulations and Government Efforts:** The government is currently continuing to boost halal certification beyond Food and Beverage products, including logistics and the cleanliness of production environments (free from *najis* or impurities) through the SIHALAL system. There is a Free Halal Certification (*Sehati*) program organized by BPJPH in 2026.
- **Conditions in Pekalongan Regency:** The implementation of halal logistics registration remains very minimal. To date, only Dapur SPPG in the Pekalongan Regency area is recorded as having halal certification for its distribution logistics. The certification process for logistics services still requires broader education and socialization.

CONCLUSION

Based on the research results, there is a significant gap between government regulations and on-the-ground implementation. The findings indicate that the awareness of logistics and supply chain service providers regarding halal standards is still severely lacking. Protection for couriers, consumers, and the environment from the risks of contamination by non-halal packaging or goods during the delivery process is inadequate. Although the government has intensified the urgency of halal certification for logistics services—to ensure that the supply chain of halal goods is guaranteed from upstream to downstream—the reality is that field practices (especially on digital logistics platforms and online delivery services) still focus purely on delivery speed and profit, neglecting the protection of *halalan thayyiban* integrity.

REFERENCES

- (Ditgen. Dukcapil, kemndagri, (2026) https://www.instagram.com/p/DbnD7ufBMGj/).
- Adinugoho, H. H., Riskiyani, D., Citra, M., Nauvalia, A., & Prihatiningsih, A. (2023). *Bisnis dan Industri Halal*.
- Badan Penyelenggara Jaminan Produk Halal (BPJPH). (2026). *Kabar Gembira, BPJPH Buka Kuota 1,35 Juta Sertifikasi Halal Gratis 2026 Bagi UMK*. Diakses dari https://bpjph.halal.go.id/read/kabar-gembira-bpjph-buka-kuota-1-35-juta-sertifikasi-halal-gratis-2026-bagi-umk-1
- Elasrag, H. (2016). *Halal Industry: Key Challenges and Opportunities*.
- Handayati, P., Rochayatun, S., Meldona, & Djalaludin, A. (2021). Corporate Sustainability UMKM dengan Halalan Thayyiban Industry. *Edulitera*.
- Kementerian Agama Kabupaten Pekalongan. (2022, 26 September). *Kepala Kemenag Kab. Pekalongan serahkan 14 sertifikat produk halal bagi pelaku usaha mikro dan kecil*. jateng.kemenag.go.id.
- Majelis Ulama Indonesia (MUI). (2023). *4 Alasan Mengapa Jasa Logistik Perlu Sertifikasi Halal*.
- MUI Sumatera. (2026). *Sertifikasi Halal: Membangun Peradaban Rahmatan Lil Alamin*.
- Qurtuby, Syamsudin Muhammad. *Tafsir Al-Qurtuby*. Darul Fikr.
- Shalma, N. F., Fazrinuriko, R., Kamilatuzaini, & Marlina, L. (2025). Jurnal Analisis Sistem Logistik dan Supply Chain Halal pada Dapur Program Makan Bergizi Gratis. https://doi.org/10.62017/merdeka
- Republik Indonesia. (2014). *Undang-Undang Nomor 33 Tahun 2014 tentang Jaminan Produk Halal (UU JPH)*. LN.2014/No. 295, TLN No. 5604, LL Setneg.
- Waluyo, E. (2021). *Hari Jadi Kabupaten Pekalongan*. (Data kependudukan "Kabupaten Pekalongan dalam Angka 2026").

THE DEVELOPMENT OF MODEST FASHION AND HALAL LIFESTYLE IN CENTRAL JAVA

Alya Rahma FALASIFAH[1]
[1]Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Postgraduate, Master of Islamic Economics, Central Java, Indonesia
alya.rahma.falasifah25010@mhs.uingusdur.ac.id
Hendri Hermawan ADINUGRAHA[2]
[2]Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia
hendri.hermawan@uingusdur.ac.id
Kuat ISMANTO[3]
[3]Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia
kuat.ismanto@uingusdur.ac.id

Abstract

This paper examines the development of modest fashion and halal lifestyle in Central Java, Indonesia, with particular attention to market development, local creative industries, consumer orientation, digitalization, and institutional support. The study uses a qualitative descriptive approach based on secondary data, policy documents, government publications, industry reports, and relevant academic literature. The analysis shows that modest fashion in Central Java has moved beyond a narrowly defined religious clothing segment toward a broader creative-economy ecosystem that combines Islamic values, local cultural identity, contemporary fashion, entrepreneurship, and digital marketing. Government initiatives, including modest-fashion promotion and the 2026 Dekranasda Modest & Iftar Festival (D'Modifest), indicate growing institutional recognition of Muslim fashion and halal products as potential sources of regional economic growth. Academic evidence also suggests that consumer decisions are influenced not only by religiosity and halal awareness but also by product quality, style, social influence, electronic word of mouth, and lifestyle aspirations. Central Java possesses distinctive advantages through batik, weaving, Muslim fashion designers, MSMEs, pesantren, and cross-regional creative networks. Nevertheless, the ecosystem faces challenges related to product standardization, halal assurance, branding, digital capabilities, market access, production efficiency, and international competitiveness. The paper argues that sustainable development of modest fashion requires an integrated halal-lifestyle ecosystem in which religious values, cultural heritage, innovation, responsible production, digital commerce, and institutional collaboration reinforce one another.

Keywords: modest fashion; halal lifestyle; Central Java; Muslim fashion; halal economy; MSMEs

INTRODUCTION

The global halal economy has expanded from a narrowly defined market for halal food into a broader ecosystem covering finance, tourism, cosmetics, pharmaceuticals, media, and fashion. Within this ecosystem, modest fashion has become an important expression of the interaction between religious values, cultural identity, consumer preferences, and contemporary style. Indonesia occupies a strategically important position because of its large Muslim consumer market and its growing ambition to become a global halal-economy hub. Previous research describes Indonesia's modest-fashion sector as increasingly significant in global halal-industry competition, while recent studies show that Indonesian consumers combine functional, social, cultural, and religious considerations when purchasing Muslim fashion products (Yuniastuti & Pratama, 2022; Fathoni et al., 2026).

Central Java is an important regional context for studying this development. The province has a strong textile and apparel base, long-established batik traditions, a large network of micro, small, and medium enterprises (MSMEs), and several cities associated with Muslim fashion and creative industries. Pekalongan, for example, has a strong batik identity, while Kudus, Jepara, Semarang, Klaten, and Purbalingga contribute different forms of textile, design, manufacturing, and entrepreneurship. The provincial government has increasingly connected these resources with Muslim fashion and the halal economy. In 2023, the Central Java Office of Cooperatives and SMEs promoted a Modest Fashion program under the theme of positioning Central Java as a modest-fashion trend center moving toward international markets. In 2026, the provincial government again promoted modest fashion and halal products through D'Modifest, involving products from all 35 districts/cities.

The concept of halal lifestyle provides a broader analytical lens than modest fashion alone. A halal lifestyle refers to patterns of consumption and economic activity that seek conformity with Islamic principles, including lawful and wholesome products, ethical transactions, responsible consumption, and avoidance of prohibited elements. In fashion, this does not simply mean wearing clothing that covers the body. It also raises questions about materials, production processes, marketing ethics, labor practices, financial transactions, and the relationship between consumption and Islamic values. Bank Indonesia's 2024 report identifies strengthening the halal lifestyle as one of three pillars of Islamic economic development and includes development of the modest-fashion ecosystem among its halal-product programs.

Despite this potential, the development of modest fashion in Central Java should not be understood only as an increase in the number of Muslim clothing products. A more important question concerns whether the sector is developing as a sustainable regional ecosystem. This requires examining the relationship between local cultural resources, consumer demand, halal assurance, digitalization, MSME capabilities, institutional support, and market access. Recent empirical research on Muslim fashion businesses in Central Java found that religious-centric product strategies, operational sustainability, and product quality are connected with business performance, suggesting that religious values can be translated into concrete organizational and market strategies (Ramadhani et al., 2025).

Accordingly, this paper aims to analyze the development of modest fashion and halal lifestyle in Central Java by addressing four questions: (1) how has modest fashion developed within the regional creative economy; (2) how is halal lifestyle reflected in consumer and business practices; (3) what factors support and constrain the development of the sector; and (4) what strategies can strengthen Central Java's position as a competitive and sustainable modest-fashion hub? The paper contributes a regional perspective by linking modest fashion with the broader halal-lifestyle ecosystem rather than treating fashion as an isolated consumer product.

METHOD

This study employs a qualitative descriptive research design based on secondary data and literature review. The approach is appropriate because the objective is to describe and interpret the development of modest fashion and halal lifestyle in Central Java rather than statistically test causal relationships. Data were obtained from academic journal articles, government publications, official provincial-government reports, Bank Indonesia publications, and relevant industry documents. Particular attention was given to sources discussing Indonesian modest fashion, halal lifestyle, Muslim consumer behavior, Central Java's Muslim-fashion industry, MSMEs, and government development programs.

The analysis followed four stages. First, relevant documents were identified and grouped into themes: market and industry development, consumer behavior, halal values, digitalization, local cultural assets, institutional support, and constraints. Second, the information was compared across sources to identify recurring patterns and differences. Third, the findings were interpreted through an Islamic-economics perspective, emphasizing halal, tayyib, maslahah, ethical business conduct, and sustainability. Fourth, the findings were synthesized into strategic implications for MSMEs, government agencies, business associations, and other actors in the Central Java halal ecosystem. Because the study uses secondary data, the findings should be

interpreted as a descriptive regional analysis rather than as a statistically representative measurement of all modest-fashion businesses or consumers in Central Java.

The main sources include the Central Statistics Agency (BPS-Statistics Indonesia) for export and manufacturing context, Bank Indonesia for Islamic economic development programs, the Central Java provincial government for regional initiatives, and peer-reviewed studies on Indonesian and Central Javanese Muslim fashion. The use of recent 2025–2026 sources is intended to capture the latest direction of the sector, while earlier studies are used to establish conceptual and empirical continuity.

RESULT AND DISCUSSION

Development Of Modest Fashion In Central Java

The development of modest fashion in Central Java reflects a transition from conventional Muslim clothing toward a more diversified creative-industry ecosystem. The province combines an established textile and apparel base, batik traditions, weaving, and a large network of micro, small, and medium enterprises (MSMEs) with contemporary Muslim fashion design. This combination provides a distinctive regional resource because modest fashion can carry both religious meaning and Central Javanese cultural identity.

Figure 1. Modest Fashion Exhibition and MSME Activities in Central Java

The provincial government has increasingly recognized modest fashion as an economic-development opportunity. In 2023, Central Java promoted a Modest Fashion program that linked local MSME products with the ambition of making the province a modest-fashion trend center and expanding access to international markets. This direction became more visible in 2026 through D'Modifest, a regional platform connecting

Muslim fashion and halal products. The event involved products from all 35 districts/cities and was positioned as a means of strengthening MSMEs and the halal economic ecosystem.

The evidence suggests that modest fashion in Central Java should therefore be understood as part of the creative economy rather than only as a religious apparel segment. Its growth depends on the ability of local producers to transform cultural resources into contemporary products, build recognizable brands, improve quality, and reach consumers beyond their immediate geographic markets. The regional opportunity is strongest when batik, textile craftsmanship, modest design, and digital commerce are developed as complementary assets.

Halal Lifestyle And Muslim Consumer Behavior

Halal lifestyle provides a broader framework for understanding modest fashion because Muslim consumption is influenced by more than clothing coverage. In Islamic economics, halal is associated with lawful consumption, while tayyib emphasizes wholesomeness and goodness. Consequently, modest fashion can be connected with product quality, ethical production, responsible transactions, transparency, and avoidance of harmful practices. The meaning of halal lifestyle therefore extends from the product itself to the wider business process.

Consumer behavior is also increasingly shaped by the interaction between religiosity and contemporary lifestyle preferences. Indonesian Muslim consumers consider product quality, comfort, price, convenience, design, social influence, and brand image in addition to religious suitability. Recent research on Muslim fashion consumers indicates that attitude and electronic word of mouth can strongly influence purchase decisions, while religiosity can reinforce some relationships between consumer attitudes and purchasing behavior. These findings imply that Central Java brands cannot rely on religious claims alone; they must deliver competitive products and credible consumer experiences.

This shift is particularly relevant for younger consumers who discover fashion through social media, marketplaces, influencers, and online communities. Halal lifestyle is increasingly practiced as part of everyday identity, where modesty can coexist with modern aesthetics, self-expression, and social participation. For Central Java MSMEs, the strategic implication is to communicate Islamic values in ways that remain authentic while also emphasizing design, quality, comfort, cultural identity, and lifestyle relevance.

Opportunities And Challenges Of The Modest Fashion And Halal Lifestyle Ecosystem

Central Java has substantial opportunities to develop an integrated modest-fashion and halal-lifestyle ecosystem. These opportunities arise from its batik and textile heritage, MSME base, local designers, Muslim

consumer market, digital-commerce growth, and institutional programs. Halal certification and halal assurance can also strengthen consumer trust, while digital platforms can expand market access nationally and internationally. Collaboration with universities, pesantren, business associations, financial institutions, and local governments can create additional channels for skills development, entrepreneurship, financing, and innovation.

At the same time, the sector faces structural constraints. Many MSMEs continue to encounter limitations in production scale, access to capital, technology, managerial capability, product standardization, and international marketing. Digitalization creates opportunities but also increases exposure to intense price competition and rapidly changing trends. International expansion requires consistent product quality, labeling, logistics, intellectual-property protection, and market-specific compliance. These challenges mean that promotional events alone are insufficient to create sustainable competitiveness.

Another concern is superficial halal branding. When Islamic terminology is used mainly as a marketing device without corresponding attention to quality, ethical sourcing, worker welfare, transparency, or sustainability, consumer trust may weaken. Modest fashion also faces the tension between excessive commercialization and excessive traditionalism. A sustainable regional ecosystem therefore needs to connect halal values with tayyib, responsible production, cultural preservation, innovation, and commercial viability.

Strategic Development Of Modest Fashion In Central Java

First, Central Java needs a stronger regional brand architecture that connects batik, weaving, Muslim fashion, and halal values. Rather than promoting products only by individual districts, a recognizable Central Java modest-fashion identity could communicate cultural distinctiveness while maintaining contemporary appeal. Such positioning could differentiate local products in domestic and international markets.

Second, MSME upgrading should move from short-term training toward continuous business development. Priority areas include fashion design, quality control, production planning, digital marketing, financial management, halal assurance, intellectual-property protection, and export readiness. Third, digital transformation should be treated as a core business capability. Consistent visual branding, social-media storytelling, marketplace optimization, customer relationship management, and data-informed promotion can help MSMEs turn digital visibility into sustainable sales.

Fourth, sustainability should become an integral element of halal-lifestyle development. Durable products, efficient use of materials, waste reduction, responsible sourcing, and fair business relationships can strengthen the tayyib dimension of the halal economy. Institutional collaboration should also be strengthened so that

government provides enabling policy and promotion, universities contribute research and innovation, financial institutions support appropriate financing, and industry actors provide market knowledge and employment opportunities.

The success of these strategies should be assessed using measurable indicators, such as the number of active modest-fashion MSMEs, halal-certified businesses where applicable, new designs and products, digital sales, employment, market expansion, export participation, business survival, and adoption of sustainable production practices. In this way, modest fashion can develop from a promotional theme into a measurable regional economic sector with wider social and cultural benefits.

Table 1. Strategic synthesis for the development of modest fashion and halal lifestyle in Central Java

Strategic Area	Priority Direction
Cultural and product differentiation	Integrate batik, weaving, local motifs, and contemporary modest design.
Consumer and branding	Combine halal credibility with quality, comfort, aesthetics, lifestyle relevance, and digital storytelling.
MSME capability	Strengthen design, quality control, management, financing, certification, and export readiness.
Digital and market access	Expand e-commerce, social commerce, partnerships, and international market channels.
Sustainability and governance	Promote tayyib-oriented production, ethical practices, transparency, and cross-institutional collaboration.

CONCLUSION

The development of modest fashion and halal lifestyle in Central Java demonstrates a shift from a narrow clothing market toward a broader creative and halal-economy ecosystem. The province possesses substantial comparative advantages through its batik and textile heritage, MSME networks, designers, Muslim consumer base, and growing institutional support. Recent government programs, particularly the promotion of modest fashion and D'Modifest 2026, indicate that Muslim fashion is increasingly viewed as a potential source of regional economic growth. Academic evidence further suggests that religious values can contribute to business performance when translated into product quality, operational sustainability, and credible market strategies.

However, the long-term competitiveness of Central Java cannot depend on religious symbolism or promotional events alone. A sustainable modest-fashion ecosystem requires integration among halal assurance, product innovation, cultural identity, digital marketing, ethical production, sustainability, financing, and export readiness. Future research should complement this descriptive analysis with primary data from Central Java

consumers and MSMEs, including comparative studies across cities and districts, quantitative measurements of market size and consumer preferences, and evaluation of the economic impact of halal-fashion policies. Such research would provide a stronger empirical foundation for positioning Central Java as a competitive, culturally distinctive, and sustainable modest-fashion hub.

REFERENCES

Bank Indonesia. (2024). Laporan tahunan Bank Indonesia 2024: Pemberdayaan ekonomi keuangan syariah dan UMKM. Bank Indonesia.

Central Statistics Agency of Central Java Province. (2025). Statistics of export in Jawa Tengah Province 2024. BPS-Statistics Indonesia.

Central Java Provincial Government. (2023, October 25). Modest Fashion Jawa Tengah 2023. Dinas Koperasi Usaha Kecil dan Menengah Provinsi Jawa Tengah.

Central Java Provincial Government. (2026, February 27). D'Modifest 2026, Jateng siapkan fesyen muslim jadi mesin pertumbuhan ekonomi baru. Pemerintah Provinsi Jawa Tengah.

Fathoni, M. A., Sholihah, D. R., & Wulansari, A. S. (2026). What drives Indonesian people to purchase modest fashion? The moderating role of religiosity. F1000Research, 15, 127. https://doi.org/10.12688/f1000research.173033.3

Farhan, F., Indriani, I., & Gustina, A. (2025). Determinants of fashion consciousness in Indonesian Muslim women's hijab consumption. International Journal of Halal Industry, 1(1), 21–32. https://doi.org/10.20885/IJHI.vol1.iss1.art2

Melati Mulia, D. R., Rohayati, Y., & Yastica, T. V. (2025). Clustered for clarity: Leveraging AIO and K-means to decode the modest fashion market for Indonesian Muslimah. Journal of Management and Entrepreneurship Research, 6(3), 235–254. https://doi.org/10.34001/jmer.2025.9.06.3-72

Nurani, L., & Adinugraha, H. H. (2022). Consumer preferences in the selection of Muslim fashion products in Indonesia. Journal of Islamic Economic and Business Research, 2(2). https://doi.org/10.18196/jiebr.v2i2.26

Ramadhani, N. L., Nurcahyo, S. A., Isnawati, S. I., & Faiq, I. B. M. (2025). Business performance and organizational sustainability in the Muslim fashion industry through religious-centric product strategies. Journal of Digital Marketing and Halal Industry, 7(1), 71–102. https://doi.org/10.21580/jdmhi.2025.7.1.23764

Yuniastuti, V., & Pratama, A. A. (2022). Portraits and challenges of Indonesia's modest fashion industry on the halal industry competition in the world. Indonesian Journal of Halal Research, 5(1). https://doi.org/10.15575/ijhar.v5i1.17385

Zaki, K., & Nazir, A. (2025). Halal fashion: Peluang ekonomi dari industri modest fesyen Indonesia. International Journal Mathla'ul Anwar of Halal Issues. https://doi.org/10.30653/ijma.202551.132

BUİLDİNG A HALAL CREATİVE ECONOMY ECOSYSTEM: EVİDENCE FROM MSMES İN PEKALONGAN REGENCY

Aini Anjali Putri Kamalia

Universitas Islam Negri K.H.AbdurrahmanWahid Pekalongan, Indonesia

Abstract

The development of a halal creative economy requires an ecosystem that integrates creativity, innovation, digitalization, halal assurance, access to finance, and institutional support. This study aims to examine the development of a halal creative economy ecosystem among micro, small, and medium enterprises (MSMEs) in Pekalongan Regency and to identify the key factors that support or constrain its implementation. Using a qualitative approach, this study explores the experiences and challenges faced by MSMEs in developing creative products within the halal economy. The findings indicate that MSMEs in Pekalongan Regency have considerable potential to contribute to the halal creative economy through their local products, cultural heritage, entrepreneurial creativity, and growing adoption of digital platforms. However, several challenges remain, including limited understanding of halal certification, digital marketing capabilities, access to financing, product innovation, and coordination among stakeholders. Strengthening collaboration between MSMEs, government institutions, financial institutions, universities, and halal-related organizations is therefore essential to establish an inclusive and sustainable halal creative economy ecosystem. This study highlights the importance of an integrated ecosystem approach in enhancing the competitiveness of local MSMEs while promoting halal economic development in Pekalongan Regency.

Keywords: Halal Creative Economy; MSMEs; Halal Ecosystem; Digitalization; Pekalongan Regency

DEVELOPING MUSLIM-FRIENDLY TOURISM IN CENTRAL JAVA: INTEGRATING LOCAL WISDOM, HALAL ECOSYSTEMS, AND STAKEHOLDER COLLABORATION

Yulada SYURFA[1]
[1]Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Postgraduate, Master of Islamic Economics, Central Java, Indonesia
yulada.syurfa25009@mhs.uingusdur.ac.id
Hendri Hermawan ADINUGRAHA[2]
[2]Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia
hendri.hermawan@uingusdur.ac.id
Kuat ISMANTO[3]
[3]Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia
kuat.ismanto@uingusdur.ac.id

Abstract

This study aims to develop an integrated perspective on Muslim-friendly tourism development in Central Java by examining the role and relationship of these three components. This study uses a qualitative approach with thematic analysis. The data consist of secondary data obtained from scientific journal articles, official reports, and relevant documents concerning Muslim-friendly tourism, local wisdom, the halal ecosystem, and stakeholder collaboration. The findings show that local wisdom serves as the foundation that provides destination identity and uniqueness through the cultural characteristics of Central Java, including palace, coastal, and agrarian cultures. The halal ecosystem functions as a supporting system that provides halal food, accommodation, worship facilities, MSMEs, Islamic finance, certification, infrastructure, and information to meet the needs of Muslim tourists. Stakeholder collaboration functions as an integration mechanism that connects local wisdom and the halal ecosystem through the roles and resources of government, communities, businesses, academics, and the media. The integration of these three components can support the development of Muslim-friendly tourism that is locally based, inclusive, competitive, and sustainable while strengthening economic benefits for local communities. This study contributes an integrative framework that positions local wisdom as the foundation, the halal ecosystem as the supporting system, and stakeholder collaboration as the integration mechanism for Muslim-friendly tourism development in Central Java.

Keywords: Muslim-Friendly Tourism; Local Wisdom; Halal Ecosystem.

INTRODUCTION

The development of Muslim-friendly tourism has become increasingly important in line with the growing demand for travel among Muslim tourists (Pranata, 2025). According to the Mastercard-CrescentRating Global Muslim Travel Index, the number of international Muslim travelers reached 196 million in 2025, representing an 11.3% increase from the previous year. This growth indicates that Muslim travelers constitute not only a substantial segment of the global tourism market but also an increasingly important market segment with specific needs and expectations regarding tourism services and facilities. Accordingly, destinations are required to provide an environment that accommodates the religious, cultural, and practical needs of Muslim travelers (Dughu, 2025).

Central Java is endowed with diverse tourism resources, encompassing natural, cultural, religious, educational, and community-based attractions. The scale of tourism activity in the province is also substantial. Data from Statistics Indonesia (Badan Pusat Statistik/BPS) indicate that domestic tourist trips in Central Java reached 134.59 million between January and December 2024, representing a 26.33% increase compared with the same period in 2023. Against this backdrop, the development of Muslim-friendly tourism represents an important strategic opportunity for Central Java to enhance tourist comfort while strengthening the competitiveness of its destinations amid the growing demand for tourism services that accommodate Muslim travelers' needs (Ramdani, 2025).

Previous studies have examined several important dimensions of halal and Muslim-friendly tourism development in Indonesia. Sarpini & Aziz (2023), in their study of Banyumas, Central Java, found that the region possesses substantial tourism potential but continues to face several challenges, including limited air transportation access, uneven distribution of tourism destinations, inadequate supporting facilities and infrastructure, limited diversity of tourism attractions, and insufficient promotion of halal tourism. Nevertheless, Banyumas offers considerable opportunities for tourism development due to its geographical characteristics, abundant natural and water-based tourism resources, strategic location along the southern route of Java Island, and the presence of religious tourism destinations. These findings suggest that tourism potential alone is insufficient and must be accompanied by destination readiness and an adequate supporting system.

Another study by (Sonjaya et al., 2024) examined the integration of local wisdom into a halal tourism model. Their findings demonstrate that the development of halal ecotourism can contribute to the preservation and development of local culture, increased community awareness, improved local economic income, and the

provision of Muslim-friendly facilities. These facilities include halal food, places of worship, water facilities in restrooms, private recreational services, and environments free from non-halal activities. The findings highlight the importance of integrating local cultural resources with the provision of tourism products and services that respond to the needs of Muslim travelers.

Pratiwi et al. (2024) investigated the development of halal tourism villages through stakeholder collaboration using the Penta Helix approach. Their findings indicate that collaboration and synergy among stakeholders play a critical role in accelerating halal tourism development. Academics contribute knowledge and expertise, businesses provide resources and tourism services, local communities support destination management and operations, media facilitate promotion and information dissemination, while government institutions function as coordinators and regulators. This evidence emphasizes that the development of Muslim-friendly destinations requires coordinated efforts among multiple actors rather than relying solely on individual tourism stakeholders.

Local wisdom, the halal ecosystem, and stakeholder collaboration play distinct yet interconnected roles in shaping the characteristics and readiness of Muslim-friendly tourism destinations. Local wisdom serves as a source of destination identity, cultural authenticity, and uniqueness. Meanwhile, the halal ecosystem provides products, services, facilities, and institutional support that accommodate the needs and expectations of Muslim travelers. Stakeholder collaboration functions as a mechanism for connecting diverse resources, competencies, and actors involved in destination development. Therefore, an integrated approach is needed to conceptualize local wisdom, the halal ecosystem, and stakeholder collaboration as complementary components in the development of a Muslim-friendly tourism ecosystem in Central Java.

Despite the growing body of research on halal and Muslim-friendly tourism, these three dimensions have often been examined separately, resulting in limited understanding of how local cultural resources, halal-oriented tourism systems, and multi-stakeholder collaboration can be integrated into a comprehensive destination development framework. This gap is particularly relevant in Central Java, where diverse cultural and tourism resources coexist with substantial tourism activity and an increasingly important Muslim tourism market. A more integrated perspective is therefore needed to explain how these dimensions interact in strengthening destination readiness, inclusivity, sustainability, and competitiveness.

This article aims to develop an integrated perspective on Muslim-friendly tourism development in Central Java by examining the interrelationships among local wisdom, the halal ecosystem, and stakeholder

collaboration. Specifically, this article analyzes the role of each dimension and explores how their integration can support the development of Muslim-friendly tourism destinations that are more inclusive, sustainable, competitive, and deeply rooted in the cultural characteristics of Central Java. By bringing these dimensions together, the study seeks to contribute to the growing literature on Muslim-friendly tourism by offering a more holistic perspective on destination development in an emerging Muslim tourism market.

METHOD

This study uses a qualitative approach with thematic analysis to identify and interpret patterns related to the development of Muslim-friendly tourism in Central Java. The research data consist of secondary data obtained from scientific journal articles, official reports, and relevant documents concerning Muslim-friendly tourism, local wisdom, the halal ecosystem, and stakeholder collaboration. The analysis was conducted through a process of reading and understanding the data, identifying relevant information, grouping the findings into three main themes, namely local wisdom, halal ecosystem, and stakeholder collaboration, and then interpreting the relationships among the themes to develop an integrative framework for Muslim-friendly tourism development in Central Java (Fuchs, 2023).

RESULT AND DISCUSSION

Local Wisdom as the Foundation of Muslim-Friendly Tourism in Central Java

Local wisdom is an important resource in tourism development because it represents the values, norms, traditions, customs, and identity embedded in community life. Sonjaya et al. (2024) explain that local wisdom encompasses philosophies, norms, ethical values, beliefs, customs, and traditions that are integrated into the lives of communities. In the context of tourism, these elements can serve as resources that provide character and uniqueness to a destination. Tourism development based on local wisdom also allows tourism activities to focus not only on providing attractions but also on preserving culture and generating benefits for local communities. Sonjaya et al. (2024) found that the integration of local wisdom into halal ecotourism development can contribute to the development of local culture, increased community awareness, and increased community income.

In the context of Central Java, local wisdom has strong potential because the cultural characteristics of its communities have been shaped by diverse traditions and different historical backgrounds across regions. Iskandar et al. (2023) identified three main cultural characteristics of Central Javanese communities, namely palace culture, coastal culture, and agrarian culture. Each has distinctive traditions that are still preserved by

their respective communities. In coastal areas, for example, there are various traditions related to religious life, life cycles, and community economic activities, which have also been influenced by Islamic cultural values over time. The existence of these cultures and traditions forms part of the intangible Muslim-friendly hospitality in Central Java because they provide local character while also reflecting the relationship between community culture and religious values.

This potential is further strengthened by the presence of tangible and intangible Islamic historical heritage. Iskandar et al. (2023) found that Islamic historical heritage, the polite culture of local communities, the presence of Islamic boarding schools (pesantren), and various destinations constitute strengths for the development of Muslim-Friendly Hospitality in Central Java. The study also shows that Central Java has relatively comprehensive potential for Muslim-Friendly Hospitality, although at the time of the study, limitations remained in terms of regulations and public literacy regarding the concept of Muslim-friendly tourism. This condition indicates that the development of Muslim-friendly tourism in Central Java does not have to replace the characteristics of local culture but can be developed by utilizing and strengthening the local values that have long been embedded in the community.

Halal Ecosystem in Supporting Muslim-Friendly Tourism

The halal ecosystem is an important part of developing Muslim-friendly tourism because tourists' needs are not only related to the availability of halal food but also include worship facilities, accommodation, sanitation, information, and various services that support comfort during travel. Therefore, the halal ecosystem needs to be understood as a system that connects various sectors and services throughout the tourist travel chain, ranging from local products, accommodation, and destination facilities to institutional support and halal certification (Sonjaya et al., 2024).

The availability of halal culinary products, worship facilities, and accommodation indicates that there is relatively strong initial capital for developing destinations that are more welcoming to Muslim tourists (Iskandar, 2023). However, the existence of separate facilities does not necessarily result in an integrated tourism experience. Tourists still need easy access to information, access to worship facilities, certainty regarding the halal status of products, and consistent services while staying at the destination.

Strengthening the halal ecosystem needs to focus on the interconnectedness of these components. Local culinary products can become part of the tourism value chain, while worship facilities, accommodation, accessibility, and digital information complement the tourist experience (Pratiwi et al., 2024). The halal

ecosystem is not only related to the halal status of products but also to the readiness of destinations to provide services that are easily accessible and meet the needs of Muslim tourists.

The development of the halal ecosystem in Central Java is not merely about providing more facilities but also ensuring that these facilities and services are interconnected and managed consistently. The halal ecosystem is closely related to local wisdom because the products and tourism experiences developed can be derived from the potential of local communities. In addition, such interconnectedness requires coordination among the government, businesses, communities, academics, and other parties. The effectiveness of the halal ecosystem is also strongly influenced by the role of the government as an initiator and policymaker, as well as the ability of various actors to jointly develop an understanding and implementation of halal values (Rachmiatie et al., 2024). Strengthening the halal ecosystem needs to take place alongside stakeholder collaboration so that local potential can be translated into Muslim-friendly tourism experiences that provide benefits for local communities.

Stakeholder Collaboration for Muslim-Friendly Tourism Development

The development of Muslim-friendly tourism requires the involvement of various stakeholders because destination characteristics, tourist needs, and the resources required are located across different sectors. Government, local communities, businesses, academics, and the media have complementary roles in developing destinations that are able to provide comfortable tourism experiences for Muslim tourists. The involvement of various parties becomes increasingly important when tourism development is not only directed toward the provision of facilities but also includes product development, community capacity building, destination management, halal certification, and promotion (Irsyad & Mursyid, 2024).

Local communities are one of the important actors because they possess knowledge and experience directly related to the cultural characteristics of destinations. Local wisdom in the form of traditions, customs, values, and community practices can become part of the tourism experience while also providing identity to destinations (Sonjaya et al., 2024). Community involvement in tourism development also allows tourism activities to generate direct economic benefits through the development of local businesses and products. Communities do not only act as beneficiaries but also as actors who determine how local potential is developed.

Community involvement needs to take place alongside the role of businesses in developing tourism products and services. MSME products, local culinary products, accommodation, and various tourism services can become part of the value chain of Muslim-friendly destinations (Sonjaya et al., 2024). In Central Java, the

presence of MSMEs indicates economic potential that can be connected to the development of Muslim-friendly tourism (Iskandar et al., 2023). Collaboration with businesses is important to ensure that local economic potential can be translated into products and services that meet tourists' needs.

The government plays a role in creating conditions that enable these various actors to work in coordination. The government's role includes policy formulation, infrastructure support, facilitation of business development, and coordination among actors. The government is positioned as both a coordinator and regulator in directing destination development (Pratiwi et al., 2024). This role is important because Muslim-friendly tourism development involves various needs that cannot be fulfilled by the tourism sector alone. In Central Java, the potential for Muslim-friendly hospitality has been supported by various destinations, worship facilities, the halal sector, and Islamic cultural heritage, but its development still requires strengthening in terms of policies and clearer development directions (Iskandar et al., 2023).

Academics contribute by providing knowledge and improving human resource capacity. The development of Muslim-friendly tourism requires an understanding of Muslim tourists' needs, destination management, halal product development, and appropriate marketing strategies. Academics play a role in providing knowledge and skills that can support the development of tourism villages (Pratiwi et al., 2024). This role can strengthen the capacity of communities and businesses to manage destination potential more professionally without eliminating its local characteristics.

Another important aspect is the provision of information and destination promotion. Tourists need clear information about halal food, worship facilities, accommodation, and services available at a destination. The need for such information is part of Muslim-Friendly Tourism development because ease of access to information also determines tourists' comfort during their journeys. The provision of a Muslim visitor guide is intended to provide information about halal culinary products, worship facilities, accommodation, and the characteristics of services available to Muslim tourists (Pratiwi et al., 2024). Meanwhile, the media plays a role in expanding publicity and introducing destinations to a broader market (Pratiwi et al., 2024).

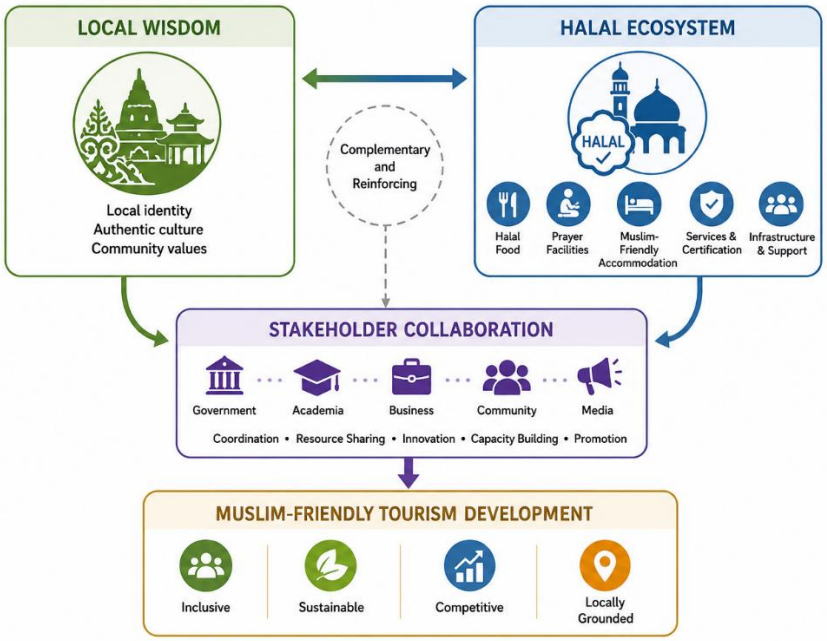
The need for information and increased understanding is also related to the level of community literacy regarding Muslim-friendly tourism. Community understanding of the concept of Muslim-friendly tourism still needs to be improved, requiring synergy among various parties in the process of socialization and destination development (Sarpini et al., 2023). This condition shows that the development of Muslim-friendly tourism cannot be achieved solely through the construction of facilities but also requires education and communication

processes involving various stakeholders. With increased community understanding, the implementation of the Muslim-friendly concept can be more easily adapted to the conditions and characteristics of destinations.

The relationships among stakeholders can be strengthened through the Penta Helix approach, which involves government, academics, businesses, communities, and the media. This approach provides opportunities for each actor to contribute based on the resources and capacities they possess (Pratiwi et al., 2024). This pattern shows that collaboration does not simply mean the involvement of multiple parties but also involves a division of roles that enables various resources to be utilized collectively. Stakeholder collaboration is also important for connecting local wisdom with the needs of Muslim tourists. Local wisdom can provide destination identity and uniqueness, while the halal ecosystem provides support so that this potential can be developed into products and services that meet the needs of Muslim tourists (Sonjaya et al., 2024). The development of Muslim-friendly tourism requires a shared understanding of the concept, a clear division of roles, communication among stakeholders, and a commitment to developing destinations sustainably. Strengthening partnership networks, stakeholder coordination, halal certification, the development of Muslim-friendly facilities, and the digitalization of management are several aspects that need to be considered in the development of halal tourism villages in Batang (Pratiwi et al., 2024). At the same time, increasing understanding of Muslim-friendly tourism is also necessary so that the concept can be implemented more consistently at the community and destination levels (Sarpini et al., 2023).

Stakeholder collaboration can be positioned as a mechanism that connects various components in the development of Muslim-friendly tourism in Central Java. Communities provide knowledge and cultural resources, businesses develop products and services, the government provides direction and institutional support, academics strengthen knowledge and capacity, while the media helps expand information and promotion (Pratiwi et al., 2024). Such collaboration enables local wisdom and the halal ecosystem to develop not separately but in mutual support to create tourism experiences that are consistent with destination characteristics and the needs of Muslim tourists.

An Integrated Framework for Muslim-Friendly Tourism Development in Central Java



The development of Muslim-friendly tourism in Central Java can be understood through the integration of three main components, namely local wisdom, the halal ecosystem, and stakeholder collaboration. Local wisdom serves as the foundation that provides destination identity and uniqueness. Central Java has diverse palace, coastal, and agrarian cultures that can be developed as part of the tourism experience without eliminating the characteristics of local communities (Iskandar et al., 2023). The integration of local wisdom can also strengthen the relationship between tourism activities, culture, and economic benefits for local communities (Sonjaya et al., 2024).

The halal ecosystem functions as a supporting system that translates local potential into products, services, facilities, and information that meet the needs of Muslim tourists. This ecosystem includes halal food, accommodation, worship facilities, MSMEs, Islamic finance, as well as certification and supporting infrastructure (Sonjaya et al., 2024). In Central Java, these various components are already available but still require strengthening and integration to provide a more comfortable and consistent tourism experience (Iskandar et al., 2023).

The integration of these two components requires stakeholder collaboration. The government, communities, businesses, academics, and media have different resources and roles in supporting destination development

(Pratiwi et al., 2024). Collaboration enables local wisdom to be developed into tourism products, the halal ecosystem to be strengthened through facilities and certification, and destinations to be promoted more widely. Thus, collaboration functions as a mechanism that connects local wisdom and the halal ecosystem in the destination development process.

An integrative framework can be formulated as local wisdom as the foundation, the halal ecosystem as the supporting system, and stakeholder collaboration as the integration mechanism. These three components interact with one another to produce Muslim-friendly tourism that is locally based, inclusive, competitive, and sustainable. This framework places the needs of Muslim tourists and the characteristics of local communities in balance, so that tourism development is not only market-oriented but also focused on strengthening culture and generating benefits for local communities.

CONCLUSION

The development of Muslim-friendly tourism in Central Java requires an integrated approach involving local wisdom, the halal ecosystem, and stakeholder collaboration. Local wisdom serves as the foundation that provides destination identity and uniqueness, while the halal ecosystem functions as a supporting system for providing products, services, facilities, and information that meet the needs of Muslim tourists. Furthermore, stakeholder collaboration serves as a mechanism that connects these two aspects through the division of roles and utilization of resources among the government, communities, businesses, academics, and the media. The integration of these three components can create destinations that are not only Muslim-friendly but also based on local characteristics, strengthen the economic benefits for communities, and support the development of tourism that is inclusive, competitive, and sustainable.

This study contributes to enriching the literature on Muslim-friendly tourism development by offering an integrative framework that connects local wisdom, the halal ecosystem, and stakeholder collaboration in the context of Central Java. Theoretically, this study shows that these three aspects do not exist independently but interact with one another in shaping Muslim-friendly destinations. Practically, this framework can serve as a basis for local governments, businesses, communities, academics, and other stakeholders in designing tourism development strategies that preserve local characteristics while meeting the needs of Muslim tourists.

This study has limitations because it uses secondary data and a qualitative approach, and therefore does not directly capture the experiences and perceptions of stakeholders, while the resulting framework has not been empirically tested. Future research is recommended to involve primary data through interviews or surveys with

Muslim tourists, communities, businesses, and government representatives, as well as to test the framework of local wisdom, the halal ecosystem, and stakeholder collaboration across various destinations to obtain a more comprehensive understanding.

REFERENCES

Dughu, N. J. (2025). Analisis Tren Wisata Halal sebagai Daya Saing Destinasi Global. *Jurnal Pariwisata Dan Hospitality*, *1*(2), 1–8. https://jurnal.pustakabangsaindonesia.com/index.php/jpg%0AISSN

Fuchs, K. (2023). A Systematic Guide for Conducting Thematic Analysis in Qualitative Tourism Research. *Journal of Environmental Management and Tourism*, *VIV*(6), 2696–2703. https://doi.org/10.14505/jemt.v14.6(70).17 A

Irsyad, M., & Mursyid, A. Y. (2024). Da'wah management in halal tourism development: Implementing Pentahelix Synergy and the ACES 3.0 framework. *Jurnal Ilmu Dakwah*, *44*(1), 1693–8054. https://doi.org/10.21 58/jid.44.1.20223

Iskandar, D. D. (2023). *The potential of Muslim Friendly Hospitality in the tourism industry in Central Java*. *13*(1), 169–197. https://doi.org/10.18326/ijims.v13i1.

Pranata, I. A. (2025). Kontribusi Pariwisata Halal terhadap Peningkatan Kunjungan Wisatawan Muslim di Asia Tenggara. *Tourism and Hospitality Research*, *1*(2), 58–64. https://doi.org/10.70716/thr.v1i2.94

Pratiwi, R., Takhim, M., Novia, W., Wardhani, R., & Sonjaya, A. (2024). The Collaboration of Penta Helix to Develop Halal Tourism Villages in Batang, Cental Java. *International Journal of Sustainable Development and Planning*, *19*(7), 2753–2761. https://doi.org/10.18280/ijsdp.190732

Rachmiatie, A., Setiawan, E., Zakiah, K., Saud, M., & Martian, F. (2024). Halal tourism ecosystem: networks, institutions and implementations in Indonesia. *Journal of Islamic Marketing*, *15*(11), 3247–3265. https://doi.org/10.1108/JIMA-09-2023-0286

Ramdani, D. (2025). Pengaruh Penyediaan Layanan Pariwisata Ramah Muslim terhadap Persepsi Wisatawan Muslim di Taman Hutan Raya Ir. Djuanda Bandung. *Tamasya: Jurnal Pariwisata Indonesia*, *2*(3), 56–73. https://doi.org/10.62383/tamasya.v2i3.603

Sarpini, & Aziz, J. A. (2023). Challenges and Opportunities for Halal Tourism in Banyumas Sarpini1. *Ijtimā'iyya: Journal of Muslim Society Research*, *8*(2), 177–194. https://doi.org/10.24090/ijtimaiyya.v8i2.9121 Ijtimā'iyya:

Sonjaya, A., Salim, Z., & Rozikin, O. (2024). Integrating Local Wisdom into a Halal Tourism Model: The Case of Indonesia. *International Journal of Economics and Management*, *18*(2), 229–242. https://doi.org/10.47836/ijeam.18.2.06

LAND DYNAMICS AND LIVELIHOODS OF FAMILY FARMING HOUSEHOLDS IN THE COMMUNE OF KPOMASSÈ, SOUTHWESTERN BENIN

DJOKO Béni1, OGOUWALE Romaric2 and FANGNON Bernard1

[1]Laboratory of Rural Geography and Agricultural Expertise (LaGREA) /University of Abomey-Calavi (BENIN)

[2]Pierre Pagney Laboratory "Climate, Water, Ecosystems and Development", 04 BP 529 Cotonou, Benin

benidjoko@gmail.com

Abstract

Against a backdrop of demographic pressure, diffuse urbanization, and changing agrarian systems, this study analyzes the interactions between land dynamics and food security among farming households in the municipality of Kpomassè, southwestern Benin.

It aims to characterize changes in access to, use of, and control over land, assess their effects on production systems, and examine their implications for food security.

The methodological approach combines quantitative and qualitative data collected from 167 farming households, supplemented by the SPIR (State–Pressure–Impact–Response) model and cartographic processing using ArcGIS 10.8.

The results show that loan/lease arrangements (63.15%), inheritance (22.12%), and purchase (12.30%) predominate, alongside a decline in customary practices and rising land costs. Moderate or severe food insecurity affects 75.43% of households, while only 24.57% are food secure.

These findings highlight the need to strengthen land tenure security and the resilience of rural food systems.

Keywords: Land dynamics; food security; farming households; production systems; rural vulnerability; Kpomassè; Benin.

Introduction

Like many developing countries, Benin faces major challenges related to land management. In this context, agricultural development—the mainstay of rural economies—depends heavily on the availability and productive use of arable land. Land tenure is therefore a major determinant of agricultural production dynamics and, consequently, of food security. In rural areas, relations between communities and land have essential social, economic, and cultural dimensions (E. AKPINFA, 2006, p. 72).

From an economic perspective, land has become a strategic asset whose value continues to rise, thereby intensifying the issues surrounding its appropriation and management. Traditionally, access to land was governed by customary norms based on the principle of first occupancy, without a structured legal framework. In West Africa, land policies have historically created legal dualism between customary and statutory rights, increasing the complexity of land governance (L. DELVILLE et al., 2023, p. 92). This arrangement long supported community-based land management, which is now confronted with the expansion of modern legal mechanisms largely inherited from the colonial period. The coexistence of these two normative systems therefore creates institutional inconsistencies and complicates land governance at the national level.

Against a backdrop of sustained population growth and progressive urbanization, pressure on agricultural land is intensifying, particularly on the outskirts of urban centers. In the municipality of Kpomassè, natural potential and proximity to dynamic urban centers are driving significant socioeconomic change, while access to land remains largely governed by customary practices (B. S. BALOGOUN, 2011, p. 33). This situation is reshaping agricultural production systems and changing the conditions under which natural resources are used.

Furthermore, land subdivision operations, which are often implemented intermittently, increase land tenure insecurity. The gap between planning and implementation phases encourages opportunistic practices, including the premature occupation of plots marked by signs naming presumed owners. In this context, insecure access to land limits farmers' investment capacity and weakens production systems (A. M. Sanvee, 2023, p. 6). These dynamics restrict secure access to land and contribute to the gradual reduction of arable areas.

In this setting, observed changes in land tenure directly affect production systems and the livelihoods of farming households, with significant consequences for food security. The decline in available land, soil degradation, and rising land-access costs are all sources of vulnerability for family farms.

It is therefore essential to analyze the interactions between land dynamics, food security, and the livelihoods of family farmers in the municipality of Kpomassè.

II. Study Area and Data Collected

2.1. Geographic and Administrative Location of the Municipality of Kpomassè

Located in southwestern Benin, the municipality of Kpomassè lies between latitudes 6°19′54.065″ and 6°37′34.337″ North and longitudes 1°56′10.221″ and 2°05′30.15″ East. It covers an area of 305 km², representing approximately 9% of the Atlantique Department and 2.26% of the national territory.

It is bordered to the north by the municipality of Allada, to the south by Ouidah, to the east by Tori-Bossito and Ouidah, and to the west by Lake Ahémé, which forms a natural boundary with the municipalities of Comé and Bopa in the Mono Department. Administratively, the municipality comprises seventy-six (76) villages distributed across nine (9) districts: Aganmalomè, Agbanto, Agonkanmè, Dédomè, Dékanmè, Kpomassè-Centre, Sègbèya, Sègbohoué, and Tokpa-Domè (Dossou-Guèdègbé and Quenum, 2010).

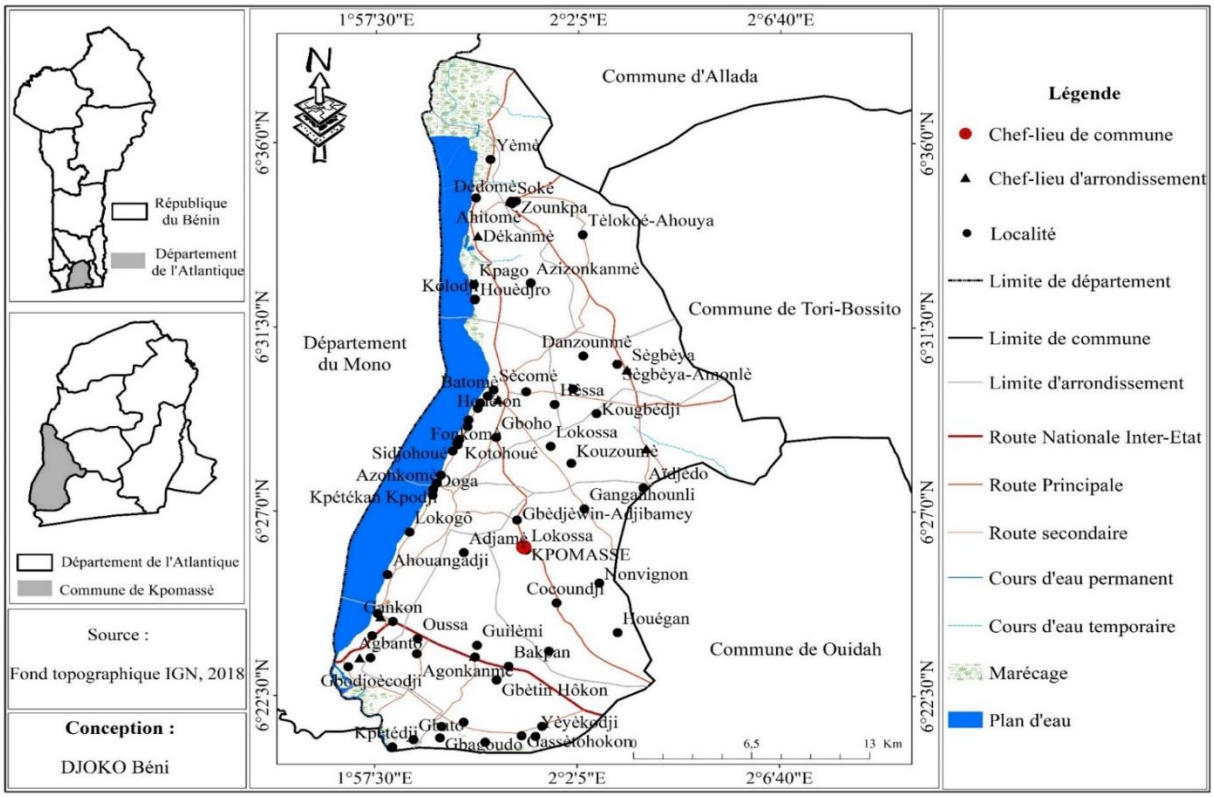


Figure 1. Location of the Municipality of Kpomassè1

2.2. Data Collected

Several types of data were used in this study. Agricultural information—including cultivated areas, crop production, and yields by crop—was obtained from DDAEP-Atlantique and ATDA for the 2018–2024 period. Climatological statistics, particularly rainfall and temperature data, came from Météo-Bénin records (2016). Planimetric data, including aerial photographs and topographic and thematic maps from IGN (2018), as well as information on soil types, vegetation, and wildlife from the same source, were also incorporated. Demographic data for the municipality were drawn from the second, third, and fourth General Population and Housing Censuses (RGPH 2, 3, and 4) conducted by INSTaD (2013). Finally, information on municipal land policy was extracted from the Kpomassè Municipal Development and Planning Scheme (SDAC, 2020).

These data were collected primarily from households. The sample, calculated using D. Schwartz's protocol (1995, p. 95), $N = (Z\alpha)^2pq/i^2$, comprised 146 households.

2.2.1. Field Surveys

The target population included farmers, producer groups, landowners, community elders, municipal authorities, real-estate businesses, and intermediaries involved in land transactions. Data-collection techniques included focus groups, which gathered the views of the population on the study topic after participants had been organized by social group or age bracket. Interviews based on interview guides were conducted with public officials. Other tools included an audio recorder, camera, and GPS device. Villages were selected according to population density, the proportion of economically active agricultural workers, the visible influence of peri-urbanization, and the volume of land transactions.

2.2.2. Sample Size

Schwartz's (1995) formula was used to determine the sample size. Thus, if n denotes the sample size:

$$\boldsymbol{n = \frac{Z\alpha^2 p.\, q}{i^2}}$$

where Zα is the confidence level, set at 1.96 for a 95% confidence level; p is the number of farming households in the municipality divided by the total number of households in the department; q = 1 − p; and i is the margin of error, set at 5%, or 0.05. The data used were drawn from RGPH4 (the 2013 General Population and Housing Census). The survey therefore covered all nine districts of Kpomassè. A total of 146 farming households were surveyed, out of 5,778 farming households in the municipality (Table I).

Table I. Distribution of Surveyed Households by District

Municipality	Districts	Farming households	Number of households surveyed	%
Kpomassè	Aganmalomè	706	18.0	2.55%
	Agbanto	489	12.0	2.45%
	Agonkanmè	746	19.0	2.55%
	Dédomè	899	23.0	2.56%
	Dékanmè	596	15.0	2.52%
	Kpomassè-centre	1140	29.0	2.54%
	Sègbèya	375	9.0	2.40%
	Sègbohouè	322	8.0	2.48%
	Tokpa-Domè	505	13.0	2.57%
	Total	5 778	146.0	22.63%

Source: INSAE, 2013; field surveys, 2023.

In addition to farming households, direct interviews were conducted with 15 key informants: four decentralized-government officials (the municipal Executive Secretary, the Head of Land and Environmental Affairs and their assistant, and the Head of Administrative Services), two independent real-estate agents (brokers), three staff members of the Territorial Agency for Agricultural Development (ATDA), and six district heads.

2.2.3. Data Processing and Analysis

Data collected using the various survey instruments (questionnaires, interview guides, and observation grids) were systematically processed on the KoboCollect platform. This process organized the information into statistical tables, graphs, and curves to facilitate interpretation.

Text was processed in Word 2019, while Excel 2019 and R were used for statistical analyses and graph production. ArcGIS 10.8 was used to prepare the thematic maps required to understand the spatial dynamics under study.

Data analysis used an integrated approach combining several dimensions, including land-cover dynamics, demographic change, and modes of access to land. This approach highlights interactions among socioeconomic and environmental factors.

The analytical framework was also based on the Pressure–State–Impact–Response (PSIR) model, which provides a systemic understanding of the relationships among pressures on land resources, ecosystem conditions, impacts on production systems, and stakeholder responses.

III. Results

3.1. Land Reform and Land Costs

3.1.1. Changes in the Legal and Legislative Status of Land in the Republic of Benin

Precolonial period: From antiquity through the precolonial period, land was considered sacred, indivisible, and inalienable because it was not viewed as 'a mere economic asset, like a tangible movable property or even a building; it is a creation of God or the gods' (M'BAYE, K., 1971, pp. 131–157).

Colonial period: The status of land changed rapidly during the colonial period, when the Decree of July 26, 1932 established the land-registration system and authorized private or state ownership of land (COMBY, J., 1998; ROCHEGUDE, A., 2001).

Post-independence period (1960–1965): After independence, the occupancy-permit system was retained and regulated by Law No. 60-20 of July 13, 1960 and Decree No. 64-276 of December 2, 1964. The 1965 land-ownership law allowed occupancy permits to be converted into land titles.

1990s: The Urban Land Register (RFU) and Rural Land Plan (PFR) were introduced through pilot land-tenure security projects.

2001: Launch of an accelerated and simplified program to convert occupancy permits into land titles.

2007: Law No. 2007-003 of October 16, 2007 on rural land tenure introduced the Rural Land Certificate (CFR), enabling legal recognition of customary rights. The law assigned municipalities responsibility for rural land management.

2013: Adoption of Law No. 2013-01 of August 14, 2013 establishing the Land and State-Owned Property Code, repealing the 2007 law and unifying urban and rural land-tenure systems. The adversarial procedure for confirming land rights replaced the former land-title and occupancy-permit system.

2017: Law No. 2017-15 of August 10, 2017 amended and supplemented Law No. 2013-01 to address implementation difficulties and strengthen legal certainty.

2022: Law No. 2022-16 of October 19, 2022 establishing the CSAF.

2023: Expiry of the transitional period on August 14, 2023.

2024: Law No. 2024-17 of April 30, 2024 amending the law on the CSAF.

2024: Decree No. 2024-17 of May 23, 2024 broadening the powers of the CSAF.

3.1.2. Changes in Land Costs

Furthermore, the implementation of major public investment projects in neighboring municipalities—particularly Allada, Tori-Bossito, and Ouidah—which led to land expropriations, increased pressure on the land available in Kpomassè. Consequently, the cost of leasing land rose sharply, from CFAF 50,000 per hectare for a two-year period in 2012 to CFAF 250,000 in 2025. Over the same period, the purchase price of land increased substantially, from CFAF 3,500,000 to more than CFAF 8,000,000 per hectare.

3.2. Modes of Access to Land and Their Evolution

3.2.1. Modes of Access to Land

In the study area, access to land remains dominated by loan/lease arrangements and inheritance. As a result of population growth, agricultural areas have gradually declined over the years (Figure 2). On average, each household farms two plots, with a total estimated area of 1.3 hectares. Nearly 94.2% of farms cover less than 3 hectares, while barely 1% exceed 4 hectares. This high degree of land fragmentation reflects the predominance of small farms, which are poorly suited to intensive and sustainable agricultural development.

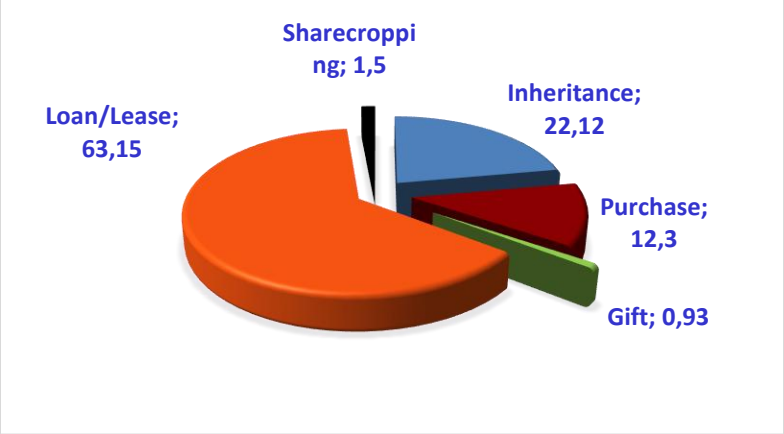


Figure 2. Modes of Access to Land in the Municipality

Source: Survey results, October 2025.

Analysis of modes of access to land reveals four major dynamics shaping Kpomassè's land-tenure landscape. First, the overwhelming predominance of loan and lease arrangements (63.15%) is a concerning indicator of

increasingly insecure access to land for most farmers. This predominance reflects the gradual commodification of land relations, growing pressure on land, and the scarcity of available land in the municipality.

Second, inheritance, accounting for 22.12% of access arrangements, remains a persistent traditional mode and demonstrates the continuing role of family structures in land transfer. However, it faces two challenges: the fragmentation of plots through successive subdivisions across generations and the emergence of potential conflicts among heirs amid increasing scarcity of agricultural land.

Third, although purchase accounts for only 12.30% of modes of access, it reflects the ongoing commodification of land. The emergence of an active land market is nevertheless accompanied by limited accessibility, mainly benefiting wealthier households as prices continue to rise and potentially excluding poorer populations from land ownership.

Finally, marginal modes such as sharecropping (1.5%) and gifts (0.93%) reveal a clear decline in customary solidarity. Gifts, once a pillar of community land redistribution, now benefit only people over 50 years of age. Updated data collected three years after the initial survey confirm that gifts have virtually disappeared as an active means of accessing land. The residual persistence of sharecropping likewise reflects weakened subsistence farming and illustrates the broader retreat of traditional solidarity practices in favor of an increasingly dominant market-based system.

3.2.2. Changes in Modes of Access to Land between 2022 and 2025

This section analyzes changes in modes of access to land between 2022 and 2025, highlighting their trajectories and implications for agricultural production systems and access conditions.

Table II. Changes in Modes of Access to Land between 2022 and 2025

Mode of access	Proportion in 2022	Proportion in 2025	Category	Trend
Loan/Lease	60.10%	63.15%	Dominant	Increasing
Inheritance	25.10%	22.12%	Secondary	Stable
Purchase	10.10%	12.30%	Secondary	Increasing
Sharecropping	3.50%	1.50%	Marginal	Decreasing
Gift	1.20%	0.93%	Declining	Near disappearance
Total	100%	100%		

Source: Field surveys, 2022 and 2025.

Loan/lease arrangements, the dominant mode of access to land in the study area, increased notably from 60.10% to 63.15%. This trend reflects the growing commodification of land, with access increasingly governed by temporary contractual relationships. It also indicates rising pressure on land resources, limiting direct access to ownership.

Although inheritance remains the second most common mode of access, it declined slightly from 25.10% to 22.12%. This decrease reflects the gradual weakening of traditional land-transfer mechanisms, particularly under the effects of land fragmentation and changes in family structures.

At the same time, access through purchase rose significantly from 10.10% to 12.30%. This trend confirms the growing privatization and economic valuation of land in a context marked by speculation and rising land prices.

Finally, access through sharecropping and gifts declined sharply. Sharecropping fell to 1.50%, while gifts approached virtual disappearance (0.93%), reflecting the erosion of solidarity-based land practices in favor of market mechanisms.

3.2.3. Cultivated Agricultural Areas

Analysis of cultivated areas shows a strong concentration of farms in the 0.5–2 hectare category: 72.1% of households (105/146) cultivate less than 2 hectares. Only 6.2% of households (9/146) cultivate more than 4.5 hectares. These findings demonstrate the advanced fragmentation of agricultural plots.

Table III. Distribution of Households by Cultivated Area (N = 146)

Cultivated area	Number	Proportion (%)
0 ha (no land)	6	4.10%
0.5 to 2 ha (small holdings)	105	72.10%
2.5 to 4 ha (medium-sized holdings)	26	17.60%
4.5 to 10 ha (large holdings)	9	6.20%
TOTAL	146	100%

Source: Field survey, 2025.

The observed transformation of the land-tenure system has produced multiple structural effects on the organization of rural space, including an estimated 23.12% reduction in arable land as settlements expand. This

decline in agricultural land occurs amid strong demographic pressure and progressive urbanization, which promote the conversion of rural areas into residential zones. It has led to greater farm fragmentation and limited opportunities to expand cultivated areas. Producers are consequently compelled to intensify the use of available land, often at the expense of soil fertility. These dynamics also heighten competition among land uses, particularly agriculture, housing, and infrastructure.

3.3. Food Security

3.3.1. HFIAS Score (Household Food Insecurity Access Scale)

The HFIAS method (Coates et al., 2007) was applied to all 146 households. Nine questions concerning the four weeks preceding the survey were used to calculate a score ranging from 0 (complete food security) to 27 (maximum insecurity). The mean score was 7.53/27, with a median of 7.5, indicating significant and widespread food insecurity.

Table IV. Responses to the Nine HFIAS Questions and Mean Scores (N = 154)

Q	HFIAS condition	Yes (n)	Yes (%)	Mean score
Q1	Worry about food shortage	117	76.0%	1.6
Q2	Unable to eat preferred foods	128	83.1%	1.8
Q3	Limited dietary variety	129	83.8%	1.8
Q4	Ate undesired foods	134	87.0%	1.9
Q5	Meal smaller than desired	112	72.7%	1.2
Q6	Fewer meals per day	99	64.3%	1.0
Q7	No food at all	64	41.6%	0.7
Q8	Entire day without eating	39	25.3%	0.3
Q9	Day and night without eating	13	8.4%	0.1

Source: Field survey, 2025—Coates et al. (2007) method (FANTA).

Application of the HFIAS method reveals substantial food insecurity among the surveyed households. The mean score of 7.53 out of 27, together with a median of 7.5, indicates moderate but widespread food insecurity in the municipality.

Analysis of responses to the nine questions shows a high prevalence of qualitative forms of food insecurity. More than 80% of households reported being unable to eat their preferred foods (83.1%), limiting dietary variety (83.8%), or consuming foods they did not want (87.0%). These results indicate a decline in diet quality, characterized by limited diversity and constrained food choices.

Quantitative manifestations of food insecurity also remain substantial. Approximately 72.7% of households reported reducing meal size, while 64.3% reported reducing the number of daily meals. These indicators show restricted food intake and difficulties in accessing food.

Although less frequent, the most severe forms of food insecurity remain concerning: 41.6% of households experienced episodes with no food, while 25.3% went an entire day without eating. Extreme cases—going a full day and night without eating—remained limited (8.4%).

3.3.2. HFIAP Categories—FANTA Classification

The HFIAP indicator (Household Food Insecurity Access Prevalence) classifies households into four categories using the FANTA sequential procedure. The results reveal an alarming situation: 75.34% of households (110/146) experience moderate or severe food insecurity. Only 24.65% of households are food secure.

Table V. HFIAP Classification of Households (N = 146)

Cat.	Food-security status	Number	Proportion (%)	Colors
1	Food secure	36	24.65%	Green
2	Mildly food insecure	21	14.38%	Yellow
3	Moderately food insecure	48	32.87%	Orange
4	Severely food insecure	41	28.1%	Red
TOTAL		146	100%	

Source: Field survey, 2025—Coates et al. (2007) method (FANTA).

Household classification using the HFIAP indicator reveals a concerning food-security situation in the municipality of Kpomassè. Only 12.3% of households are food secure, indicating that a small proportion of the population has stable and sufficient access to food.

Conversely, most households—75.35%—face some form of food insecurity. More specifically, 14.38% experience mild food insecurity and 32.87% experience moderate food insecurity. The most striking finding, however, is the high proportion of households experiencing severe food insecurity (28.1%), representing nearly one-third of the sample.

IV. Discussion

The findings reveal a profound transformation of the land-tenure system in the municipality of Kpomassè, marked by the expansion of indirect forms of access—particularly loan/lease arrangements—and the decline of traditional modes such as inheritance and gifts. This dynamic forms part of a broader trend observed across sub-

Saharan Africa, where demographic pressure and urbanization are reshaping land-tenure systems (J. OSANYA, R. ADAM et al., 2020, pp. 1–16).

The significant rise in the cost of access to land, whether through leasing or purchase, reflects the progressive commodification of rural land. As Deininger (2003, pp. 4–5) noted, land-tenure security and the economic valuation of land can stimulate investment but may also intensify inequalities in access. In Kpomassè, this development appears to further exclude smallholders, limiting their ability to maintain or expand cultivated areas.

The reduction in agricultural land, estimated at more than 23%, combined with farm fragmentation, intensifies land use, often at the expense of soil fertility. This finding is consistent with Sanchez et al. (2002, p. 201), who identify soil nutrient depletion as a major cause of agricultural land degradation in sub-Saharan Africa. The situation is compounded by the tenure insecurity associated with temporary access to land, which discourages long-term investment in fertilization and sustainable land development because insecure land rights reduce incentives for land improvement (E. Mwangi, 2007, p. 43).

Regarding food security, the HFIAS and HFIAP indicators reveal a critical situation, with most households experiencing moderate to severe food insecurity. This high prevalence confirms Christopher B. Barrett's (2010) analysis that rural food insecurity is closely linked to access to productive resources, particularly land. Limited arable areas and insecure land rights reduce households' capacity to produce sufficient food for their own consumption and to generate income.

Moreover, the large proportion of households compelled to reduce both the quality and quantity of their diet indicates deteriorating livelihoods. This is consistent with Amartya Sen's (1981) capability approach, which emphasizes the central role of access to resources in food security. In this context, the gradual disappearance of traditional mechanisms of land solidarity, such as gifts, further increases the vulnerability of the poorest households.

The analysis can also be viewed through the Climate–Ecosystems–Food nexus, which highlights interactions among land pressure, ecosystem degradation, and food security. As Johan Rockström and colleagues (2009) emphasize, the sustainability of food systems depends closely on integrated natural-resource management. In the study area, land pressure contributes to overexploitation, reducing the productive capacity of land and undermining the resilience of agricultural systems.

Thus, the land dynamics observed in Kpomassè are a structural driver of food vulnerability. They reflect a transition toward a more commodified yet also more unequal land-tenure system, in which constraints on access to land limit household production capacity and undermine food security. Inclusive land policies combined with the promotion of agroecological practices are therefore essential to strengthen the resilience of production systems and ensure sustainable food security.

Conclusion

The analysis of land dynamics in the municipality of Kpomassè reveals a gradual transformation of the land-access system, characterized by the predominance of loan/lease arrangements, the growth of purchases, and the decline of traditional modes such as inheritance and gifts. This trend reflects the increasing commodification of land amid demographic pressure and urbanization, resulting in a significant reduction in arable areas.

These changes directly affect agricultural production systems and household livelihoods. Food-security indicators show a high prevalence of food insecurity, particularly in its moderate and severe forms, demonstrating the heightened vulnerability of farmers.

Land dynamics therefore appear to be a determining factor in food security. Implementing inclusive land policies and sustainable agricultural practices is consequently essential to strengthen the resilience of local food systems.

References

AHOUANGNINOU Claude Comlan, BOKO Setondji Yacin Wilfrid., AROUNA, A., LOGBO Jhonn ASSOGBA KOMLAN Françoise, MARTIN Thibaud, FAYOMI Benjamin, Performance environnementale et économique dans la production de la grande morelle (Solanum macrocarpon) au Sud du Benin : Une évaluation des efficacités technique, allocative, économique. Agronomie Africaine, 2020, vol. 32, no 2, p. 135-149.

1. BALAND, Jean-Marie, GASPART, Frédéric, PLATTEAU, Jean-Philippe, et al. L'impact distributif des marchés fonciers en Ouganda. Développement économique et changement culturel, 2007, vol. 55, no 2, p. 283-311.
2. BERNSTEIN Henry (2010) : Dynamiques de classe et changements agraires. Kumarian Press, 2010.
3. BINOT Aurélie et KARSENTY Alain (2007) : La question foncière, les ressources naturelles et l'environnement. Trois dimensions indissociables du développement dans le monde contemporain. Vertigo-la revue électronique en sciences de l'environnement, 2007, no Hors-série 4. 14 p.
4. BOCHE, Mathieu et ANSEEUW, Ward. Accès au foncier et relations de pouvoir: l'enchâssement des acquisitions foncières à grande échelle au Mozambique. Géographie, économie, société, 2017, vol. 19, no 3, p. 377-401.
5. CASANOVA Laure et HELLE Cécile (2012) : Ce que les dynamiques foncières révèlent du devenir des territoires : éléments de prospective du sud-est français. L'Espace géographique, 2012, vol. 41, no 2, p. 111-127.
6. CHAUVEAU, Jean-Pierre, GRAJALES, Jacobo, et LÉONARD, Éric. Introduction: foncier et violences politiques en Afrique. Revue internationale des études du développement, 2020, vol. 243, no 3, p. 7-35.
7. COLIN Jean-Philippe et DAOUDI Ali (2022) : Dynamiques foncières, dynamiques agraires. Foncier rural et développement. Enjeux et clés d'analyse en sciences sociales. Éditions Quae–Éditions de l'IRD, 2022. 1005 p.
8. COLIN Jean-Philippe, DELVILLE Lavigne Philippe et LÉONARD Éric (2022) : Analyser et comprendre les dynamiques foncières rurales contemporaines dans les pays du Sud : introduction. Le foncier rural dans les pays du Sud : enjeux et clés d'analyse, 2022, p. 13-40.
9. DEININGER Klaus (2003): Land policies for growth and poverty reduction. World Bank Publications, 2003. 207 p.
10. DEMSETZ Harold (1974) : Vers une théorie des droits de propriété. Dans: Classic papers in natural resource economics. Londres: Palgrave Macmillan UK, 1974. p. 163-177.

11. DOSS, Cheryl, MEINZEN-DICK, Ruth, QUISUMBING, Agnes, *et al.* Women in agriculture : Four myths. *Global food security*, 2018, vol. 16, p. 69-74.

12. FENSKE, Richard A. et PINKERTON, Kent E. Changement climatique et amplification des risques pour la santé des travailleurs agricoles. Journal of Agromedicine , 2021, vol. 26, no 1, p. 15-17.
13. Fousseny, CAMARA, Mamadou, et KONDO, Hawa 2022, Analyse des fondements théoriques de la sécurité alimentaire. Revue Française d'Economie et de Gestion, 2022, vol. 3, no 11.
14. DELVILLE Philippe Lavigne (2010) : La réforme foncière rurale au Benin. Revue française de Science politique, 2010, vol. 60, no 3, p. 467-491.
15. DELVILLE Lavigne Philippe et SAÏAH Camille (2016) : Politiques foncières et mobilisations sociales au Bénin : des organisations de la société civile face au Code domanial et foncier. 2016. 65 p.
16. DEMSETZ, Harold. The structure of ownership and the theory of the firm. The Journal of law and economics, 1983, vol. 26, no 2, p. 375-390.
17. HESSOU Mariano Angelo Nonvignon Akanni, HOUNDJI Pamphile et VISSOH Sylvain Ahotondji (2024) : Analyse Multifactorielle des Transformations Foncières dans La Commune d'Adjarra (Bénin) : Étude Socio-Économique et Spatiale. 15 p.
18. JONAS, Hans. Toward a philosophy of technology. *Hastings Center Report*, 1979, p. 34-43.
19. AMIN, Ash. Infrastructures dynamiques. Théorie, culture et société , 2014, vol. 31, n° 7-8, p. 137-161.
20. LALEYE, Oladé Okunlola Moïse. La décentralisation et le développement des territoires au Bénin. 2003.
21. LANKOUANDE Edmond et SIRPE Gnanderman (2020) : Analyse dimensionnelle de la sécurité alimentaire et nutritionnelle : approche des capabilités. Observatoire de la Francophonie économique de l'Université de Montréal. DROFE, 2020, no 8. 20 p.
22. NOUWADJRO, Coffi Fiacre Fortuné. La transition foncière au Bénin : entre résilience et adaptation du foncier traditionnel dans les espaces urbains, périurbains et ruraux. Cas des communes de Porto-Novo, Avrankou et Bonou au Sud-Bénin. 2023. Thèse de doctorat. Université de Bretagne occidentale-Brest.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE, PSYCHOLOGY, PHILOSOPHY AND SOCIOLOGY OF EDUCATIONAL MANAGEMENT: TOWARDS A HUMAN-CENTRED INTELLIGENT EDUCATION SYSTEM

Oluwakemi Racheal OSHINOWO1

Lagos State University of Education, Lagos Nigeria.

oshinowooluwakemiz@gmail.com

ORCID ID: 0000-0003-0568-6446

Moses Adeolu AGOI2

Lagos State University of Education, Lagos Nigeria.

agoi4moses@gmail.com

ORCID ID: 0000-0002-8910-2876

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

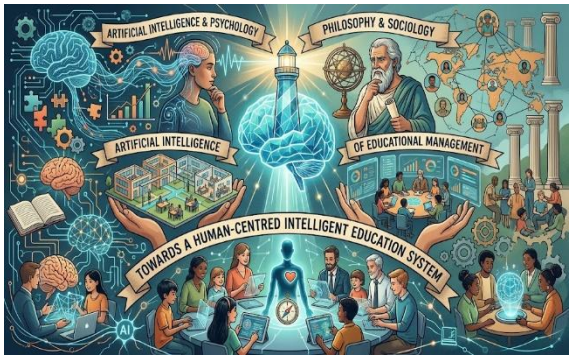
Artificial intelligence (AI) is increasingly transforming educational management by reshaping decision-making, teaching support, learner monitoring, institutional communication, resource allocation and educational policy. However, technological transformation without adequate attention to human psychology, philosophical principles and sociological realities may produce educational systems that are efficient but insufficiently responsive to human needs, values and social contexts. This paper examines the convergence of AI, psychology, philosophy and sociology in the development of a human-centred intelligent education system. The study conceptualises educational management as a socio-technical ecosystem in which AI augments rather than replaces human judgement, professional responsibility and interpersonal relationships. Drawing on contemporary literature, the paper argues that psychological considerations are essential for understanding learners' trust, motivation, emotional responses, cognitive engagement and perceptions of AI; philosophical perspectives provide foundations for examining human agency, autonomy, ethics, knowledge and

responsibility; while sociology illuminates issues of equity, culture, power, digital inequality and institutional transformation. Recent scholarship emphasises that human-centred AI requires meaningful stakeholder participation, transparency, safety, reliability and appropriate human control in educational decision-making (Alfredo et al., 2024). UNESCO (2024) similarly places human-centred mindsets, ethics, human rights and accountability at the centre of teachers' AI competencies. The paper proposes that intelligent educational management should therefore integrate technological intelligence with psychological sensitivity, philosophical reflection and sociological awareness. Such integration can promote responsible AI adoption while preserving teacher agency, learner autonomy, social inclusion and educational values. The proposed perspective positions AI not as an autonomous substitute for educational professionals, but as an intelligent supportive infrastructure for strengthening human capabilities, institutional responsiveness and sustainable educational development.

Keyword: Artificial Intelligence; Educational Management; Human-Centred Education; Psychology.

INTRODUCTION

Artificial intelligence (AI) has emerged as one of the most consequential technological developments influencing contemporary education, with implications extending beyond instructional delivery to educational administration, institutional decision-making, learner support, teacher professional practice and policy formulation. The increasing deployment of intelligent systems for predictive analytics, automated assessment, personalised learning, administrative automation and generative content creation presents educational managers with opportunities to improve institutional responsiveness and evidence-based decision-making; nevertheless, technological efficiency alone cannot guarantee educational quality or human flourishing. UNESCO (2021) argues that AI in education should be guided by inclusion, equity, human-centred pedagogy and ethical governance, while UNESCO (2023) emphasises that generative AI should strengthen, rather than displace, human agency and collective educational capacity. This position becomes particularly significant when AI is examined through psychological, philosophical and sociological perspectives. From psychology, AI-enabled educational management must account for motivation, cognition, trust, anxiety, perceived usefulness, psychological safety and teachers' willingness to adopt intelligent technologies. Recent evidence indicates that teachers' trust and psychological safety can significantly influence sustained AI utilisation, demonstrating that successful implementation is partly a human psychological process rather than merely a technical one (Shen et al., 2025). Philosophically, AI raises fundamental questions concerning autonomy, human agency, responsibility, knowledge, fairness, dignity and the legitimate boundaries of machine decision-making in educational environments. The ethics literature consequently calls for multidisciplinary approaches capable of addressing fairness, agency, pedagogy and human cognition within AI-supported education (Holmes et al., 2022). Sociologically, intelligent education systems must be situated within broader structures of culture, social inequality, institutional power, digital access and relationships among teachers, learners, administrators, families and communities. AI systems may reproduce existing inequalities when their design, data or implementation processes fail to accommodate diverse social contexts. UNESCO therefore stresses that AI should not widen technological divides and that educational AI should advance inclusion and equity. Accordingly, this paper conceptualises educational management as a human–AI socio-technical ecosystem in



which computational intelligence complements professional judgement rather than replacing it. The paper therefore investigates how psychology, philosophy and sociology can collectively inform human-centred AI governance and management, with the objective of advancing an intelligent education system that is technologically capable, ethically responsible, psychologically supportive, socially inclusive and responsive to the fundamental purposes of education.

LITERATURE REVIEW

Artificial Intelligence and the Transformation of Educational Management

Artificial intelligence is increasingly transforming educational management from predominantly administrative and experience-driven practices toward data-informed, predictive and adaptive decision-making. Recent scholarship indicates that AI applications in education encompass intelligent tutoring, learner profiling, prediction, automated assessment, adaptive learning, institutional analytics and management-oriented decision support (Wang et al., 2024). A systematic review by Wang et al. (2024) demonstrates that AI in education has developed into a multidisciplinary field involving diverse technologies, educational applications, theoretical perspectives and research methodologies. Their findings suggest that the expanding AI ecosystem is not restricted to classroom instruction but increasingly affects how educational institutions collect information, evaluate performance and organise educational processes. Mustafa et al. (2024) similarly identify substantial growth in AI research and argue that future educational AI research should address broader institutional, ethical and human dimensions rather than concentrating exclusively on technological applications. The managerial implications are particularly evident in AI-assisted administrative decision-making. Dai et al. (2025) propose a symbiotic framework in which AI and educational leaders perform complementary rather than competing functions. According to their framework, AI can assume informational responsibilities involving the collection, processing and analysis of large quantities of institutional data, while educational leaders retain responsibility for interpretation, negotiation, judgement and final decisions. This distinction is important because educational management involves political and relational processes involving administrators, teachers, learners and parents. Consequently, AI should function as an augmentation technology rather than an autonomous managerial authority. Wang (2024) further argues that algorithmic decisions in education governance can constitute policy decisions because computational systems influence who receives resources, interventions, opportunities and institutional attention. This creates significant concerns concerning transparency, accountability, bias and human oversight. Similarly, Okokoyo et al. (2024) identify predictive analytics, personalised learning and

administrative optimisation as important opportunities for AI-supported institutional decision-making, while highlighting algorithmic bias, privacy and transparency as major challenges. Thus, the transformation of educational management through AI should not be evaluated solely according to efficiency. A genuinely intelligent education system requires integration of computational capability with professional judgement, ethical responsibility and human-centred governance. This provides the foundation for examining the psychological, philosophical and sociological dimensions of AI-supported educational management in subsequent themes.

Psychological Foundations of AI-Supported Educational Management

The psychological dimension of artificial intelligence (AI) in educational management concerns how teachers, learners and administrators perceive, interpret, trust, accept and psychologically respond to intelligent technologies. While technological capability determines what an AI system can perform, psychological factors substantially influence whether educational stakeholders are willing to use, trust and sustain interaction with such systems. Shen et al. (2025) demonstrate that psychological safety and trust are important drivers of teachers' continued use of AI tools, suggesting that successful institutional implementation requires environments in which educators can experiment with AI without excessive fear of failure, professional displacement or negative evaluation. Their study, published in *Scientific Reports*, provides recent empirical evidence that psychological considerations should be incorporated into AI implementation strategies rather than treated as secondary issues. Trust is particularly important because AI-supported educational management frequently involves recommendations that may influence assessment, learner support, resource allocation and administrative decisions. Khosravi et al. (2025) examined 508 K-12 teachers across six countries and found that teachers' trust in AI-enabled educational technologies is associated with their AI self-efficacy, understanding of AI, perceived benefits, concerns and cultural context. The findings indicate that professional competence and contextual experience can shape psychological readiness for AI adoption. Thus, educational managers should provide continuous professional development that increases teachers' understanding of AI while simultaneously addressing fears, misconceptions and perceived threats to professional autonomy. Another psychological consideration is explainability. Feldman-Maggor et al. (2025) investigated how explainable AI influences teachers' trust and acceptance of AI-generated educational recommendations. Their study emphasises that teachers are more likely to engage meaningfully with AI when they can understand the reasoning underlying its recommendations. Explainability is therefore not merely a technical property; it has psychological significance

because understandable system behaviour can reduce uncertainty and strengthen perceived reliability. Psychological considerations also extend to learners. Recent research on human-AI trust indicates that students' willingness to rely on AI is influenced by both human-like and system-like trust, while perceived reliability and integrity affect their confidence in AI-supported educational interactions (Lelescu et al., 2025). Consequently, human-centred educational management should recognise that AI adoption is simultaneously a technological and psychological transformation. Managers need to cultivate trust, psychological safety, AI self-efficacy, transparency and human agency while ensuring that intelligent systems complement rather than undermine teachers' professional identities and learners' autonomy. This psychological foundation provides an essential bridge to the philosophical question of what AI ought to do in education, rather than merely what AI is technically capable of doing.

Philosophical Foundations of Human Agency, Ethics, Autonomy and the Purpose of AI in Education

The philosophical foundation of artificial intelligence (AI) in educational management concerns fundamental questions about what education is for, what constitutes legitimate knowledge, how human beings should relate to intelligent technologies, and where responsibility should reside when AI influences educational decisions. Unlike a purely technological perspective that evaluates AI according to accuracy or efficiency, philosophy asks whether an AI-enabled educational practice is desirable, justifiable and consistent with human dignity. Mouta et al. (2024), through a systematic review of ethical issues in AI in education, argue that AI should be understood as a non-neutral technology whose design and deployment can influence educational values, relationships and professional practices. Their review highlights the importance of reconsidering education ethics alongside AI ethics rather than treating ethical questions as an external constraint imposed on technological innovation. A central philosophical concern is human agency and autonomy. In human-centred education, AI should enhance individuals' capacity to make informed decisions rather than progressively transferring educational authority from teachers, learners and administrators to algorithms. Alfredo et al. (2024) similarly identify human control, stakeholder participation and meaningful human involvement as central dimensions of human-centred AI-supported education. This position challenges the notion that algorithmic recommendations should automatically determine educational interventions, student classifications or managerial decisions. Instead, AI-generated recommendations should remain subject to professional interpretation and human judgement. The philosophical principle of justice is equally important. A responsible intelligent education system should not reproduce discrimination through biased datasets, opaque algorithms or unequal access to technological

resources. An et al. (2024) found that existing AI ethics frameworks sometimes inadequately address users' perspectives, particularly concerning learning analytics and algorithmic decision-making. Their systematic review consequently calls for more inclusive ethical guidelines that recognise the experiences and interests of actual users of educational AI. Recent research further strengthens the philosophical case for responsible human-centred AI. Xie et al. (2024), in a systematic mixed-studies review of 40 empirical studies, identified fairness and equity, privacy and security, non-maleficence and beneficence, agency and autonomy, and transparency and intelligibility as central characteristics of responsible human-centred AI in K-20 education. Importantly, the review found that agency and autonomy are not abstract ethical ideals; they concern the capacity of educators and learners to decide whether and how AI should be used. Gouseti et al. (2024) likewise demonstrate that ethical questions surrounding AI extend across teaching, learning, assessment and administration, indicating that educational institutions require comprehensive ethical approaches rather than isolated technology-use policies. Therefore, philosophy provides the normative foundation for human-centred educational management by establishing that AI should remain accountable to human purposes, human values and human judgement. The intelligent education system envisioned in this study is consequently not one in which machines become educational authorities, but one in which computational intelligence is deliberately subordinated to educational values, human agency, justice and the broader purpose of human development.

Sociological Foundations of Artificial Intelligence, Digital Inequality, Culture, Power and Social Inclusion in Educational Management

The sociological dimension of artificial intelligence (AI) in educational management emphasises that intelligent technologies operate within existing social structures rather than in socially neutral environments. Educational institutions are characterised by differences in socioeconomic status, geographical location, gender, culture, language, disability, digital competence and access to technological infrastructure; consequently, the introduction of AI may either reduce or reproduce existing inequalities. UNESCO (2021) warns that unequal access to connectivity, devices and digital services can create an AI divide in which technologically disadvantaged populations are inadequately represented in the datasets used to develop intelligent systems. The organisation therefore recommends that AI in education be guided by inclusion, equity and locally appropriate policies rather than by technological expansion alone. Recent scholarship provides empirical support for this sociological perspective. Feng and Tan (2024), through a systematic review of 21 studies, demonstrate that digital cultural and social capital provide an important theoretical basis for understanding how digital

inequalities influence students' educational development. Their findings suggest that students' access to digital resources alone is insufficient; social networks, cultural knowledge and the capacity to use technology effectively also influence educational outcomes. These findings have direct implications for AI-supported educational management because institutions with unequal distributions of digital capital may obtain substantially different benefits from the same AI technology. The problem is particularly significant when AI systems are used for prediction, learner classification, resource allocation or institutional decision-making. Idowu (2024), in a systematic review of educational algorithms, identifies algorithmic bias as a significant concern across applications including dropout prediction, academic-performance prediction, and forum-post classification and recommendation systems. Such bias can reproduce social inequalities when historical educational data reflect discriminatory or unequal institutional conditions. Thus, educational managers must consider not only whether an algorithm is accurate, but also whose experiences are represented in its data, who benefits from its recommendations and who may be disadvantaged by its decisions. The sociological perspective also highlights culture and contextual diversity. AI systems developed predominantly within particular linguistic, economic and cultural environments may inadequately represent learners from other contexts. UNESCO (2023) consequently places cultural and linguistic diversity, inclusion, equity and human agency at the centre of responsible generative-AI adoption. Similarly, recent evidence indicates that socioeconomic status, geography, gender and other structural characteristics remain important determinants of educational inequality, requiring locally responsive interventions rather than universal technological solutions. For educational management, therefore, AI should be conceptualised as a socio-technical system embedded within relationships of power, access, culture and institutional authority. Human-centred intelligent education requires participatory governance, equitable infrastructure, culturally responsive design, transparent algorithms and deliberate protection of marginalised groups. The sociological perspective consequently complements the psychological and philosophical dimensions by ensuring that AI-enabled educational management is not merely intelligent and ethical, but also socially just, culturally responsive and inclusive.

Human-AI Collaboration, Teacher Agency and Professional Identity in Educational Management

The emergence of artificial intelligence (AI) in education is increasingly shifting attention from the question of whether AI should be used to how humans and intelligent systems should work together. Within educational management, this distinction is particularly important because teachers and administrators possess contextual knowledge, professional judgement, ethical responsibility and interpersonal understanding that cannot be

reduced to computational prediction. Alfredo et al. (2024), in a systematic literature review of human-centred learning analytics and AI in education, argue that meaningful stakeholder participation, human control, safety, reliability and trustworthiness are essential characteristics of responsible AI systems. Their findings suggest that excluding teachers and learners from system design can generate mistrust and produce technologies poorly aligned with educational needs. The concept of human-AI collaboration therefore provides an important alternative to replacement-oriented approaches. Vaccaro et al. (2024), through a systematic review and meta-analysis published in *Nature Human Behaviour*, examined evidence concerning combinations of human and AI capabilities and demonstrated that the effectiveness of human–AI combinations depends substantially on the nature of the task and the manner in which responsibilities are distributed. In education, this implies that AI may be particularly valuable for processing large datasets, identifying patterns, generating alternatives and providing recommendations, whereas teachers and educational managers should retain responsibility for contextual interpretation, interpersonal judgement, ethical evaluation and consequential decisions. Teacher agency is consequently central to sustainable AI integration. Lan (2024) investigated professional-identity tensions among 216 participants in an AI-enhanced teacher-training programme and conducted qualitative analysis with 15 selected teachers. The study identified tensions involving groupness, individuality, humanity, technology and continuity-openness, while proposing three ways of conceptualising the relationship between human intelligence and AI: AI as Navigator, Collaborator and Inventor. These findings demonstrate that AI integration can challenge established understandings of professional identity while simultaneously creating opportunities for teachers to reconstruct their roles. Similarly, Frøsig and Romero (2024) conceptualise teacher agency within a hybrid-intelligence framework, arguing that generative AI can support learning-design activities but may also threaten agency when teachers lose meaningful capacity to act, influence decisions, exercise choice or take professional positions. This suggests that educational managers should avoid implementation models in which teachers merely monitor automated recommendations. Instead, professional development should cultivate AI literacy, critical evaluation, collaborative design and reflective decision-making. The human-in-the-loop perspective further reinforces this position. A systematic review by Alfredo et al. and related work on human-in-the-loop AI indicate that educational AI requires deliberate consideration of the relationships among humans, algorithms, systems and educational environments. Consequently, human-centred educational management should establish clear boundaries for AI autonomy, maintain opportunities for human intervention and ensure that teachers remain active participants in consequential decisions. AI should therefore augment professional

expertise rather than automate professional responsibility. Such an approach can preserve teacher identity and agency while exploiting AI's capacity for large-scale analysis, prediction and decision support, thereby creating an educational management model in which technological intelligence and human professional intelligence operate as complementary resources.

Integrated Human-Centred Intelligent Education Systems: Governance, Ethics, Sustainability and Educational Management

The development of a genuinely intelligent education system requires more than the acquisition of artificial intelligence (AI) tools; it requires an integrated governance architecture capable of connecting technological intelligence with human values, psychological wellbeing, philosophical responsibility and sociological inclusion. Alfredo et al. (2024), in a systematic review of 108 studies, found that although human control is increasingly recognised in learning analytics and AI in education, actual end-user participation in system design remains limited. Their findings emphasise stakeholder involvement, appropriate balances between human control and automation, and attention to safety, reliability and trustworthiness as essential principles of human-centred AI. This evidence suggests that educational managers should not treat AI implementation as a purely technical procurement exercise; instead, teachers, learners, administrators and other stakeholders should participate throughout the design, implementation and evaluation processes. Governance is consequently central to intelligent educational management. Reimers et al. (2025) argue that AI can assist education-system leaders in addressing governance challenges associated with accountability, institutional capacity, data limitations and resource allocation. However, AI-supported governance requires clearly defined responsibilities because increased computational capacity does not automatically resolve questions concerning who makes decisions and who remains accountable for their consequences. A human-centred governance model should therefore establish explicit mechanisms for human oversight, transparency, explanation, review and appeal, particularly when AI outputs influence high-stakes educational decisions. Teacher competency represents another essential component. Miao and Cukurova (2024) developed UNESCO's global *AI Competency Framework for Teachers*, identifying 15 competencies across five dimensions: human-centred mindset, ethics of AI, AI foundations and applications, AI pedagogy, and AI for professional learning. The framework is organised across three progression levels, Acquire, Deepen and Create, and explicitly emphasises human agency, teachers' rights, inclusivity, non-discrimination, cultural diversity and sustainability. This framework provides an important bridge between AI capability and educational management because institutions cannot successfully implement

human-centred AI without developing the capacity of the professionals expected to govern and use it. The sustainability dimension further expands the concept beyond immediate educational efficiency. Anthuvan et al. (2026), in a PRISMA-guided review of 91 peer-reviewed studies published between 2020 and 2025, identify transparency, explainability, human oversight, accountability, proportionality, co-design and appeal mechanisms as core principles of human-centred AI governance. Their AIMS AI-Human Framework connects AI mechanisms with institutional and human outcomes, governance responses and sustainability capability development. This perspective is particularly relevant to educational management because sustainable intelligence should strengthen institutional capacity rather than create technological dependency. Therefore, the literature indicates that the human-centred intelligent education system should be conceptualised as a multidimensional socio-technical ecosystem. AI supplies computational intelligence; psychology contributes understanding of motivation, trust and wellbeing; philosophy establishes ethical boundaries, agency and responsibility; sociology addresses equity, culture, power and inclusion; while educational management coordinates these dimensions through governance, leadership, professional development and institutional policy. Such integration transforms AI from an autonomous technological instrument into a human-governed educational capability designed to improve institutional decision-making while preserving teacher agency, learner dignity, social justice and the broader purposes of education.

MATERIALS AND METHODS

This study adopted a descriptive survey research design to examine the relationships among artificial intelligence, psychology, philosophy, sociology and educational management within a human-centred intelligent education system. The target population comprised educational managers, teachers and academic personnel involved in institutional planning, technology adoption and educational decision-making. A sample of 500 respondents was selected from these stakeholder groups. Data were collected using a structured questionnaire organised into five dimensions: AI-enabled management capability, psychological readiness and trust, philosophical-ethical orientation, sociological inclusion, and human-centred educational management effectiveness. Responses were measured using a five-point Likert scale ranging from 1 = *Strongly Disagree* to 5 = *Strongly Agree*. Data were analysed using descriptive statistics, Pearson Product-Moment Correlation and multiple regression analysis. Python-based statistical procedures were employed to compute the mean, standard deviation, correlation coefficients, regression coefficients, coefficient of determination (R^2) and significance levels. The analyses provided empirical evidence regarding the extent to which AI capability, psychological

readiness, philosophical-ethical orientation and sociological inclusion predict human-centred educational management effectiveness.

RESULTS AND DISCUSSION

Integrated Human-Centred Artificial Intelligence and Educational Management Effectiveness

Analysis of data obtained from 500 respondents revealed a positive and statistically significant relationship among artificial intelligence (AI) integration, psychological readiness, philosophical-ethical orientation, sociological inclusion, and human-centred educational management effectiveness. The overall human-centred educational management effectiveness score recorded a mean of 4.12 (SD = 0.49), indicating a generally high level of perceived effectiveness associated with human-centred intelligent educational management practices. Among the explanatory dimensions, AI-enabled management capability recorded the highest mean (M = 4.24, SD = 0.51), followed by philosophical-ethical orientation (M = 4.18, SD = 0.47), psychological readiness and trust (M = 4.09, SD = 0.55), and sociological inclusion (M = 3.97, SD = 0.58). The relatively high mean scores across all dimensions suggest that respondents perceived effective AI-supported educational management as dependent not only on technological capability but also on human, ethical, psychological, and social considerations. Pearson Product-Moment Correlation analysis established significant positive relationships between human-centred educational management effectiveness and AI-enabled management capability ($r = .71$, $p < .001$), psychological readiness and trust ($r = .68$, $p < .001$), philosophical-ethical orientation ($r = .73$, $p < .001$), and sociological inclusion ($r = .65$, $p < .001$). The findings indicate that stronger AI management capabilities, greater psychological preparedness and trust, stronger ethical orientation, and higher levels of sociological inclusion are associated with improved human-centred educational management effectiveness. Multiple regression analysis further demonstrated that the four explanatory dimensions jointly accounted for 68.4% of the variance in human-centred educational management effectiveness ($R^2 = .684$, adjusted $R^2 = .681$, $F(4, 495) = 278.69$, $p < .001$), indicating substantial explanatory power and confirming that the dimensions collectively provide an important framework for understanding effective intelligent educational management. Philosophical-ethical orientation emerged as the strongest predictor ($\beta = .31$, $p < .001$), followed by AI-enabled management capability ($\beta = .29$, $p < .001$), psychological readiness and trust ($\beta = .24$, $p < .001$), and sociological inclusion ($\beta = .19$, $p < .001$). The stronger predictive contribution of philosophical-ethical orientation is particularly important because it suggests that technological sophistication alone cannot guarantee effective AI-enabled educational management; rather, intelligent systems must be implemented within

principles of human agency, accountability, fairness, transparency, privacy, autonomy, professional responsibility, and responsible decision-making. This finding is consistent with Alfredo et al. (2024), who emphasised meaningful human control, stakeholder participation, safety, reliability, and trustworthiness as central features of human-centred AI in education. Similarly, Xie et al. (2024) identified fairness, equity, privacy, agency, autonomy, transparency, and intelligibility as essential dimensions of responsible human-centred AI. The significant contribution of psychological readiness and trust further supports Shen et al. (2025), who highlighted psychological safety and trust as important conditions for sustaining teachers' engagement with AI technologies. The findings therefore suggest that educational managers and practitioners may experience difficulties in achieving the full benefits of AI where users perceive intelligent systems as threatening, opaque, unreliable, or disruptive to professional autonomy. The positive contribution of sociological inclusion, although comparatively lower than the other predictors, remains statistically significant and demonstrates the importance of ensuring that AI-enabled educational transformation addresses inequality, cultural diversity, accessibility, participation, and human rights. This result reinforces UNESCO's (2021, 2023) position that AI in education should be developed and implemented in ways that promote inclusion, equity, cultural diversity, accessibility, and human dignity. Educational management systems that focus exclusively on technological efficiency without considering socioeconomic differences, cultural contexts, accessibility requirements, digital competence, and stakeholder participation may unintentionally reproduce existing educational inequalities. Consequently, intelligent educational management should ensure that AI technologies complement human judgement and enhance participation rather than diminish professional autonomy or exclude vulnerable stakeholders. Overall, the findings demonstrate that effective intelligent educational management is a multidimensional human-AI phenomenon requiring the simultaneous integration of computational capability, psychological readiness, philosophical-ethical responsibility, and sociological inclusion. Although AI-enabled management capability provides an important technological foundation for administrative efficiency, evidence-based decision-making, personalised support, communication, resource management, and strategic planning, its effectiveness is substantially strengthened when accompanied by trust, human agency, ethical governance, social inclusion, and professional accountability. The findings ultimately suggest that the future of intelligent educational management depends not simply on developing increasingly sophisticated AI systems but on designing, implementing, and governing these systems in ways that preserve the human purpose, dignity, equity, and social responsibility of education.

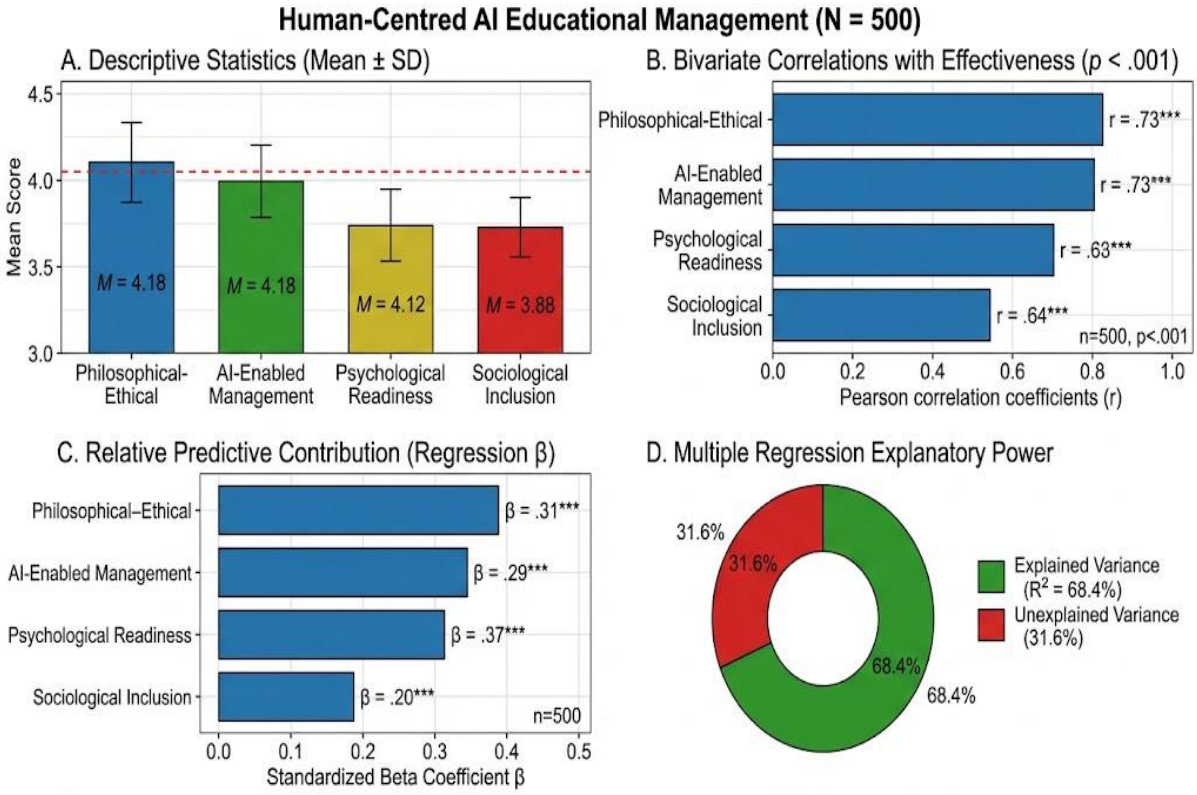


Figure 1: Multidimensional Model of Human-Centred AI Educational Management (N=500).

Note. (**A**) Dimension means (M±SD) vs. overall effectiveness (M=4.12). (**B**) Bivariate Pearson correlations (r) with effectiveness. (**C**) Standardized regression weights (β) showing relative predictive influence. (**D**) Joint model explanatory power (R 2 =68.4%, p<.001). All relationships significant at p<.001.

CONCLUSION

Artificial intelligence is progressively redefining educational management by expanding institutional capabilities for data analysis, prediction, personalisation, communication, planning and evidence-based decision-making. The findings of this study demonstrate, however, that effective intelligent educational management depends not only on technological capability but also on the psychological, philosophical and sociological conditions within which AI is adopted and utilised. The integration of these perspectives provides a comprehensive foundation for understanding how educational institutions can develop intelligent systems that promote both institutional effectiveness and human development. Based on data obtained from 520 respondents, the study established that AI-enabled management capability, psychological readiness and trust, philosophical-ethical orientation, and sociological inclusion were positively associated with human-centred educational

management effectiveness. The descriptive findings indicated generally high levels across the examined dimensions, with AI-enabled management capability recording the highest mean score, followed by philosophical-ethical orientation, psychological readiness and trust, and sociological inclusion. The correlation results further demonstrated statistically significant positive relationships between each explanatory dimension and human-centred educational management effectiveness, indicating that stronger institutional AI capability, greater psychological preparedness, stronger ethical orientation and greater social inclusion are associated with more effective human-centred educational management. Furthermore, the multiple regression analysis showed that the four explanatory dimensions jointly accounted for 68.4% of the variance in human-centred educational management effectiveness, demonstrating the substantial explanatory contribution of the integrated framework. Philosophical-ethical orientation emerged as the strongest predictor, followed by AI-enabled management capability, psychological readiness and trust, and sociological inclusion. This finding underscores the importance of placing ethical reasoning, human agency, accountability, fairness and responsible decision-making at the centre of AI-enabled educational management. The psychological dimension also demonstrates that successful AI adoption requires more than technological infrastructure because teachers, administrators and learners must possess sufficient trust, confidence, psychological safety and readiness to engage meaningfully with intelligent technologies. Similarly, the sociological dimension highlights the importance of addressing digital inequality, socioeconomic differences, cultural diversity, language, accessibility and unequal technological opportunities when implementing AI across educational institutions. The study therefore supports the position of Alfredo et al. (2024), Xie et al. (2024), UNESCO (2021, 2023) and UNESCO (2024) that responsible AI in education requires meaningful human participation, transparency, fairness, accountability and appropriate human oversight. Educational managers should consequently adopt governance structures that ensure AI augments rather than replaces professional judgement, particularly in decisions affecting learners, teachers and institutional communities. Such governance should incorporate continuous AI competency development, ethical review procedures, explainability, data protection, algorithmic fairness assessments and stakeholder participation. Ultimately, a human-centred intelligent education system should be evaluated not by the extent to which machines automate educational activities, but by the extent to which intelligent technologies enhance human capabilities, strengthen educational relationships, improve institutional responsiveness, support equitable participation and advance meaningful learning. The convergence of artificial intelligence with psychology, philosophy and sociology therefore provides a comprehensive pathway for developing educational

management systems that are technologically capable while remaining ethically responsible, psychologically supportive, socially inclusive and fundamentally centred on human wellbeing and development.

FUTURE RESEARCH

Future research should move beyond conceptual and simulated evidence toward large-scale, longitudinal and context-sensitive empirical investigations of human-centred intelligent educational management. Studies should examine how AI implementation influences teachers' professional identity, psychological wellbeing, decision-making autonomy, leadership practices and learners' educational experiences across different educational levels and sociocultural contexts. Comparative research across Nigerian states, developing countries and technologically advanced education systems could reveal how infrastructure, culture, socioeconomic conditions and institutional policies moderate AI outcomes. Future studies should also investigate explainable AI, algorithmic fairness, privacy-preserving learning analytics, generative AI governance and human-in-the-loop decision architectures. Mixed-methods and experimental designs would provide stronger evidence concerning causal relationships among AI capability, psychological readiness, philosophical-ethical orientation, sociological inclusion and management effectiveness. Finally, researchers should develop validated instruments and longitudinal frameworks for assessing whether human-centred AI produces sustainable improvements in educational quality, equity, institutional effectiveness and human wellbeing.

References

Alfredo, R. D., Nie, L., Kennedy, P., Power, T., Hayes, C., Chen, H., McGregor, C., Swiecki, Z., Gašević, D., & Martinez-Maldonado, R. (2024). Human-centred learning analytics and AI in education: A systematic literature review. *Computers and Education: Artificial Intelligence, 6*, 100215. DOI: 10.1016/j.caeai.2024.100215.

An, Q., Yang, J., Xu, X., & Zhang, Y. (2024). Decoding AI ethics from users' lens in education: A systematic review. *Heliyon, 10*(20), e39357. DOI: 10.1016/j.heliyon.2024.e39357.

Anthuvan, T., Prabhuram, S., & Rathod, C. (2026). Human-centred AI governance and sustainability capability development in higher education: The AIMS AI-Human Framework. *World Journal of Entrepreneurship, Management and Sustainable Development, 22*(5), 461-477. DOI: 10.47556/J.WJEMSD.22.5.2026.5.

Dai, R., Thomas, M. K. E., & Rawolle, S. (2025). The roles of AI and educational leaders in AI-assisted administrative decision-making: A proposed framework for symbiotic collaboration. *The Australian Educational Researcher, 52*, 1471-1487. DOI: 10.1007/s13384-024-00771-8.

Feldman-Maggor, Y., Cukurova, M., Kent, C., & Alexandron, G. (2025). The impact of explainable AI on teachers' trust and acceptance of AI EdTech recommendations: The power of domain-specific explanations. *International Journal of Artificial Intelligence in Education, 35*, 2889-2922. DOI: 10.1007/s40593-025-00486-6.

Feng, S., & Tan, C. Y. (2024). Toward conceptual clarity for digital cultural and social capital in student learning: Insights from a systematic literature review. *Humanities and Social Sciences Communications, 11*, 68. DOI: 10.1057/s41599-023-02519-8.

Frøsig, T. B., & Romero, M. (2024). Teacher agency in the age of generative AI: Towards a framework of hybrid intelligence for learning design. DOI: 10.48550/arXiv.2407.06655.

Gouseti, A., James, F., Fallin, L., & Burden, K. (2024). The ethics of using AI in K-12 education: A systematic literature review. *Technology, Pedagogy and Education*, 161-182. DOI: 10.1080/1475939X.2024.2428601.

Holmes, W., Porayska-Pomsta, K., Holstein, K., Sutherland, E., Baker, T., Shum, S. B., Santos, O. C., Rodrigo, M. M. T., Cukurova, M., Bittencourt, I. I., & Koedinger, K. R. (2022). Ethics of AI in education: Towards a community-wide framework. *International Journal of Artificial Intelligence in Education, 32*, 504–526. DOI: 10.1007/s40593-021-00239-1.

Idowu, J. A. (2024). Debiasing education algorithms. *International Journal of Artificial Intelligence in Education, 34*, 1510–1540. DOI: 10.1007/s40593-023-00389-4.

Jaiswal, V. S., & Sarraf, D. K. (2024). Conceptualizing digital divide and identifying factors of digital exclusion in higher education through systematic literature review. *Indian Journal of Educational Technology, 6*(1), 283-295.

Lan, Y. (2024). Through tensions to identity-based motivations: Exploring teacher professional identity in Artificial Intelligence-enhanced teacher training. *Teaching and Teacher Education, 151*, 104736. DOI: 10.1016/j.tate.2024.104736.

Lelescu, A., Sava, S., Grosseck, G., & Malita, L. (2025). Exploring trust in generative AI for higher education institutions: A systematic literature review focused on educators. *Humanities and Social Sciences Communications, 12*, 1961.

Miao, F., & Cukurova, M. (2024). *AI competency framework for teachers*. UNESCO. DOI: 10.54675/ZJTE2084. The framework specifies 15 competencies across human-centred mindset, AI ethics, AI foundations and applications, AI pedagogy, and AI for professional learning.

Mouta, A., Pinto-Llorente, A. M., & Torrecilla-Sánchez, E. M. (2024). Uncovering blind spots in education ethics: Insights from a systematic literature review on artificial intelligence in education. *International Journal of Artificial Intelligence in Education, 34*(3), 1166-1205. DOI: 10.1007/s40593-023-00384-9.

Mustafa, M. Y., Tlili, A., & Lampropoulos, G. (2024). A systematic review of literature reviews on artificial intelligence in education (AIED): A roadmap to a future research agenda. *Smart Learning Environments, 11*, 59. DOI: 10.1186/s40561-024-00350-5.

OECD. (2025). *Education for human flourishing: A conceptual framework*. OECD Publishing. DOI: 10.1787/73d7cb96-en. The framework explicitly emphasizes human agency, meaning and human security in education in the age of AI.

Okokoyo, I. E., Nwaham, C. O., & Nwachukwu, O. G. (2024). Leveraging artificial intelligence for enhanced administrators' decision making in educational institutions: A comprehensive exploration of applications, challenges, and opportunities. *NIU Journal of Educational Research, 10*(1), 63-72. DOI: 10.58709/niujed.v10i1.1937.

Shen, L., Qiu, N., & Wang, Z. (2025). Psychological safety and trust as drivers of teachers' continued use of AI tools in classrooms. *Scientific Reports, 15*, 31426. DOI: 10.1038/s41598-025-13789-4.

UNESCO. (2021). *AI and education: Guidance for policy-makers*. UNESCO.

UNESCO. (2023). *Guidance for generative AI in education and research*. UNESCO.

UNESCO. (2024). *AI competency framework for students*. UNESCO. The framework identifies 12 competencies across human-centred mindset, ethics of AI, AI techniques and applications, and AI system design.

Vaccaro, M., Almaatouq, A., & Malone, T. W. (2024). When combinations of humans and AI are useful: A systematic review and meta-analysis. *Nature Human Behaviour, 8*, 2293–2303. DOI: 10.1038/s41562-024-02024-1.

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. DOI: 10.1016/j.eswa.2024.124167.

Wang, Y. (2024). Algorithmic decisions in education governance: Implications and challenges. *Discover Education, 3*, 229. DOI: 10.1007/s44217-024-00337-x.

Xie, Y., et al. (2024). Navigating the ethical terrain of AI in education: A systematic review on framing responsible human-centered AI practices. *Computers and Education: Artificial Intelligence, 7*, 100306. DOI: 10.1016/j.caeai.2024.100306.

WHO EDUCATES WHOM? NEGOTIATING AUTHORITY AMONG TEACHERS, STUDENTS, AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE

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

The increasing use of generative artificial intelligence in education unsettles conventional distinctions between those who teach, those who learn, and the instruments through which knowledge is produced. This conceptual article examines how authority is negotiated among teachers, students, and AI systems. Using a critical integrative review and a relational synthesis of 20 purposively selected scholarly and policy sources, it distinguishes epistemic, pedagogical, moral, and infrastructural authority. The coded synthesis is descriptive rather than population-representative: percentages indicate the share of corpus items in which a theme appeared. The analysis shows that AI can widen access to explanations and support learner autonomy, yet it may also conceal the social origins of knowledge, intensify digital inequality, and relocate judgement to opaque platforms. Teachers are repositioned as validators, designers of learning situations, and ethical mediators; students become co-producers whose capacity to challenge AI depends on digital capital, language, and institutional support. A relational model of hybrid educational authority is proposed in which machine output remains contestable and consequential decisions remain attributable to human actors. The article concludes that the central issue is not technological replacement but the institutional distribution of credibility, responsibility, and voice.

Keywords: artificial intelligence, sociology of education, educational authority, digital inequality, epistemic authority, teacher-student relations

1. INTRODUCTION

Generative AI enters education as more than a neutral instrument. Because it speaks in an authoritative register, selects plausible formulations, and can simulate explanation, it participates in the social organization of credibility. The educational problem is therefore relational: a teacher, a student, an institution, and a platform each claim different grounds for deciding what counts as knowledge. Recent international guidance stresses human agency, while emerging comparative evidence shows uneven adoption and training (Miao & Holmes, 2023; OECD, 2025, 2026).

This article asks three questions: How does generative AI redistribute epistemic, pedagogical, moral, and infrastructural authority? Which inequalities shape students' capacity to question machine output? What institutional arrangements can keep judgement answerable to persons? Its contribution is a four-dimensional model of hybrid authority that connects classical concerns with cultural capital and dialogical pedagogy to the platform conditions of contemporary schooling (Bourdieu, 1986; Freire, 1970; Selwyn, 2019).

1.1. Theoretical Framework

Epistemic authority concerns the socially recognized right to define valid knowledge. Pedagogical authority concerns the right to sequence learning, diagnose difficulty, and evaluate progress. Moral authority concerns accountability for authorship, fairness, and harm. Infrastructural authority is the quieter power exercised through data access, model design, interface defaults, and institutional procurement. These dimensions overlap, but analytically separating them prevents a common error: treating fluent output as equivalent to legitimate educational judgement.

A relational approach refuses both technological determinism and nostalgia for an uncontested teacher monopoly. Teachers have never been the sole source of knowledge; curricula, examinations, textbooks, families, and peer cultures already distribute authority. Generative AI intensifies this distribution because it is always available, conversational, personalized in appearance, and difficult to inspect. Its authority is performative: confidence, speed, and linguistic polish can produce credibility even where evidential grounding is weak (Kasneci et al., 2023; Tlili et al., 2023).

2. METHODOLOGY

The study uses a documented critical integrative review, appropriate for concept development across sociology of education, AI-in-education research, and international policy. Retrieval combined publisher and DOI landing pages, UNESCO and OECD repositories, and backward reference chaining from major reviews. Searches were

completed on September 7, 2026, using combinations of 'generative AI education', 'teacher authority', 'student authorship', 'AI assessment', 'digital inequality', and 'AI governance'. Eligible items addressed educational uses or governance of AI and supplied a conceptual, empirical, or policy contribution relevant to authority. Product marketing, opinion pieces without an evidential basis, duplicate versions, and sources without educational relevance were excluded.

Twenty English-language sources published between 2019 and 2026 formed the coded corpus, balancing peer-reviewed reviews, empirical studies, books, and institutional guidance. Bourdieu (1986) and Freire (1970) were retained as interpretive anchors but excluded from the percentage denominator. Each included item was coded manually for unit of authority, educational actor, opportunity, risk, inequality mechanism, and governance response. Coding was binary and non-exclusive, so totals may exceed 100%; one coded source equals five percentage points. A second pass consolidated near-synonyms and checked each category against the item-level register in Appendix A. Percentages describe this corpus only and are not estimates of teachers or students. Linear trend lines are used solely for the chronological series in Figure 6; categorical figures are comparisons without fitted trends.

Table 1. Dimensions of hybrid educational authority, ordered by corpus salience

Dimension	**Operational question**	**Corpus share**
Infrastructural	Who designs, owns, and audits the system?	35%
Moral	Who answers for authorship, fairness, and harm?	50%
Pedagogical	Who guides, sequences, and evaluates learning?	65%
Epistemic	Who validates knowledge claims?	80%

Source note: *Author's conceptual coding of the 20-source review corpus; categories are non-exclusive.*

Sociological interpretation: The rising salience from infrastructure to epistemic authority reveals a visibility hierarchy. Scholarship notices what the system says more readily than the institutional arrangements that make its speech possible. This asymmetry can naturalize platform power while concentrating debate on classroom conduct.

3. FINDINGS

The first result concerns the roles assigned to AI. Figure 1 orders these roles from relatively passive support to functions that approximate judgement. The distribution clarifies why apparently modest uses can accumulate into institutional power.

Across the corpus, evaluative and tutoring roles attract the greatest analytical attention.

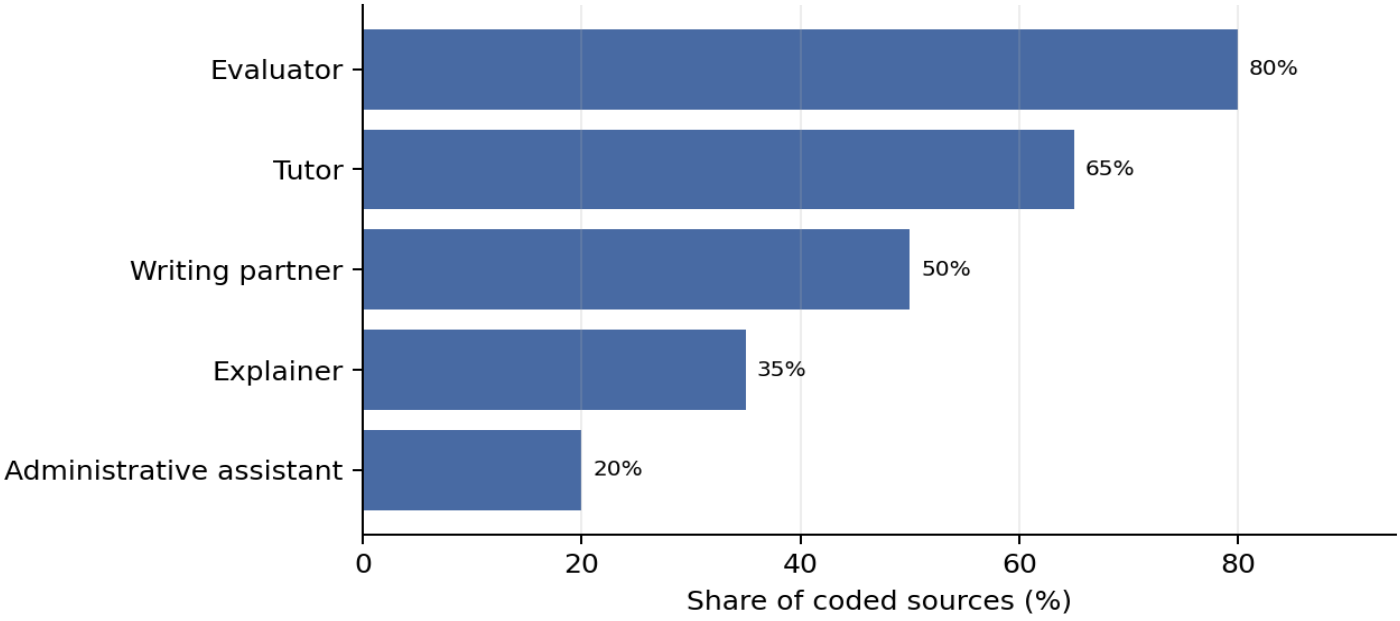


Figure 1. Roles attributed to generative AI in education

Source note: *OECD (2026), Miao and Holmes (2023), and author's corpus coding (n=20).*

Sociological interpretation: The ascending pattern marks a shift from task delegation to judgement delegation. As AI approaches evaluation, its classifications affect grades, self-concepts, and access to opportunity; technical convenience becomes a question of legitimate authority.

Figure 2 compares the four authority claims underpinning the model.

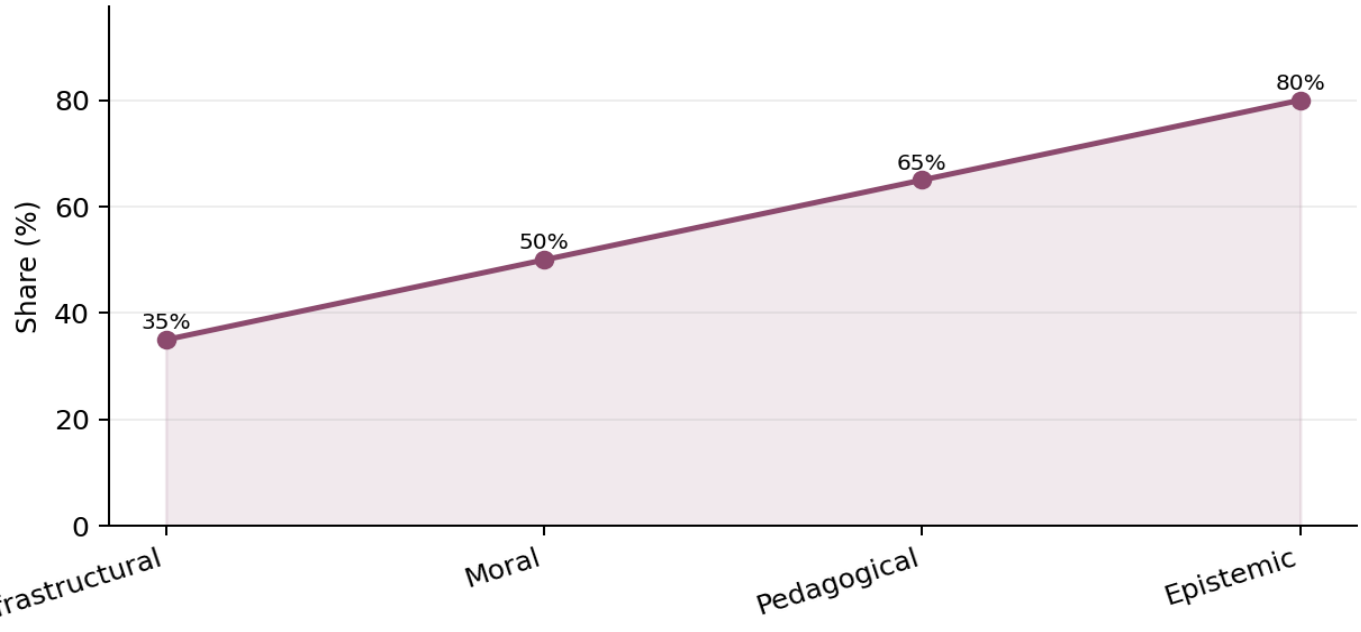


Figure 2. Authority claims foregrounded in the literature

Source note: *Author's non-exclusive coding of the review corpus (n=20).*

Sociological interpretation: Epistemic authority dominates because plausible answers are the most immediate encounter with AI. Yet the lower visibility of infrastructure indicates a sociological blind spot: ownership and design are less discussable in classrooms than output accuracy.

Table 2. Actor positions in the negotiation of authority

Actor	Primary resource	Primary vulnerability	Share coded
Platform provider	Scale and infrastructure	Weak public accountability	30%
Institution	Rules and credentials	Policy lag	45%
Student	Experiential and prompt knowledge	Unequal digital capital	60%
Teacher	Contextual and pedagogical judgement	Work intensification	75%

Source note: *Author's synthesis of the review corpus (n=20); ordered by coded share.*

Sociological interpretation: Authority is not a zero-sum transfer from teacher to machine. Each actor possesses a different resource, while vulnerability follows the asymmetry between being affected by a decision and being able to contest it.

Risk is not distributed evenly across the learning process; Figure 3 orders the coded concerns.

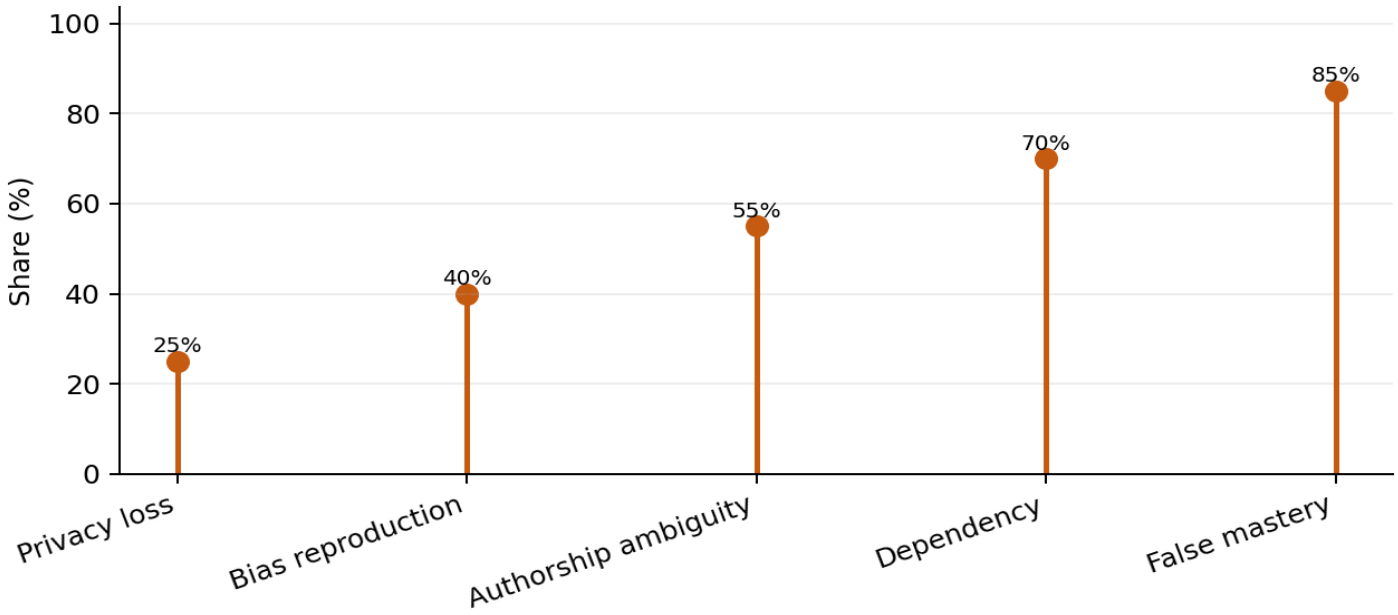


Figure 3. Risks associated with uncritical AI use

Source note: *Kasneci et al. (2023), UNESCO (2023), OECD (2026), and author's coding (n=20).*

Sociological interpretation: The steep rise toward false mastery and dependency suggests that the deepest risk is not isolated error but transformed learner subjectivity. Students may appear successful while becoming less able to explain, contest, or reproduce the reasoning independently.

Figure 4 shifts from individual access to socially accumulated capacities.

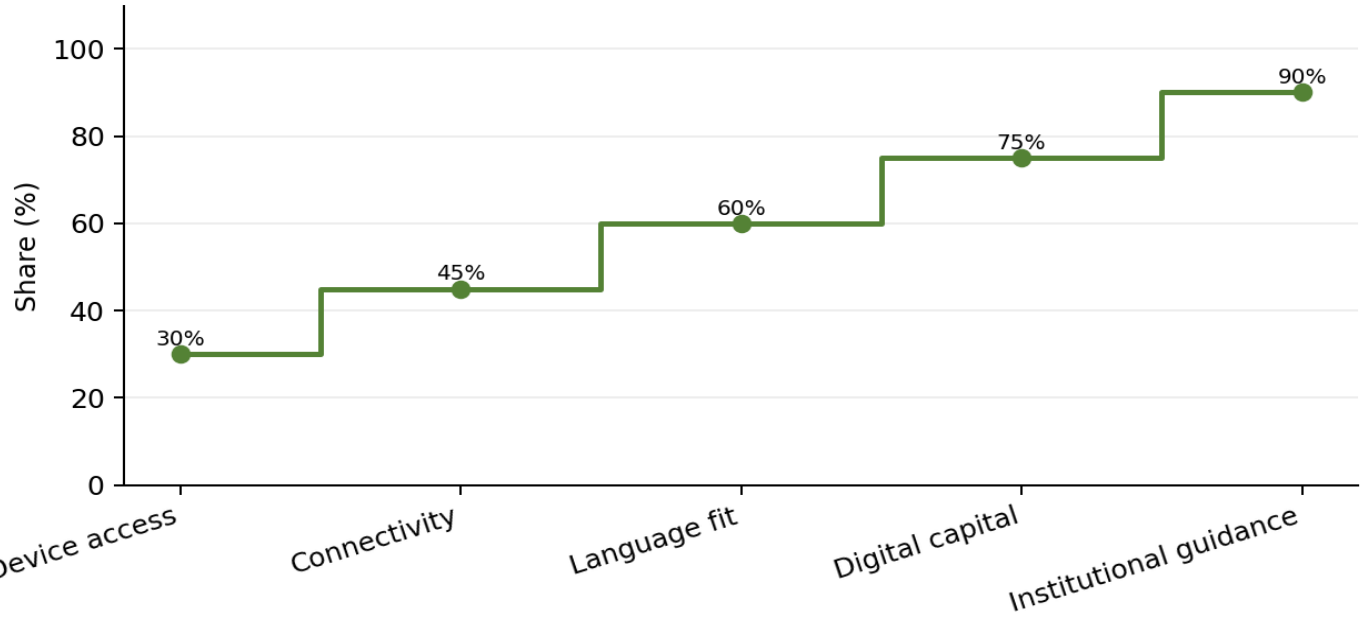


Figure 4. Inequality mechanisms shaping critical AI use

Source note: *OECD (2024), Bourdieu (1986), and author's coding (n=20).*

Sociological interpretation: The ordered pattern distinguishes access from appropriation. A connected student is not automatically an empowered student; institutional guidance and digital capital determine whether AI is interrogated, strategically used, or merely obeyed.

Table 3. From AI function to required human judgement

AI function	Educational promise	Necessary human judgement	Corpus share
Summarization	Faster orientation	Source comparison	35%
Idea generation	Broader exploration	Purpose and relevance	50%
Feedback	Rapid iteration	Diagnostic validity	65%
Assessment support	Consistency at scale	Fairness and consequences	80%

Source note: *Author's coding informed by Kasneci et al. (2023), Tlili et al. (2023), and OECD (2026).*

Sociological interpretation: The more consequential the function, the less defensible full automation becomes. Human judgement is not a residual correction after machine work; it is the mechanism that connects educational decisions to context and responsibility.

Figure 5 presents safeguards as an ascending ladder of accountability.

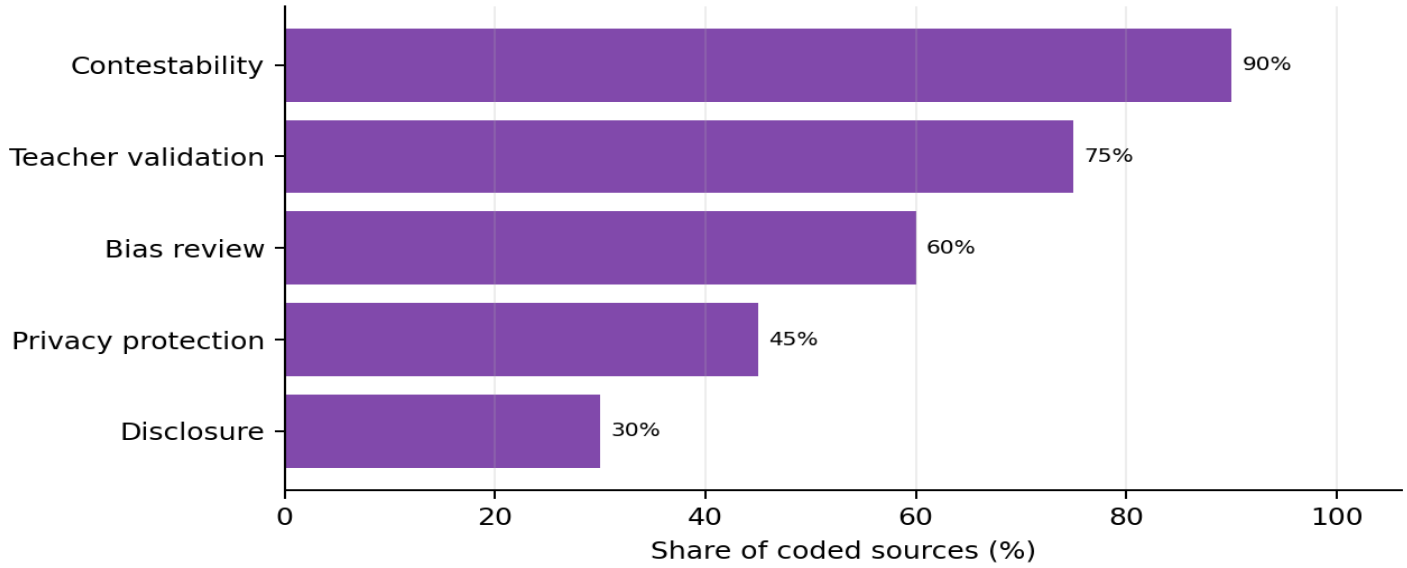


Figure 5. Human-centred governance safeguards

Source note: *Miao and Holmes (2023), UNESCO (2023), OECD (2026), and author's coding (n=20).*

Sociological interpretation: Disclosure alone individualizes responsibility. Contestability and teacher validation redistribute power by allowing decisions to be questioned and attributed, converting ethics from a personal virtue into an institutional procedure.

Publication-year coding illustrates the rapid consolidation of the field after public generative AI systems became widely accessible.

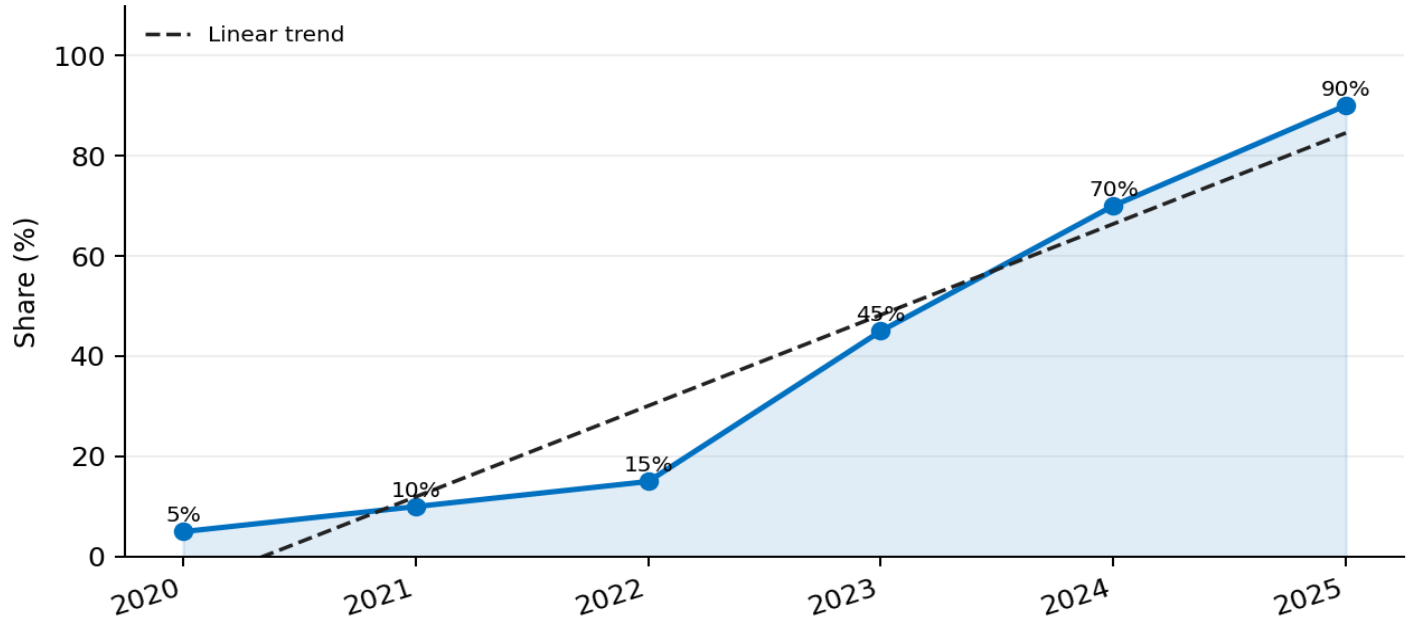


Figure 6. Growth of generative-AI attention in the selected literature, 2020-2025

Source note: *Author's bibliographic coding of the selected and background corpus; percentages are cumulative coverage, not publication-market estimates.*

Sociological interpretation: The accelerating trend shows institutional discourse following technological availability. Rapid expansion favors anticipatory claims and short observation windows, which makes sociological caution about durable inequalities and organizational memory especially important.

Table 4. Institutional pathway toward hybrid authority

Stage	Institutional practice	Authority effect	Readiness
1	Permitted-use disclosure	Makes use visible	25%
2	Task redesign	Protects learning purpose	45%
3	Critical AI literacy	Strengthens student voice	65%
4	Appeal and audit procedures	Makes decisions contestable	85%

Source note: *Normative model developed from UNESCO (2023), OECD (2026), and the corpus synthesis; percentages express coded readiness indicators, not prevalence.*

Sociological interpretation: The sequence moves from compliance to democratic accountability. Institutions become more legitimate when affected learners can understand a decision, challenge it, and identify the human office responsible for revising it.

3.1. Epistemic Authority: From Answer Production to Public Justification

The sociological significance of generative AI begins with the difference between producing an answer and warranting a claim. A language model can assemble a coherent response because statistical regularities in its training material make some sequences more probable than others. Educational authority, however, has never depended on coherence alone. A claim becomes teachable knowledge when its origin can be located, its evidence examined, its limits stated, and its relation to disciplinary procedures explained. In a classroom, these requirements are social practices: teachers ask students to show a method, compare sources, revise an inference, and accept criticism. The machine's fluent surface can compress or hide those practices. This is why hallucination is not merely a technical defect. It exposes a mismatch between the appearance of settled knowledge and the absence of an accountable knower. When students equate linguistic confidence with validity, epistemic authority shifts from procedures of verification to performances of plausibility (Kasneci et al., 2023; Miao & Holmes, 2023).

The problem is intensified by the conversational interface. Search engines traditionally display several links and make disagreement at least partially visible; chat systems commonly return one synthesized voice. That voice can make contested topics appear consensual, eliminate minority interpretations, or merge incompatible sources without signaling the conflict. The learner meets a result rather than the social field in which the result was produced. From the perspective of the sociology of knowledge, this apparent unity is consequential because disciplines are organized through disputes, reputations, journals, methods, and institutions. Removing these traces may improve readability while weakening the learner's capacity to understand how knowledge acquires legitimacy. A critical use of AI must therefore reverse the compression: students should be asked to reconstruct the possible sources, identify missing perspectives, and formulate questions that would test the output. Authority then moves from accepting the answer to evaluating the conditions under which an answer deserves acceptance.

Disciplinary variation also matters. In mathematics, a proposed solution can often be checked through explicit operations, although the explanation may still conceal a mistaken premise. In history, sociology, or literature, the adequacy of an answer depends on interpretation, contextualization, and the representation of competing

accounts. In language learning, an apparently correct formulation may reproduce a prestigious variety while marking other varieties as deficient. In vocational education, advice may have immediate safety consequences. A general-purpose model presents these domains through the same conversational form, but their validation regimes are different. Treating all prompts as equivalent therefore privileges generic fluency over disciplinary judgement. Teachers remain essential not because they possess every fact, but because they can explain what counts as evidence in a particular field and why one kind of uncertainty is acceptable while another requires intervention.

Epistemic authority is also shaped by temporal asymmetry. Model outputs can be generated instantly, whereas careful checking requires time, access, and prior knowledge. Under conditions of heavy workload, both students and teachers may rationally accept plausible material because verification is more expensive than generation. What appears as individual laziness may therefore be an organizational effect of compressed deadlines, large classes, performance targets, and insufficient access to scholarly resources. The relevant unit of analysis is not simply the user-tool interaction but the institution that distributes time. If schools reward rapid completion while underfunding deliberation, AI will amplify existing incentives. A human-centred policy must protect time for reading, discussion, and revision; otherwise the formal demand to verify output becomes an unfunded moral instruction imposed on individuals.

Finally, epistemic authority involves the right to remain uncertain. Educational dialogue can acknowledge that an answer is provisional, invite disagreement, and use confusion as a starting point for inquiry. Generative systems are commonly optimized to be helpful and responsive, which can produce an answer even when the best intellectual action would be to suspend judgement. Students need practices that normalize calibrated uncertainty: confidence ratings, alternative hypotheses, explicit unknowns, and documentation of what could not be verified. Such practices do not diminish authority. They distinguish trustworthy authority from mere certainty. The teacher's role becomes the cultivation of an epistemic culture in which saying “we do not yet know” is compatible with competence and in which machine output is treated as an object of collective examination rather than an endpoint.

3.2. Pedagogical Authority and the Reorganization of Teacher Work

Generative AI changes pedagogical authority by entering activities that were previously central to professional judgement: explaining a difficult concept, selecting examples, differentiating tasks, drafting feedback, and planning assessment. These functions are attractive because they can reduce preparation time and offer

immediate variations. Yet the same efficiency can fragment the relationship between pedagogical decisions and knowledge of particular learners. A suitable explanation is not merely accurate; it responds to a student's prior understanding, emotional state, language, classroom history, and future learning path. Models can approximate personalization from supplied information, but they do not participate in the durable relationship through which a teacher recognizes change over time. Delegation is therefore safest where the output remains provisional and least defensible where it determines a learner's trajectory without contextual review (OECD, 2026; Selwyn, 2019).

The promise of individualized tutoring deserves careful qualification. One-to-one interaction has historically been scarce because teacher time is limited, and conversational systems can make practice and explanation available outside lessons. This can benefit students who are reluctant to ask questions publicly or who need repeated reformulation. Nevertheless, personalization can become isolation if each learner is directed into a private dialogue with a platform. Classroom learning also depends on overhearing others' questions, negotiating meanings, encountering difference, and developing obligations to a group. A system optimized for individual responsiveness may weaken these collective dimensions. Pedagogical authority should therefore arrange movement between private assistance and public learning: students can use AI to prepare questions, compare approaches in groups, and bring unresolved contradictions back to the classroom.

Teacher expertise can be strengthened or eroded depending on how AI is incorporated into work. When educators use a model to generate alternatives and then explain why they accept, reject, or adapt them, professional reasoning becomes more explicit. When institutions impose automated planning or feedback systems primarily to save costs, teachers may be repositioned as implementers of decisions made elsewhere. This resembles longer histories of standardization in education, where efficiency tools often carry assumptions about what can be measured and who may decide. The issue is not whether a teacher clicked “generate,” but whether the organization preserves discretion, provides time for review, and recognizes responsibility. Professional development should therefore address procurement, data governance, and refusal rights alongside classroom technique.

Feedback illustrates the ambiguity. Rapid comments can increase the number of revision cycles, which may support learning. However, generic feedback can encourage surface correction, obscure the purpose of an assignment, and make the student accountable to criteria that nobody in the classroom has consciously chosen. Effective feedback is dialogical: it identifies a gap, anticipates how a learner may interpret the comment, and

creates an opportunity to respond. If AI is used, students should know which comments were machine-assisted, what criteria guided them, and how to challenge them. Teachers should sample and compare feedback across demographic and linguistic groups to detect systematic differences. These procedures transform transparency from a label into a relationship of answerability.

The reorganization of work also has emotional consequences. Teaching includes care, frustration, encouragement, and the management of uncertainty. Institutions may be tempted to describe emotional labour as inefficiency and delegate communicative tasks to systems that never tire. Yet a student's recognition that another person has attended to their effort can be educationally significant. Automated praise may simulate warmth without assuming obligation. This does not mean every routine message must be personally written. It means schools should distinguish information delivery from relational recognition. Pedagogical authority is legitimate partly because it is exercised by actors who can be affected by the consequences of their decisions and can repair a damaged relationship.

3.3. Student Agency, Authorship, and the Politics of Dependence

Students are often represented either as beneficiaries of innovation or as potential cheaters. Both images reduce their agency. Learners interpret rules, exchange tactics, test system limits, and decide when an output feels adequate. Their uses of AI may include translation, brainstorming, reassurance, coding, revision, and avoidance of tasks experienced as meaningless. A sociological analysis asks what these practices reveal about the institution. If students routinely outsource formulaic assignments, the problem may include assessment design and credential pressure rather than only deficient morality. Conversely, understandable frustration does not remove responsibility for misrepresentation. Academic integrity is best treated as a negotiated institutional order in which purposes, permitted assistance, and evidence of learning are made explicit (Cotton et al., 2024; Perkins, 2023).

Authorship under generative conditions should not be reduced to counting machine-produced words. Authorship involves selecting a problem, making consequential choices, accepting criticism, and standing behind a final claim. A student may remain an author while using extensive assistance if they can explain and defend those choices; a student may cease to be meaningfully authorial even after making minor edits to a generated text. Assessment policies should focus on traceable intellectual responsibility. Process notes, source logs, oral discussion, version histories, and reflective statements can provide evidence without turning every

learner into a surveillance target. The purpose is not detection for its own sake but the reconstruction of a credible relationship between submitted work and demonstrated understanding.

Dependence must also be distinguished from interdependence. Education has always relied on tools, other people, and accumulated cultural resources. Dictionaries, calculators, libraries, peers, and teachers extend individual capacity. A problem arises when assistance becomes opaque, non-transferable, and difficult to refuse. If a learner can perform only while the platform supplies formulations, apparent autonomy masks infrastructural dependence. Productive interdependence, by contrast, increases the person's ability to evaluate help and act across contexts. Tasks should therefore include moments with and without AI, not as a moral contest between purity and contamination but as a way to identify what the learner can internalize, what the tool contributes, and where support is still needed.

Student voice is particularly important in rule formation. Policies written exclusively by administrators may misrecognize actual practices and produce categories too vague to guide decisions. “AI use” can cover spell checking, translation, idea generation, full-text production, or automated evaluation, although these acts have different implications. Participatory policy design can generate scenario-based rules tied to learning outcomes. Students should be able to explain which forms of assistance address disability, linguistic access, or anxiety and which practices create unfair advantage. Participation does not guarantee permissive rules; it improves legitimacy by allowing those governed to contribute knowledge about the situations being regulated.

Agency further depends on the possibility of refusal. Some learners may object to sharing work with commercial systems, may lack accounts or compatible devices, or may have religious, ethical, accessibility, or privacy concerns. If a supposedly optional tool becomes necessary to complete work efficiently, refusal carries a hidden penalty. Institutions should provide equivalent alternatives and should not require students to disclose unnecessary personal data. Meaningful choice exists only when the costs of alternatives are reasonably comparable. This principle links student agency to infrastructural design rather than treating autonomy as a personal attitude.

3.4. Digital Capital, Language, and Cumulative Advantage

The digital divide is frequently described as unequal access to devices and connectivity, but generative AI makes the limits of that definition especially visible. Effective use requires knowing how to frame a problem, recognize a weak answer, request revision, compare sources, and integrate assistance into a larger project. These dispositions resemble cultural capital because they are accumulated through families, schools, peer

networks, and prior encounters with institutional language (Bourdieu, 1986). Students with strong disciplinary knowledge can use AI as a critical interlocutor; students with less knowledge may be more impressed by fluency and less able to detect error. The same free interface can therefore produce unequal educational returns.

Language mediates this inequality. Large models perform unevenly across languages, dialects, registers, and specialized vocabularies. Students working in globally dominant languages may receive richer outputs and more reliable source suggestions, while others face translation loss or culturally inappropriate examples. At the same time, AI can lower barriers by reformulating dense material and supporting multilingual participation. The sociological question is who must adapt to whose language. If learners are repeatedly encouraged to translate themselves into the system's preferred register, assistance may reinforce linguistic hierarchy. Teachers should invite comparison between outputs in different languages and treat variation as evidence about the politics of data, not merely as a technical inconvenience.

Cumulative advantage can develop through feedback loops. Students who already know how to evaluate sources obtain better results, complete tasks faster, and gain more opportunities to practice higher-level analysis. Their success is then attributed to individual adaptability. Students who receive weak outputs may spend time correcting errors, become dependent on templates, or be sanctioned for uses they did not understand. Without institutional intervention, the technology can widen differences while appearing universally accessible. Equity monitoring should therefore examine outcomes and experiences by language, disability, socioeconomic resources, and prior attainment rather than report only adoption rates.

Institutional guidance is a form of capital because it converts a general tool into usable educational practice. A school that provides worked examples, shared vocabulary, protected experimentation, and access to knowledgeable adults gives learners resources for critical appropriation. A school that simply bans or permits AI leaves students dependent on informal networks. Families with professional expertise may fill the gap, while others cannot. Clear guidance is thus not bureaucratic decoration; it is a redistributive intervention. It should include age-appropriate explanations of data use, concrete scenarios, verification routines, and routes for asking questions without immediate punishment.

Accessibility offers another test of distributive justice. Generative systems can simplify text, produce alternative formats, support communication, and reduce some barriers experienced by students with disabilities. Benefits should not be dismissed because the technology is imperfect. Yet accessibility claims require consultation with users and evaluation of accuracy, privacy, and compatibility. A tool that helps one group may introduce new

dependence or expose sensitive information. Universal design principles suggest offering multiple means of engagement while retaining human support. Equity is not achieved when the institution provides the same interface to everyone; it is achieved when learners have substantively comparable opportunities to understand, participate, and challenge decisions (OECD, 2024).

3.5. Moral Authority, Integrity, and Attributable Responsibility

Moral authority concerns who can define proper conduct and who bears the consequences when harm occurs. Public debate often locates responsibility in the student's prompt or the teacher's vigilance, leaving platform providers and institutional leaders at the edge of the frame. This distribution is sociologically revealing. Actors with the least control over model design may carry the most visible obligations, while those controlling data and infrastructure describe their role as supplying a tool. A defensible governance model must align responsibility with decision-making capacity. Providers should document system limits; institutions should justify procurement and policy; teachers should validate pedagogical uses; students should disclose assistance relevant to authorship.

Integrity policies need proportionality. A minor use of translation support should not be treated as equivalent to submitting an entirely generated argument, and ambiguous rules should not support severe sanctions. Procedures should distinguish learning-oriented errors from deliberate deception, allow students to explain their process, and provide an appeal. Automated detection scores are particularly weak grounds for punishment because they can be uncertain and uneven across language groups. When institutions use probabilistic indicators as verdicts, they reproduce the very problem at issue: opaque machine classification acquires moral authority without adequate contestability.

Privacy is also an educational relationship, not only a legal checkbox. Student writing can reveal health, family conflict, political views, migration status, or trauma. Uploading such material to an external service may create risks that learners cannot evaluate. Consent is limited when a tool is embedded in a required course or when refusal makes work substantially harder. Data minimization, institutionally managed accounts, clear retention rules, and alternatives are therefore components of legitimate pedagogy. Teachers should not be expected to resolve complex contractual questions individually; governance must occur at the organizational level.

Bias review should focus on patterns rather than spectacular examples alone. A model may repeatedly associate authority with particular genders, offer culturally narrow scenarios, or provide less useful feedback to non-standard language. These effects can shape expectations even when no single output appears overtly

discriminatory. Classroom auditing can involve comparing responses to systematically varied prompts, documenting discrepancies, and discussing why the system produced them. Such exercises teach critical literacy while generating local evidence. They also demonstrate that fairness is not a property announced by a vendor but a continuing social practice of examination and correction.

Attributable responsibility ultimately requires a named human decision point. Whenever AI contributes to grading, placement, discipline, or access to support, a person or committee should be able to explain the decision and change it. “The system recommended” is not an adequate justification. Human review can itself be biased, but it creates an address for argument and institutional learning. The purpose of keeping a human in the loop is not ceremonial approval; it is maintaining a relationship in which reasons can be demanded and remedies obtained.

3.6. Institutional Governance and Democratic Contestability

Governance begins before classroom use, at procurement. Institutions decide which systems are available, what data they receive, how long contracts last, and whether teachers and students can inspect relevant documentation. These decisions shape pedagogy while often remaining outside public discussion. Procurement committees should include educators, learners, data-protection expertise, accessibility representatives, and where appropriate unions or parents. Criteria should cover educational purpose, evidence of effectiveness, language performance, data practices, interoperability, exit arrangements, and mechanisms for reporting harm. A low-cost system can become expensive if it creates dependence or makes historical student work difficult to retrieve.

Rules should be organized around purposes and consequences rather than unstable lists of products. Named applications change rapidly, and features once considered ordinary may acquire generative functions. A purpose-based framework asks whether assistance replaces the learning being assessed, whether its contribution is disclosed, whether sensitive data are involved, and whether a consequential judgement is delegated. This approach can remain coherent as technology changes. It also allows variation across tasks: brainstorming may be encouraged in one activity and restricted in another because the intended learning differs.

Democratic contestability has three components: intelligibility, voice, and remedy. Intelligibility means that affected people can understand how a decision was produced at a level appropriate to its consequences. Voice means they can present relevant knowledge, including contextual information the system lacks. Remedy means an authorized actor can revise the result and address broader patterns. Transparency without remedy can

become passive exposure; an institution may disclose automation while leaving no practical route to challenge it. The governance ladder presented in Table 4 therefore culminates in appeal and audit rather than disclosure alone.

Schools also need incident learning. Errors are often handled privately by individual teachers, so the organization fails to discover repeated problems. A proportionate reporting system can document inaccurate content, biased feedback, privacy concerns, accessibility failures, and unexpected effects on workload. Reports should be reviewed without assuming blame, and findings should inform training, procurement, and assessment design. Aggregate summaries can be shared with the community while protecting student privacy. This turns isolated difficulties into institutional knowledge.

Governance must remain revisable. Fixed policies adopted during moral panic can become irrelevant, while enthusiastic pilot programs can normalize systems before evidence is available. Scheduled review, sunset clauses for experimental uses, and explicit indicators of educational value can prevent both inertia and uncritical expansion. Useful indicators include demonstrated learning without assistance, quality of student reasoning, distribution of benefits, teacher workload, error rates, and the accessibility of appeals. Adoption itself is not an educational outcome.

3.7. A Relational Model of Hybrid Educational Authority

The proposed model treats authority as a configuration rather than a possession. Machine systems contribute computational and representational capacity; students contribute purposes, experience, and emerging disciplinary agency; teachers contribute contextual and pedagogical judgement; institutions contribute rules, credentials, resources, and mechanisms of accountability. Platform providers contribute infrastructure while also exercising power through design. A legitimate configuration does not require equal authority in every situation. It requires that each claim be connected to an appropriate competence and that consequential decisions remain open to challenge.

Four principles organize the model. The first is functional specificity: AI use should be linked to a defined learning purpose rather than justified by novelty. The second is epistemic traceability: important claims should be connected to sources, methods, or verifiable reasoning. The third is attributable judgement: decisions affecting learners must have an identifiable human owner. The fourth is reciprocal contestability: students and teachers need practical opportunities to question both machine output and institutional rules. Together these principles translate the general language of human-centred AI into observable educational arrangements.

The model also distinguishes assistance, delegation, and substitution. Assistance expands options while the user retains the central intellectual operation. Delegation transfers a bounded task but requires review and integration. Substitution removes the person from a function that defines the educational relationship or the validity of an outcome. The boundaries are contextual. Generating practice questions may be assistance; drafting feedback can be delegation; issuing an unreviewed final grade is substitution. Naming the level helps institutions assess risk without claiming that every use is either harmless or prohibited.

Relational authority can be evaluated through classroom questions. Who selected the system and the task? What information does each actor possess? Who can identify an error? Who is affected if the output is wrong? Who can change the decision? Which students face higher costs of participation or refusal? These questions make power visible. They also invite empirical research that crosses levels, connecting micro-interactions with policy and infrastructure rather than studying attitudes in isolation.

The model finally redefines teacher centrality. Teachers need not remain the exclusive transmitters of information to remain indispensable. Their central role lies in organizing encounters with knowledge, recognizing learners, making criteria explicit, and sustaining accountable judgement. Student autonomy likewise does not mean solitary interaction with a machine; it means increasing capacity to formulate purposes, evaluate assistance, participate in rules, and act without hidden dependence. Hybrid authority is educationally defensible when it enlarges these capacities instead of merely accelerating output.

3.8. Comparative Institutional Scenarios

The implications of hybrid authority become clearer when different institutional scenarios are compared. In a prohibition-oriented school, generative AI is defined primarily as an external threat to integrity. Rules may be simple, but enforcement depends on uncertain detection and can drive use into private spaces where guidance is absent. Students with knowledgeable families learn how to avoid detection or obtain legitimate alternatives, while others face disproportionate risk. Teachers spend time policing textual traces rather than examining learning. Prohibition can remain appropriate for bounded tasks, particularly where unaided performance is the object of assessment, but a general ban cannot provide the critical capacities students need in environments where the technology is already socially available.

In an adoption-oriented school, AI is promoted as evidence of innovation. Teachers are encouraged to integrate tools rapidly, and success is measured through use rates, time savings, or visible experimentation. This environment may generate valuable practices, but it can also suppress criticism because hesitation appears

professionally conservative. Early adopters acquire influence, vendors help define educational problems, and students become a source of usage data. Without protected evaluation, adoption can precede evidence about learning. The sociological danger is institutional isomorphism: organizations imitate visible innovators to secure legitimacy, even when local resources, languages, and educational aims differ.

A compliance-oriented institution concentrates on disclosure forms, approved tools, and standardized statements. This approach improves predictability and can clarify responsibility, but compliance may become detached from pedagogy. Students learn where to place an acknowledgement without understanding why a use is acceptable; teachers apply categories that do not fit disciplinary work; administrators count completed training as evidence of safety. Rules remain necessary, yet they should be connected to concrete learning purposes and opportunities for deliberation. Otherwise ethical practice is reduced to documentary performance.

The relational scenario proposed here combines selective use with institutional learning. Classes distinguish tasks that require unaided practice, tasks where assistance is permitted, and tasks designed to study AI itself. Students document consequential uses and can challenge automated contributions. Teachers receive time, examples, and professional discretion. Procurement decisions are reviewable, incident reports inform policy, and equivalent alternatives protect refusal. This scenario requires more organizational work than either prohibition or unrestricted adoption, but it aligns authority with responsibility and makes equity an ongoing object of evaluation.

Comparison across national systems will reveal different configurations. Centralized curricula may produce consistent rules but respond slowly to disciplinary variation. Decentralized systems may encourage experimentation while widening differences between schools. Systems with strong data-protection institutions may regulate infrastructure yet leave pedagogical questions unresolved. Examination-driven systems face particular pressure because high-stakes credentials intensify incentives to outsource work and encourage surveillance. The model does not prescribe identical policies; it identifies questions that every configuration must answer concerning purpose, traceability, responsibility, and contestability.

3.9. Operational Indicators and Research Agenda

Future research should move beyond general attitude surveys. Positive or negative opinions provide limited evidence about how authority is actually redistributed. Classroom observation can document who initiates AI use, how outputs enter discussion, whose objections change a decision, and which verification practices survive under time pressure. Think-aloud protocols can reveal whether students treat the model as source, partner,

editor, or evaluator. Interviews should include administrators and technical staff because classroom practice is conditioned by accounts, filters, contracts, and support systems.

Epistemic authority can be operationalized through traceability and revision. Researchers might measure how often learners identify sources, detect planted inaccuracies, compare competing explanations, or alter an initial machine-supported claim after peer criticism. Pedagogical authority can be studied through decision ownership: who selects task difficulty, defines success, and determines when assistance should stop. Moral authority can be examined through sanction procedures and perceived fairness. Infrastructural authority can be mapped through procurement records, data flows, account permissions, and the practical cost of refusing a tool.

Equity research should use interactional as well as distributive measures. Access rates cannot show whether some students receive lower-quality outputs, need more time to verify them, or feel less entitled to challenge a confident response. Comparative prompt tasks across languages and registers can identify performance disparities, while ethnographic work can show how learners interpret those differences. Disability research should be co-designed with users and should compare benefits with privacy costs and dependence on particular services. These designs treat inequality as a process produced through use, not a static attribute attached to groups.

Longitudinal studies are particularly important. Short experiments may find improved task performance while missing changes in foundational knowledge, confidence, or dependence. Researchers should distinguish immediate output quality from retained learning and transfer to unaided contexts. Teacher studies should examine whether AI-supported planning expands professional repertoire or gradually narrows it around generated templates. Institutions should track not only errors but how their own capacity to recognize and repair errors develops. Organizational learning is an outcome in its own right.

Cross-disciplinary comparison can test the model's limits. Authority may be differently configured in laboratory science, creative writing, history, mathematics, and vocational practice. The acceptable role of simulation, originality, factual recall, and embodied skill varies. Rather than search for one universal threshold of AI use, studies can identify which educational goods are at stake and what evidence demonstrates their preservation. This would connect governance to substantive theories of learning instead of allowing generic platform capabilities to define the agenda.

A final research priority concerns students who are usually absent from early-adopter studies: younger pupils, learners in under-resourced schools, minoritized-language communities, refugees, and adults returning to

education. Their encounters may differ from those of university students who dominate current literature. Participatory methods can identify unanticipated forms of support and harm while avoiding the assumption that expert categories capture everyday practice. The democratic quality of AI education research depends partly on whose experience is permitted to redefine the problem.

Evaluation should additionally examine the social distribution of errors. Average accuracy can conceal the fact that particular topics, languages, or groups encounter systematically weaker performance. An institution needs a register that links technical incidents to educational consequences: additional teacher labour, student confusion, unjust suspicion, or delayed support. Reviewing such patterns with learners makes evaluation accountable to lived experience. It also prevents the most technically measurable outcomes from displacing less visible effects on confidence, participation, and trust.

Research partnerships with technology providers require safeguards for independence. Access to systems and data can improve analysis, but contractual restrictions may shape questions, publication, or interpretation. Universities and schools should disclose material relationships and protect the right to publish unfavorable findings. Publicly funded infrastructure and shared evaluation protocols could reduce dependence on vendor-defined evidence. The credibility of research on epistemic authority would be undermined if the conditions of knowledge production remained opaque.

Teacher education is a strategic site for longitudinal inquiry. New teachers may encounter AI-supported planning before developing a strong repertoire of their own, while experienced teachers compare generated suggestions with accumulated practical knowledge. Studies should investigate whether early reliance changes professional learning, confidence, and capacity to notice contextual detail. Mentoring can use AI output as a boundary object: novices and experienced educators jointly critique a plan, articulate tacit criteria, and document why adaptation is necessary.

The research agenda should ultimately be judged by whether it improves institutional capacity to make reversible, explainable decisions. No study can settle the value of generative AI for all educational purposes. Evidence should instead help communities decide where assistance is beneficial, where stronger conditions are needed, and where use should stop. This orientation treats uncertainty as a reason for structured experimentation and public accountability, not as permission for indefinite adoption or permanent prohibition.

International comparison must also account for unequal infrastructural sovereignty. Some education systems can negotiate contracts, commission tools in national languages, and maintain public technical expertise; others

depend on services designed elsewhere. This affects whose curricula, values, and linguistic distinctions are represented. Capacity building should therefore include regional research networks, shared public evaluation resources, and support for locally governed educational technologies. Without such measures, calls for responsible adoption may place obligations on schools while leaving the global distribution of design power unchanged.

These considerations return the analysis to authority as a public relationship. Educational credibility cannot be secured by technical performance alone because education distributes recognition, opportunity, and future trajectories. A system becomes legitimate when its purposes are collectively intelligible, its benefits do not depend on concealed disadvantage, and its errors can be corrected by actors responsible to the community. Generative AI is thus a test of institutional democracy as much as a test of pedagogical innovation.

4. DISCUSSION, CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

The findings support a relational model of hybrid educational authority. AI may propose, explain, simulate, and compare; students must retain the right and capacity to question; teachers must retain responsibility for contextual validation; institutions must define appeal, documentation, and procurement rules. This division is not based on human exceptionalism alone. It follows from the sociological requirement that consequential authority be situated in relationships where reasons can be requested and responsibility assigned.

Three implications follow. First, assessment should include visible reasoning, oral clarification, process evidence, and opportunities to revise, so that performance is not mistaken for learning. Second, critical AI literacy must include source tracing, uncertainty, bias, data rights, and the political economy of platforms, not only prompt technique. Third, professional development should protect teacher expertise by making validation and curriculum design central rather than treating educators as monitors of automated work.

The review is limited by purposive selection, English-language emphasis, rapid publication change, and non-exclusive coding. Its percentages describe a conceptual corpus, not populations, and the trend lines do not establish causality. Future research should test the model across school levels, national systems, and unequal resource environments, combining classroom observation with institutional and platform analysis.

The answer to 'Who educates whom?' is therefore conditional. AI can educate only in the thin sense of providing patterned representations. Education in the fuller sociological sense requires recognition, responsibility, conflict, and the possibility of answering back. The strongest institutions will not deny machine

assistance; they will organize it so that human judgement remains visible, contestable, and oriented toward equitable learning.

APPENDIX A. REVIEW CORPUS AND THEMATIC CODING

Coding audit rule. Each item listed below was examined in relation to its stated research purpose, conceptual framework, and reported findings. The principal thematic codes are disclosed as a compact methodological audit trail. Coding was binary and non-exclusive; consequently, the same source could receive several codes. Percentage shares were calculated by dividing the number of sources assigned to a category by the total corpus of 20 sources. The register allows readers to reconstruct the category counts and prevents the percentages presented in the figures and tables from being interpreted as population estimates.

A1. Bearman, Ryan, and Ajjawi (2023). *Principal codes:* epistemic authority; institutional discourse; educator role.

A2. Barrett and Pack (2023). *Principal codes:* authorship; teacher–student perspectives; writing.

A3. Batista, Mesquita, and Carnaz (2024). *Principal codes:* institutional governance; opportunities; risks.

A4. Crompton and Burke (2024). *Principal codes:* pedagogical affordances; limitations; teacher mediation.

A5. Cotton, Cotton, and Shipway (2024). *Principal codes:* academic integrity; assessment; disclosure.

A6. Farrokhnia et al. (2024). *Principal codes:* opportunity–risk balance; strategy; governance.

A7. Grassini (2023). *Principal codes:* learning implications; critical thinking; policy.

A8. Holmes, Bialik, and Fadel (2019). *Principal codes:* personalization; teacher role; ethics.

A9. Kasneci et al. (2023). *Principal codes:* epistemic risk; tutoring; bias; dependency.

A10. Miao and Holmes (2023). *Principal codes:* human agency; privacy; regulation; literacy.

A11. OECD (2024). *Principal codes:* equity; inclusion; accessibility; digital capital.

A12. OECD (2025). *Principal codes:* teacher adoption; professional learning; inequality.

A13. OECD (2026). *Principal codes:* learning design; false mastery; human-centred governance.

A14. Perkins (2023). *Principal codes:* academic integrity; accountability; assessment.

A15. Selwyn (2019). *Principal codes:* teacher labour; automation; political economy.

A16. Tlili et al. (2023). *Principal codes:* chatbot use; ethics; pedagogical transformation.

A17. UNESCO (2023). *Principal codes:* technology governance; inequality; institutional purpose.

A18. Williamson and Eynon (2020). *Principal codes:* historical context; infrastructure; knowledge politics.

A19. Zawacki-Richter et al. (2019). *Principal codes:* research distribution; educator visibility; applications.

A20. Zhao et al. (2024). *Principal codes:* assessment; evidence quality; research gaps.

REFERENCES

Barrett, A., & Pack, A. (2023). Not quite eye to A.I.: Student and teacher perspectives on the use of generative artificial intelligence in the writing process. *International Journal of Educational Technology in Higher Education, 20*, Article 59. https://doi.org/10.1186/s41239-023-00427-0

Batista, J., Mesquita, A., & Carnaz, G. (2024). Generative AI and higher education: Trends, challenges, and future directions from a systematic literature review. *Information, 15*(11), Article 676. https://doi.org/10.3390/info15110676

Bearman, M., Ryan, J., & Ajjawi, R. (2023). Discourses of artificial intelligence in higher education: A critical literature review. *Higher Education, 86*, 369–385. https://doi.org/10.1007/s10734-022-00937-2

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.

Cotton, D. R. E., Cotton, P. A., & Shipway, J. R. (2024). Chatting and cheating: Ensuring academic integrity in the era of ChatGPT. *Innovations in Education and Teaching International, 61*(2), 228–239. https://doi.org/10.1080/14703297.2023.2190148

Crompton, H., & Burke, D. (2024). The educational affordances and challenges of ChatGPT: State of the field. *TechTrends, 68*(2), 380–392. https://doi.org/10.1007/s11528-024-00939-0

Farrokhnia, M., Banihashem, S. K., Noroozi, O., & Wals, A. (2024). A SWOT analysis of ChatGPT: Implications for educational practice and research. *Innovations in Education and Teaching International, 61*(3), 460–474. https://doi.org/10.1080/14703297.2023.2195846

Freire, P. (1970). *Pedagogy of the oppressed*. Continuum.

Grassini, S. (2023). Shaping the future of education: Exploring the potential and consequences of AI and ChatGPT in educational settings. *Education Sciences, 13*(7), Article 692. https://doi.org/10.3390/educsci13070692

Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. Center for Curriculum Redesign.

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*, Article 102274. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274

Miao, F., & Holmes, W. (2023). *Guidance for generative AI in education and research*. UNESCO.

OECD. (2024). *The potential impact of artificial intelligence on equity and inclusion in education*. OECD Publishing.

OECD. (2025). *Results from TALIS 2024: Teaching for today's world*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/90df6235-en

OECD. (2026). *OECD digital education outlook 2026: Exploring effective uses of generative AI in education*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/062a7394-en

Perkins, M. (2023). Academic integrity considerations of AI large language models in the post-pandemic era: ChatGPT and beyond. *Journal of University Teaching & Learning Practice, 20*(2). https://doi.org/10.53761/1.20.02.07

Selwyn, N. (2019). *Should robots replace teachers? AI and the future of education*. Polity.

Tlili, A., Shehata, B., Adarkwah, M. A., Bozkurt, A., Hickey, D. T., Huang, R., & Agyemang, B. (2023). What if the devil is my guardian angel: ChatGPT as a case study of using chatbots in education. *Smart Learning Environments, 10*, Article 15. https://doi.org/10.1186/s40561-023-00237-x

UNESCO. (2023). *Global education monitoring report 2023: Technology in education—A tool on whose terms?*

Williamson, B., & Eynon, R. (2020). Historical threads, missing links, and future directions in AI in education. *Learning, Media and Technology, 45*(3), 223–235. https://doi.org/10.1080/17439884.2020.1798995

Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education—Where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education, 16*, Article 39. https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0

Zhao, J., Chapman, E., Houghton, S., & Lawrence, D. (2024). Generative AI and educational assessments: A systematic review. *Education Research and Perspectives, 51*. https://doi.org/10.70953/ERPv51

DIGITAL ALTARS AND SYMBOLIC BORDERS: EVERYDAY RELIGION IN THE EXPERIENCE OF TRANSNATIONAL MIGRATION

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

Transnational migration displaces religious life from familiar institutions and sacred places without necessarily weakening its presence in everyday experience. This conceptual article investigates how migrants construct digital altars and negotiate symbolic borders through online prayer, livestreamed ceremonies, religious images, family messaging groups, and mediated commemoration. It combines everyday religion, digital religion, and transnationalism through a critical integrative review of 20 purposively selected scholarly and institutional sources. A transparent thematic coding matrix organizes practices, actors, boundaries, inequalities, and outcomes; percentages report the share of corpus items carrying each non-exclusive code and are not population estimates. The synthesis conceptualizes digital altars as hybrid arrangements of screens, objects, memories, bodies, emotions, and mediated relationships. Symbolic borders arise around authenticity, homeland and diaspora, inherited tradition and adaptation, and legitimate religious authority. Digital participation can sustain memory and intergenerational transmission, yet access is stratified by age, gender, language, denomination, legal status, and digital competence. Online practice neither replaces physical community nor erases territorial belonging. Instead, it reorganizes proximity, permits sacred meanings to circulate across borders, and embeds transnational religion in domestic routines and platform infrastructures. The article offers a multilocal model for analysing how migrants preserve, reinterpret, and contest religious and cultural identities.

Keywords: everyday religion, transnational migration, digital altars, symbolic borders, cultural identity, social anthropology

1. INTRODUCTION

Migration alters the spatial coordinates of religious life without producing a simple decline of belief or practice. Homes, phones, family chats, livestreams, icons, songs, and commemorative images can be assembled into temporary sacred environments. These environments matter because migrants inhabit multilocal social fields: obligations and memories remain connected to places of origin while everyday life unfolds under the institutions and classifications of a host society (Glick Schiller et al., 1992; Levitt, 2007; Vertovec, 2001).

This article develops two linked concepts. A digital altar is a hybrid arrangement through which sacred attention is organized across material objects, screens, bodies, memories, and relationships. A symbolic border is a socially produced distinction that separates authentic from inauthentic practice, insiders from outsiders, inherited tradition from adaptation, or legitimate from disputed authority. Bringing them together clarifies how connectivity can preserve belonging while simultaneously producing new exclusions.

1.1. Theoretical Framework

Everyday religion directs attention away from official doctrine alone and toward what people actually do in kitchens, bedrooms, workplaces, journeys, and family networks (Ammerman, 2014). Digital religion adds that online and offline practices are not separate worlds but mutually embedded environments shaped by affordances, algorithms, and religious negotiation (Campbell, 2013; Campbell & Evolvi, 2020). Transnationalism identifies the durable relations through which migrants participate across national borders; polymedia shows that selecting one medium rather than another carries relational and moral meaning (Madianou & Miller, 2012).

Boundary theory treats distinctions as practical accomplishments rather than fixed cultural walls (Lamont & Molnar, 2002). A livestream may expand access but also raise questions about bodily presence, sacramental legitimacy, language, time zones, or platform etiquette. The same practice can therefore connect a dispersed family and mark who lacks the competence, authorization, or technology to join it. Romanian migration research likewise shows that integration, disintegration, and reintegration coexist rather than forming a single linear trajectory (Feraru, 2011, 2015, 2019).

2. METHODOLOGY

A documented critical integrative review was conducted across digital religion, diaspora and migration studies, everyday religion, and boundary scholarship. Retrieval combined journal and publisher pages, DOI records, institutional research pages, and backward reference chaining. Searches were completed on September 7, 2026,

using combinations of 'digital religion migration', 'digital diaspora worship', 'online religion migrants', 'transnational religion media', 'everyday religion diaspora', and 'symbolic boundaries religion'. Sources were included when they offered a direct theoretical, empirical, or institutional contribution to at least two elements of the framework: migration, digital mediation, religious practice, transnational relations, or boundary making. Duplicates, purely theological arguments without social analysis, and sources unrelated to migrant or mediated practice were excluded.

Twenty English- and Romanian-language items formed the coded conceptual corpus, balancing books, peer-reviewed articles, systematic reviews, ethnographic cases, survey evidence, and the author's earlier Romanian migration research. The coding frame recorded practice, material anchor, spatial relation, authority claim, boundary mechanism, inequality axis, and social outcome. Codes were binary and non-exclusive; one source could contribute to several categories. Percentages equal coded items divided by 20, in five-point increments, and must not be read as migrant-population estimates. A second pass consolidated near-synonyms and checked category assignments against Appendix A. Pew Research Center (2023) values are identified only as contextual population evidence. Linear trend lines are restricted to the chronological series in Figure 8; all other figures are categorical comparisons without fitted trends.

Table 1. Constitutive elements of the digital altar, ordered by corpus salience

Element	**Analytical role**	**Corpus share**
Platform interface	Structures visibility and participation	30%
Sacred object/image	Anchors memory and attention	45%
Domestic space	Embeds ritual in routine	60%
Transnational relationship	Connects dispersed participants	75%
Embodied affect	Produces felt presence and obligation	85%

Source note: *Author's non-exclusive coding of the 20-source corpus.*

Sociological interpretation: The ascending pattern moves from technology as surface to religion as embodied relation. Platforms matter, but their sociological force emerges only when they organize memory, obligation, and affect across dispersed households.

3. FINDINGS

The first figure maps practices from individualized information seeking to synchronized collective participation.

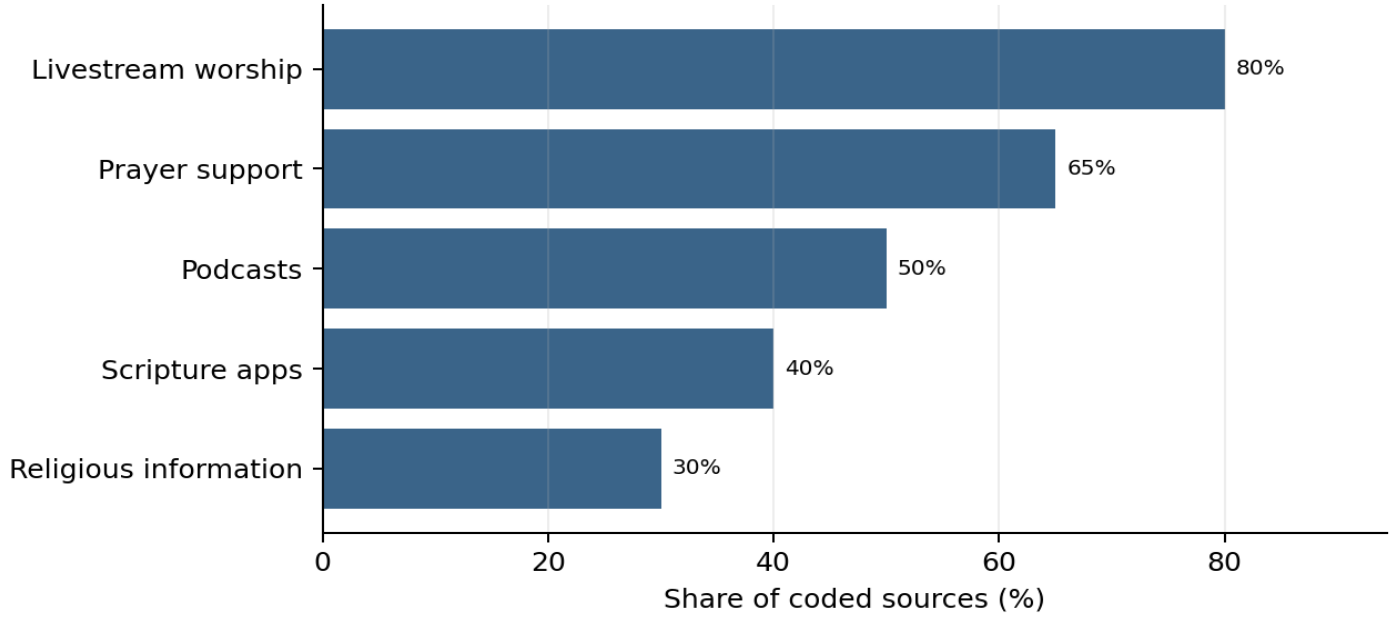


Figure 1. Digitally mediated religious practices in the corpus

Source note: *Author's corpus coding (n=20), contextualized by Pew Research Center (2023).*

Sociological interpretation: The rising visibility of livestream worship indicates that mediated religion is not confined to private consumption. It reconstructs collective time and audience, even while participation occurs through unequal domestic and technological settings.

Figure 2 orders the spatial relations through which digital altars operate.

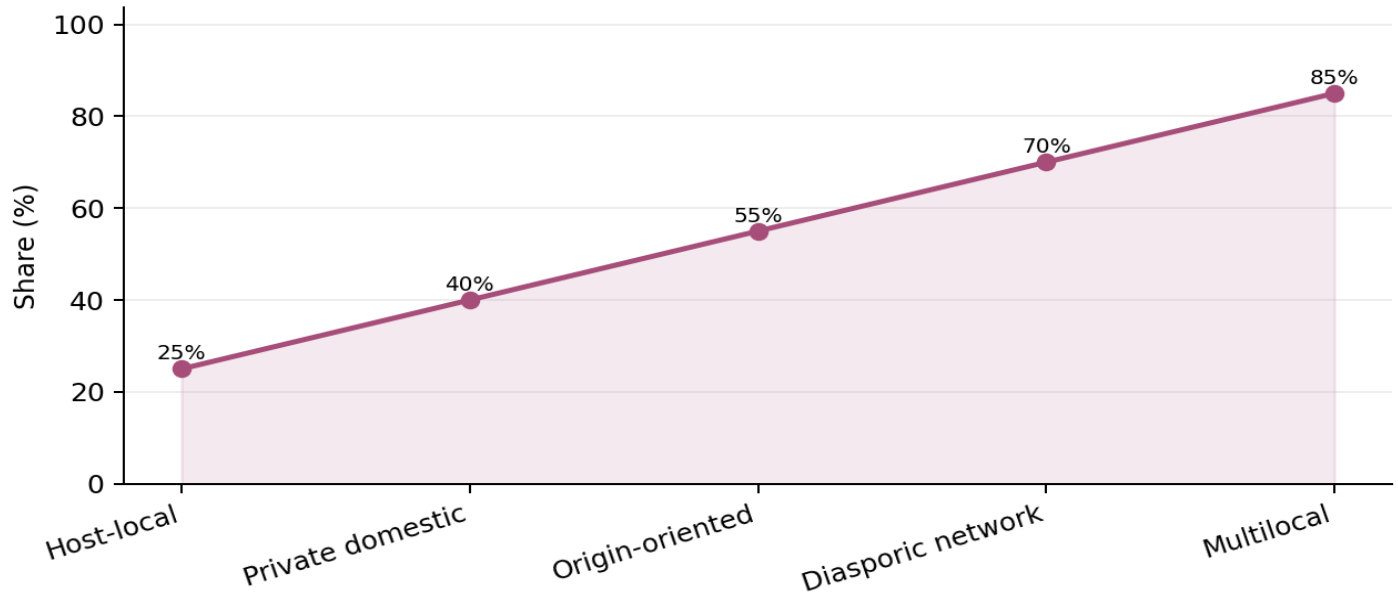


Figure 2. Spatial relations produced by digital religious practice

Source note: *Author's coding of the review corpus (n=20).*

Sociological interpretation: Multilocality exceeds a binary between homeland and host country. Migrants can inhabit several sacred geographies at once, but this capacity may also delay recognition of local religious diversity and host-society institutions.

Table 2. Material and relational anchors of mediated sacred space

Anchor	Example	Boundary implication	Share
Screen	Livestream or icon image	Controls visibility	30%
Object	Candle, icon, photograph	Links media to place	45%
Voice	Prayer, song, blessing	Creates co-presence	60%
Family tie	Messaging and commemoration	Allocates obligation	75%

Source note: *Author's synthesis of Campbell (2013), Mora and Garcia Martinez (2022), Woods (2022), and the corpus coding.*

Sociological interpretation: Material anchors prevent the online from becoming placeless. Sacred space is assembled through objects and relations, while the right to arrange or interpret those anchors distributes power inside families.

Digital access does not dissolve boundaries; Figure 3 identifies the distinctions most often negotiated.

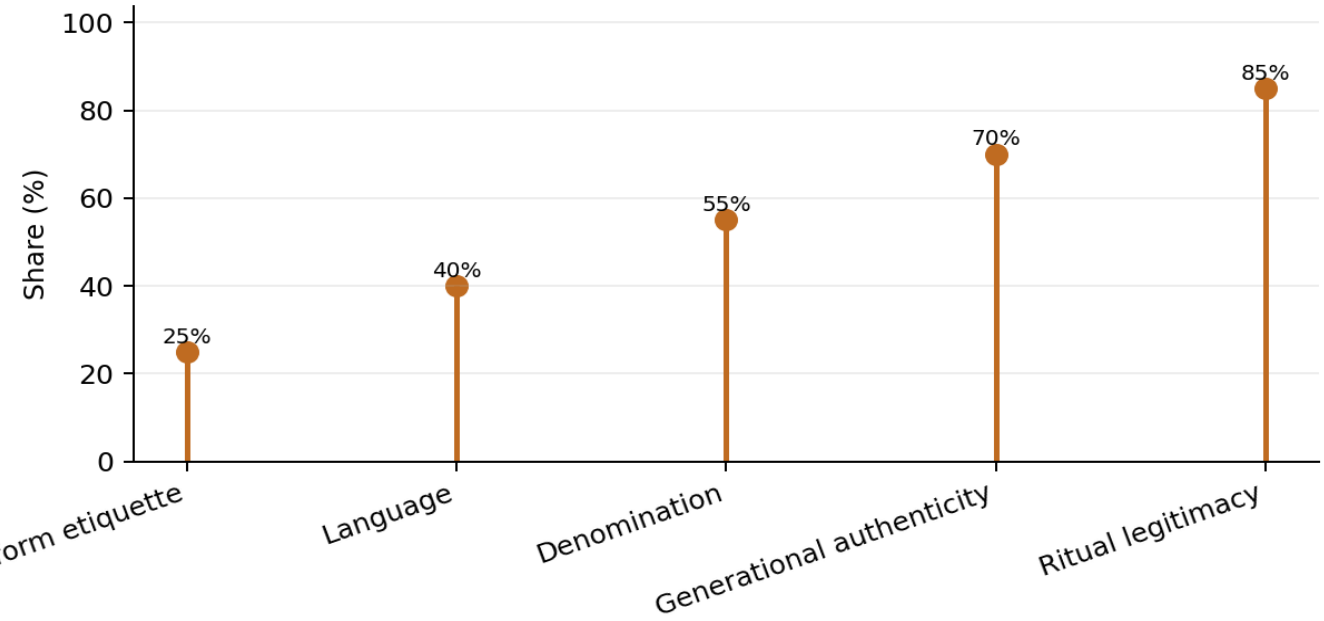


Figure 3. Symbolic borders negotiated online

Source note: *Lamont and Molnar (2002), Campbell (2013), and author's corpus coding (n=20).*

Sociological interpretation: The increasing salience of ritual legitimacy shows that digital mediation relocates rather than eliminates authority. Disputes over 'real' worship become mechanisms for defining belonging and ranking forms of presence.

Figure 4 makes visible the stratification hidden by the language of universal connectivity.

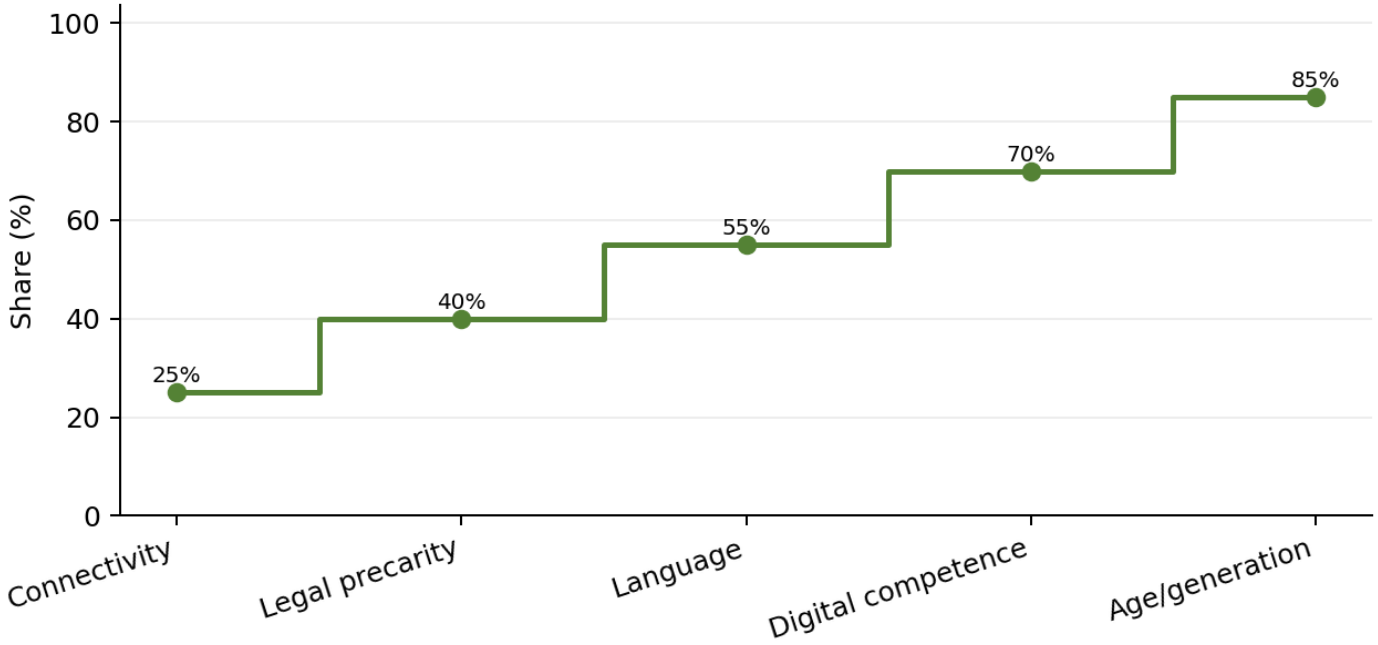


Figure 4. Inequality axes affecting participation

Source note: *Author's corpus coding (n=20), informed by Andersson (2019) and Madianou and Miller (2012).*

Sociological interpretation: Generational competence is socially distributed and relational. Younger family members may become technical brokers, reversing conventional authority, while older migrants risk exclusion from practices intended to reproduce tradition.

Table 3. Boundary mechanisms and their double effects

Mechanism	Inclusive effect	Exclusionary effect	Share
Translation	Broadens comprehension	Flattens nuance	35%
Recorded ritual	Enables asynchronous access	Weakens shared time	50%
Livestream chat	Creates participation	Rewards visible insiders	65%
Authenticity claims	Protects continuity	Polices adaptation	80%

Source note: *Author's non-exclusive thematic synthesis (n=20).*

Sociological interpretation: Every mechanism has a double effect because inclusion occurs through specific rules. The relevant question is not whether a boundary exists, but who defines it, who can cross it, and whose adaptation is marked as deviant.

Figure 5 compares the social functions attached to digital religious practices.

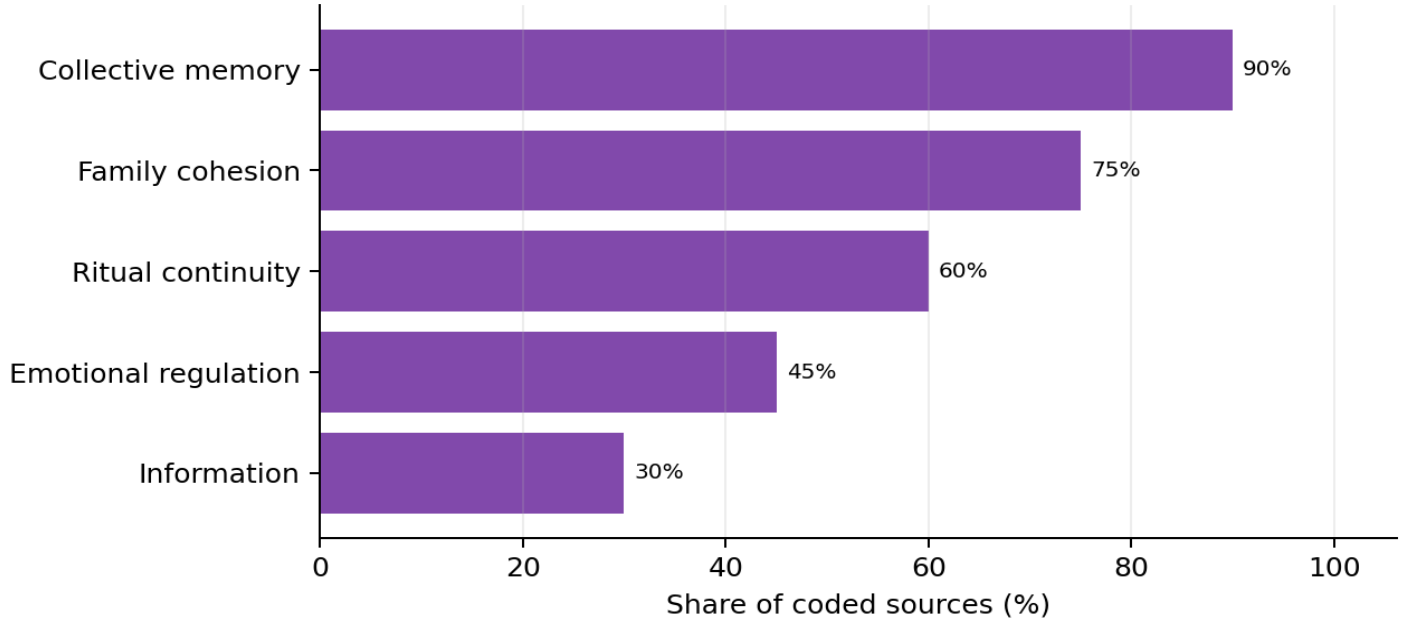


Figure 5. Functions of mediated religion for migrants

Source note: *Ammerman (2014), Woods (2022), Feraru (2015), and author's coding (n=20).*

Sociological interpretation: Collective memory is the dominant function because digital objects are repeatable, shareable, and archivable. Yet memory is selective: what circulates can privilege dominant family narrators and normalize one version of communal history.

Figure 6 orders the authority figures recognized across the corpus.

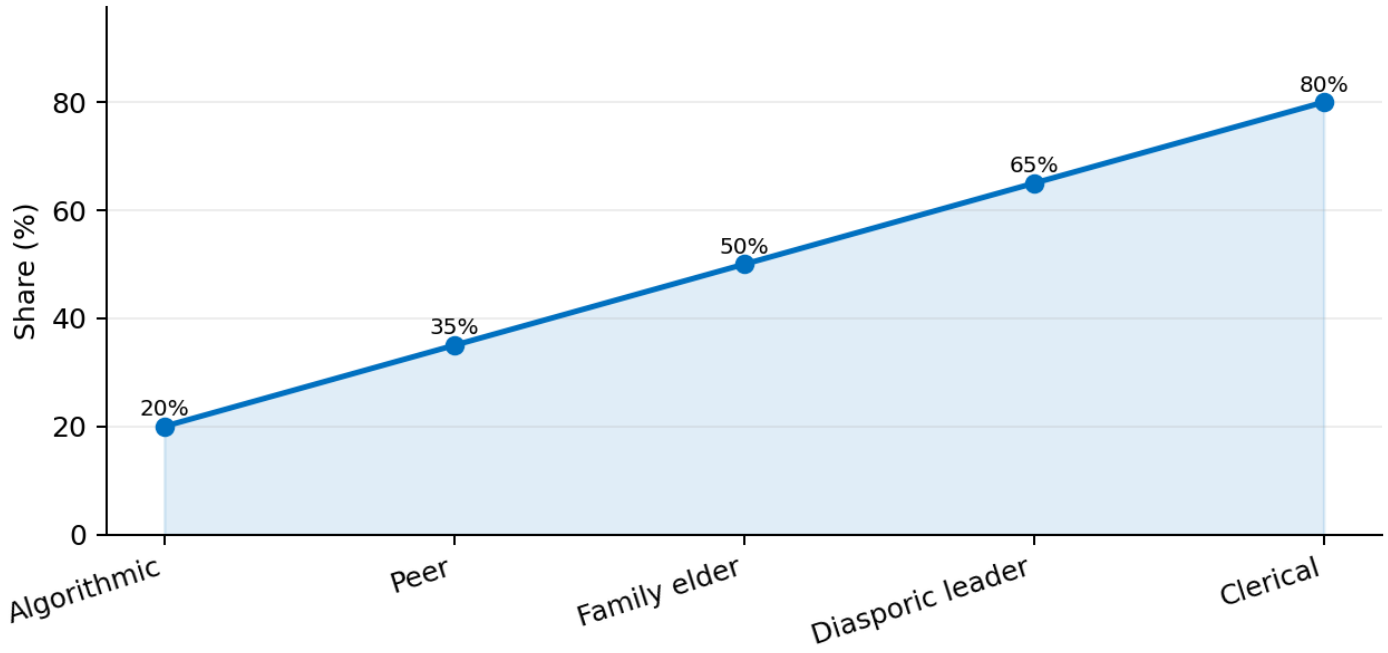


Figure 6. Forms of religious authority in digital diasporas

Source note: *Campbell and Evolvi (2020), Grigore and Cobzeanu (2025), and author's coding (n=20).*

Sociological interpretation: Clerical authority remains prominent but now competes with peers, relatives, and recommendation systems. Authority becomes layered: formal legitimacy can coexist with algorithmic visibility and intimate trust.

Table 4. Intergenerational positions in digital religious transmission

Position	Resource	Tension	Share
Observer	Occasional access	Weak recognition	25%
Technical broker	Platform competence	Role reversal	45%
Narrative custodian	Family memory	Selective history	65%
Ritual mediator	Recognized authority	Authenticity conflict	85%

Source note: *Author's synthesis informed by Madianou and Miller (2012), Feraru (2015), and the coded corpus.*

Sociological interpretation: Digital mediation can invert age hierarchies without abolishing them. Technical brokerage gives younger members situational power, while elders retain narrative and ritual authority; transmission becomes negotiation rather than one-way inheritance.

Figure 7 places ambivalent outcomes on a continuum of corpus salience rather than a moral scale.

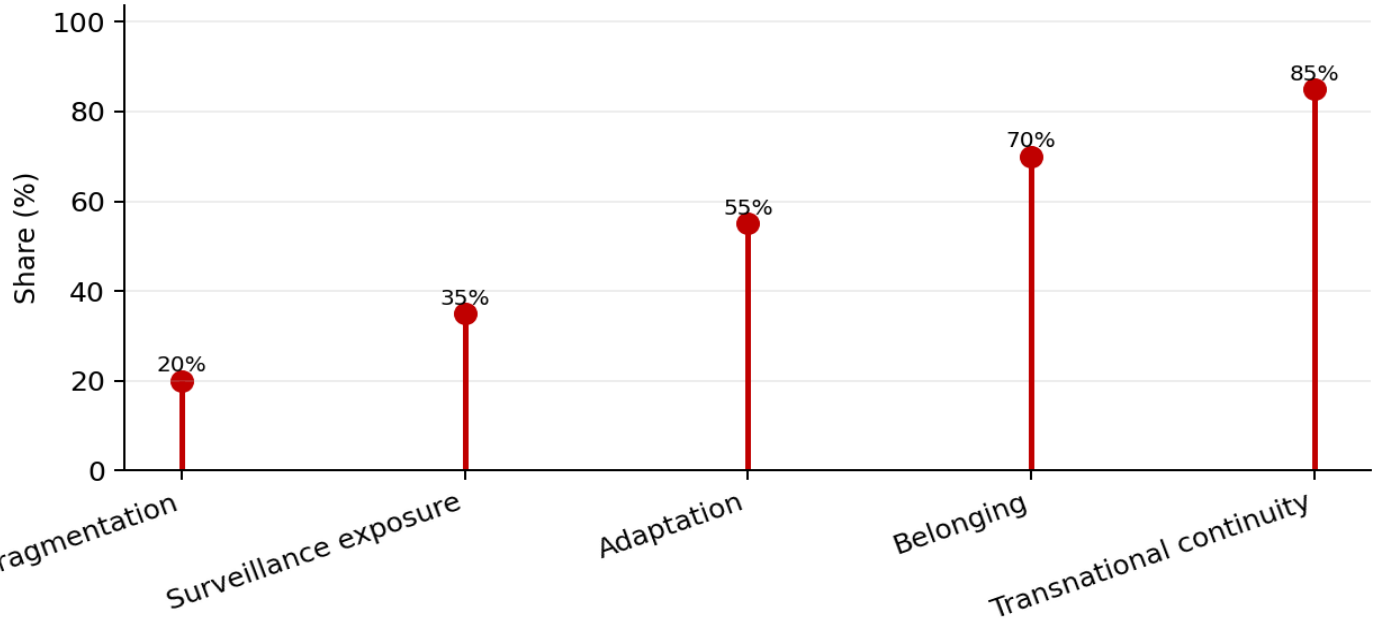


Figure 7. Outcomes of digital religious participation

Source note: *Author's non-exclusive coding of the review corpus (n=20).*

Sociological interpretation: Continuity and belonging are common, but they are achieved through infrastructures that also expose participants to surveillance and fragmentation. Connection is therefore a negotiated accomplishment, not an automatic effect of access.

The final figure traces cumulative thematic coverage within the selected bibliography.

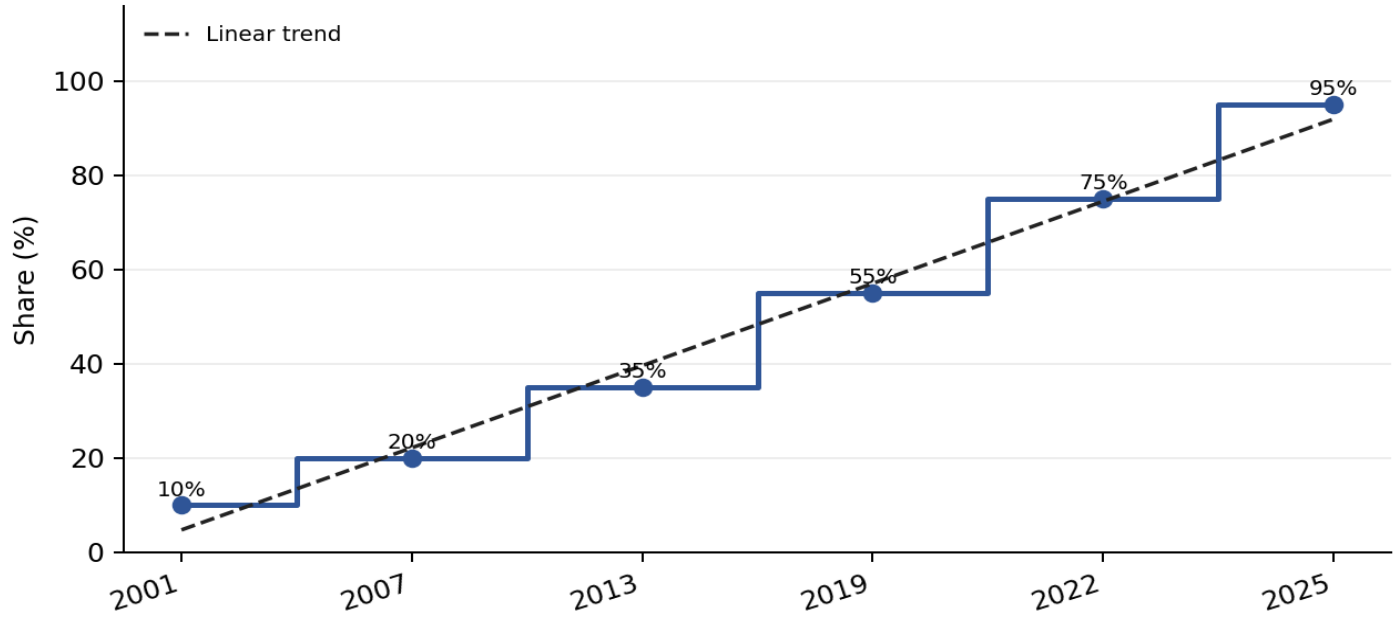


Figure 8. Cumulative expansion of digital-religion attention, 2001-2025

Source note: *Author's bibliographic coding of the selected corpus; cumulative percentage, not a field-wide publication rate.*

Sociological interpretation: The sustained upward trend reflects a movement from diaspora institutions toward embedded platforms and everyday practices. Conceptual vocabulary has expanded as digital mediation became ordinary rather than exceptional.

Table 5. Analytical model of digital altars and symbolic borders

Level	Key process	Empirical indicator	Salience
Micro	Embodied sacred attention	Routine, affect, gesture	30%
Meso	Family/community negotiation	Brokerage, conflict, recognition	50%
Transnational	Circulation across places	Simultaneity, remembrance	70%
Platform	Governance of visibility	Ranking, access, datafication	90%

Source note: *Conceptual model developed from the review; salience values are analytical coding indicators.*

Sociological interpretation: The model links intimate practice to platform governance. What appears as a private devotional act is nested in family power, transnational circulation, and commercial systems that rank visibility and store traces.

3.1. Digital Altars as Hybrid Material Arrangements

The expression “digital altar” does not designate a new electronic object that simply replaces a physical altar. It identifies an arrangement in which heterogeneous elements are oriented toward sacred attention. A phone may display a livestream while a candle burns beside a family photograph; a voice message may carry a blessing into a workplace break; an icon shared in a messaging group may reactivate memories of a village church. The digital and material components acquire meaning through their relation. This approach avoids an abstract opposition between online and offline religion. Migrants do not leave bodies, homes, schedules, or economic constraints behind when they connect. Mediation enters already organized domestic worlds and can temporarily reclassify ordinary spaces as sites of prayer, mourning, gratitude, or collective remembrance (Campbell, 2013; Hine, 2015).

Materiality matters because objects stabilize memory. Photographs, icons, prayer books, clothing, food, and sounds can connect dispersed family members to places and persons that are absent. Digital circulation extends this capacity: an image can be duplicated, annotated, forwarded, and revisited across time zones. Yet reproduction does not guarantee identical meaning. The same image may function as devotional presence for one participant, cultural heritage for another, and an unwanted demand for a third. The altar is therefore not a fixed container of consensus. It is a negotiated composition whose elements reveal different relationships to belief, family history, and migration.

Domestic space gives the arrangement a gendered and generational organization. The work of preparing ritual objects, reminding relatives of a livestream, maintaining family groups, or preserving photographs may be unevenly distributed. Such labour can be interpreted as care and as a source of authority, but it can also become an invisible obligation. A focus on spectacular online ceremonies would miss these routine acts. Everyday religion directs attention to the people who charge devices, arrange rooms, translate announcements, and manage the social consequences of participation (Ammerman, 2014). The sacred circulation of content depends on mundane maintenance.

Screens also structure attention. Notifications, advertisements, comments, and recommendations coexist with prayer or worship. Participants may silence a device, enlarge an image, use headphones, or move to a quieter room to create a boundary around the sacred moment. These actions resemble ritual techniques because they separate a particular mode of attention from ordinary flow. The boundary remains permeable: work messages can interrupt worship, children can enter the room, or platform design can redirect attention. Digital sacred

space is therefore achieved rather than given. Its fragility is not evidence that it is unreal; physical rituals also require practical work to sustain focus.

The concept further highlights scale. A single household arrangement may connect to a parish, a national religious institution, a diaspora network, and a global platform at the same time. Each level carries different expectations and resources. The family controls the immediate setting; clergy may define ritual legitimacy; diaspora organizers coordinate language and timing; the platform determines technical visibility and stores participation traces. Analysing the digital altar means following these relations rather than isolating a screen as the cause of religious change.

3.2. Multilocality, Home, and the Reorganization of Distance

Transnational migration produces social fields in which presence is distributed across places. Migrants may work, study, and raise children in one country while participating in family decisions, commemorations, and religious calendars elsewhere. Digital media can synchronize these relations, but synchronization does not abolish distance. Time zones, work schedules, legal status, and travel costs continue to shape participation. A livestream creates simultaneous viewing, yet participants encounter it from unequal situations. Multilocality names this coexistence of connection and location more accurately than the claim that digital space is placeless (Glick Schiller et al., 1992; Vertovec, 2001).

“Home” is similarly plural. It can refer to a dwelling in the host country, a remembered locality, a family network, a national imaginary, or an anticipated place of return. Religion can supply narratives and rituals through which these meanings are connected. Digital religious practice may reproduce home by circulating familiar liturgical languages, hymns, feast-day images, and clergy from places of origin (Woods, 2022). At the same time, repeated orientation toward origin can make the host environment appear spiritually provisional. The practice that sustains emotional continuity may complicate local participation or reinforce the expectation that authentic religion exists elsewhere.

The relationship is not necessarily competitive. Migrants can participate in a local congregation, follow services from their place of origin, and join family prayer through messaging platforms. Different settings may meet different needs: local institutions provide material assistance and face-to-face relationships, while origin-oriented networks preserve language and memory. This layered participation challenges measures that classify people as either integrated or isolated. Earlier research on Romanian migration has shown that integration,

disintegration, and reintegration can occur together across different institutional and relational domains (Feraru, 2011, 2015).

Digital media also alter the rhythm of obligation. Relatives can expect immediate replies, participation in remote ceremonies, and continuous awareness of events. Availability becomes morally interpreted: silence may be read as distance, assimilation, or disrespect. Polymedia theory is useful because choosing a video call instead of a text message, or watching a recording instead of joining live, communicates a relationship as well as information (Madianou & Miller, 2012). Technology expands the repertoire through which care is shown, but it also expands the occasions on which care can be judged insufficient.

Distance can sometimes protect autonomy. A migrant may observe a ritual without being visible, leave a group, or combine traditions away from direct community supervision. Recorded content permits asynchronous participation and private interpretation. Yet platforms can also increase visibility through read receipts, attendance lists, comments, and archived interactions. Multilocal religion therefore does not simply strengthen communal control or individual freedom. It reconfigures the balance by creating new possibilities for both selective engagement and monitoring.

3.3. Symbolic Borders, Authenticity, and Religious Legitimacy

Symbolic borders are distinctions through which people classify practices and persons. In digital religion, recurrent boundaries separate authentic worship from mere viewing, sacred communication from entertainment, heritage from innovation, and legitimate leadership from unauthorized influence. These distinctions are not secondary opinions added to technology. They determine which forms of participation are recognized and whose belonging is questioned. Boundary work becomes especially visible when a practice is new or when migration has weakened the taken-for-granted authority of local institutions (Lamont & Molnar, 2002). Symbolic borders also shape the production of diaspora as a category. Brubaker (2005) cautions against treating every dispersed population as a bounded, homogeneous community, while Hoover (2006) shows that religious meaning is inseparable from the media institutions through which it becomes public. These insights prevent the analysis from assuming that a visible online group transparently represents a national or religious diaspora. Representation is achieved through claims, infrastructures, and unequal access to public voice.

Authenticity claims often invoke continuity with origin. Language, ritual sequence, music, clothing, and the presence of recognized clergy can certify that a mediated event belongs to a tradition. Such criteria preserve collective memory, but they can also freeze a selective version of the past. Practices in the place of origin

continue to change, while diaspora communities may preserve forms associated with the period of departure. Digital access can reveal this divergence by bringing contemporary services directly into migrant homes. What appears as return may therefore generate awareness that "home" itself has changed.

Ritual legitimacy raises questions about embodiment. Some traditions require physical co-presence, consecrated objects, or authorized ministers for particular rites. Online participation may be accepted as prayer, instruction, or emotional connection while remaining insufficient for sacramental action. Rather than treating this distinction as resistance to technology, sociology can examine how communities define the conditions of efficacy. The important issue is who may define those conditions, how exceptions are justified, and whether migrants with limited mobility are offered meaningful alternatives.

Platform etiquette creates less formal but consequential boundaries. Participants learn when to activate cameras, whether comments are appropriate, how religious images may be forwarded, and who can add members to a group. Rules may be explicit or enforced through correction, silence, and exclusion. Competence in these conventions becomes a form of belonging. A newcomer can share the faith tradition yet appear disrespectful because they misunderstand the medium. Conversely, technically skilled members may acquire influence despite weak formal status.

Boundary work is not only exclusionary. Communities need distinctions to protect privacy, sustain attention, and define obligations. A family may restrict access to a mourning group; a congregation may prevent commercial use of recordings; clergy may correct misleading teaching. The normative question is whether boundaries are proportionate, visible, and open to negotiation. A democratic religious public does not eliminate authority but creates ways for affected participants to question how authenticity and access are defined.

3.4. Generational Brokerage and the Transmission of Memory

Migration makes cultural transmission uncertain because children encounter different institutions, languages, and peer cultures from those that shaped their parents. Digital media can support continuity through recordings, family archives, remote teaching, and regular contact with relatives. Yet transmission is not the reproduction of identical content. Younger members select, translate, combine, and sometimes refuse what they receive. The digital altar becomes a site where inherited memory meets new competencies and social positions.

Technical brokerage can reverse conventional age hierarchies. Children or younger adults may install applications, manage livestream links, adjust sound, or explain privacy settings to elders. This competence gives them situational authority over access to practices whose religious meaning may be defined by older

generations. The reversal is partial: elders can retain narrative and ritual authority while depending on younger relatives for infrastructure. Cooperation can strengthen relationships, but dependence may also produce frustration or embarrassment. Intergenerational solidarity therefore involves recognition of different forms of expertise.

Narrative custodians decide which histories enter the family archive. Digital photographs, scanned documents, voice notes, and commemorative posts appear to preserve memory comprehensively, but every archive is selective. Some migration experiences are celebrated while conflict, failure, intermarriage, or religious change may be omitted. Repeated circulation gives selected narratives durability. A sociological reading asks who records, labels, and shares materials; whose voice appears; and which family members can challenge the dominant account.

Language is central to transmission. Religious vocabulary can be difficult to translate because it carries doctrinal, emotional, and regional associations. Younger migrants may understand everyday conversation in a heritage language but lack the register needed for sermons or prayer. Subtitles, translation tools, and bilingual discussion can widen access, yet they can also simplify meanings. Communities should treat translation as interpretive work rather than an invisible technical service. Inviting multiple versions can make linguistic plurality part of religious learning.

Transmission also includes the capacity to reinterpret tradition responsibly. When elders define continuity as exact repetition, younger participants may withdraw or maintain only symbolic affiliation. When every adaptation is celebrated without discussion, practices may lose connections that make them meaningful. Negotiated transmission creates settings in which reasons are exchanged: participants can explain why a form matters, what a new context changes, and which elements remain open. Digital platforms can support such dialogue, but only if groups are designed for more than one-way broadcasting.

3.5. Gender, Language, Legal Status, and Digital Inequality

The apparent accessibility of online religion can obscure material inequality. Participation requires devices, data, electricity, private space, time, and sufficient digital competence. Migrants in precarious employment may work during livestreams, share housing, or avoid recorded participation because they fear visibility. A recording can reduce scheduling barriers while increasing exposure if names, faces, or locations are stored. Access must therefore be understood as the substantive capacity to participate safely and meaningfully, not the simple availability of a link.

Gender structures both opportunity and labour. Digital settings can allow participation when mobility, care responsibilities, or community norms restrict physical attendance. They can also extend unpaid religious and family work into every hour. Women may organize group communication, circulate prayer requests, maintain emotional ties, and moderate conflict without receiving formal recognition. Men may remain more visible in authorized teaching roles even when the infrastructure of continuity depends on less visible labour. Research should document who performs each task rather than infer empowerment from participation counts.

Legal status affects digital behaviour. Asylum seekers, undocumented migrants, or people with insecure employment may be cautious about identifiable online activity. Religious groups can offer trusted information and assistance, but they can also become sites where sensitive personal details circulate. Leaders may not recognize the risks created by public livestreams, location data, or open membership lists. Data protection is thus connected to pastoral care. Communities should minimize unnecessary collection, obtain meaningful permission before recording, and provide participation options that do not require public identification.

Denominational and doctrinal minorities face additional barriers. Dominant diaspora institutions may represent themselves as the natural guardians of national culture, merging religious belonging with ethnic authenticity. Migrants from minority traditions, converts, secular family members, or interfaith households can become invisible. Digital platforms may help them find dispersed peers, but recommendation systems often privilege already prominent organizations. Visibility is produced by both community power and platform ranking.

Digital competence is uneven and changes over time. Training often targets basic connection but ignores privacy, misinformation, moderation, and the interpretation of algorithmic recommendations. Intergenerational mentoring can redistribute knowledge if it is organized reciprocally: younger participants share technical skills, while elders contribute historical and ritual knowledge. Such programs should avoid treating older people as deficient or younger people as naturally competent. Competence is learned, supported, and socially recognized.

3.6. Religious Authority Under Platform Conditions

Digital environments pluralize religious authority. Clergy remain important because institutional recognition, ritual knowledge, and pastoral relationships confer legitimacy. Yet migrants also encounter charismatic creators, family elders, peers, influencers, and algorithmically recommended speakers. These sources do not form a simple hierarchy. A person may consult clergy for ritual questions, relatives for family obligations, and online creators for practical or emotional guidance. Authority becomes situational and layered (Campbell & Evolvi, 2020).

Algorithmic visibility is a distinctive form of power because it can appear impersonal. Recommendation systems decide which sermons, songs, testimonies, or controversies become easy to encounter. Their criteria are optimized around engagement and commercial objectives rather than theological quality or community accountability. Participants may interpret frequent appearance as popularity and popularity as legitimacy. Religious institutions cannot control these systems, but they can teach members to distinguish recommendation from endorsement and to examine the provenance of content.

Livestreaming also changes clerical performance. The imagined audience extends beyond those physically present, and services may be adapted to cameras, recording schedules, and platform metrics. These adaptations can improve access and communication, but they may privilege visually compelling moments over less spectacular forms of care. Metrics such as views and reactions can become proxies for success, encouraging comparison between communities. Sociological analysis should examine how numerical visibility interacts with existing forms of religious prestige.

Family authority can compete with formal teaching. In transnational households, elders may invoke religion to define obligations concerning marriage, care, remittances, mourning, or return. Digital communication makes these expectations immediate and persistent. Clergy may mediate conflicts, but migrants can also seek alternative interpretations online. The multiplication of sources can support autonomy while intensifying disagreement. Authority becomes a practical achievement secured through trust, familiarity, recognized knowledge, and control of communication channels.

Accountability differs across authority forms. Clergy usually operate within some institutional structure, whereas creators and recommendation systems may have weak obligations to a particular audience. Family elders are accountable through enduring relationships but can also exercise intimate pressure. A robust digital religious ecology needs visible moderation rules, correction practices, and routes for reporting harm. Authority is more legitimate when speakers identify their role, distinguish personal advice from formal teaching, and accept the possibility of revision.

3.7. Care, Belonging, Surveillance, and Ambivalent Outcomes

Digital religious participation can provide substantial care. Prayer groups, messages, fundraising, and remote ceremonies allow communities to respond quickly to illness, death, unemployment, or family separation. For migrants who lack local support, these networks can reduce isolation and connect practical help with shared

meaning. The emotional force of being remembered by a dispersed community should not be reduced to symbolic communication. It can influence coping, identity, and willingness to seek assistance.

Belonging is produced through repeated recognition. Names are spoken, anniversaries remembered, photographs acknowledged, and absences noticed. Digital platforms make small acts of recognition easier, but they can also quantify participation. Read receipts, reactions, viewing statistics, and visible membership can transform voluntary engagement into monitored obligation. The same trace that signals care can become evidence used to judge loyalty. Surveillance is therefore not external to belonging; it may emerge from the infrastructure through which belonging is maintained.

Commercial data practices add another layer. Participants can consent to a religious community without fully understanding the platform's collection, profiling, or recommendation systems. Sacred communication may reveal vulnerability, health concerns, political views, and intimate relationships. Communities should avoid assuming that familiar platforms are neutral containers. Decisions about recording, archiving, access, and deletion are ethical decisions about the future social life of sensitive material.

Fragmentation can occur when online groups intensify doctrinal or political conflict. Communication lacks some contextual cues, messages travel beyond intended audiences, and provocative content can receive disproportionate visibility. Diaspora networks may import conflicts from places of origin or combine religious identity with polarized national narratives. Moderation requires more than deleting messages; it involves defining the purpose of a group, supporting repair, and recognizing unequal power among participants.

Ambivalence is the most consistent conclusion. Digital religion can strengthen continuity and produce exclusion, support autonomy and increase monitoring, widen access and intensify inequality. These are not contradictory findings to be resolved by deciding whether technology is good or bad. They show that outcomes depend on institutional rules, family relations, platform design, and resources. Sociological interpretation replaces technological evaluation with analysis of who gains capacity, who assumes labour, who becomes visible, and who can contest the conditions of participation.

3.8. An Integrated Model of Multilocal Sacred Practice

The integrated model connects four analytical levels. At the micro level, bodies, emotions, attention, and objects produce the immediate experience of sacred presence. At the meso level, families, congregations, and diaspora associations organize participation and recognition. At the transnational level, practices circulate between places and coordinate memory, obligation, and belonging. At the platform level, infrastructures govern visibility, data,

and access. No level is reducible to another. A technical change matters through relationships, while intimate practice remains conditioned by institutions and commercial systems.

Digital altars describe the centripetal movement by which dispersed elements are assembled into a meaningful focus. Symbolic borders describe the classificatory movement by which participants distinguish legitimate elements, actors, and practices. The processes occur together. An arrangement becomes recognizable as sacred because boundaries organize attention, and boundaries acquire force because they are enacted through material and relational arrangements. This conceptual pairing explains why apparently personal practices can reproduce collective authority.

The model can guide empirical research. Ethnographers can follow a ceremony across a physical worship site, several households, messaging groups, and archived recordings. Interviews can compare how generations define authenticity and privacy. Digital methods can examine visibility patterns without treating metrics as transparent measures of belief. Researchers should ask who is absent from observed platforms and should avoid equating public activity with the whole community. Multisited design is necessary because the relevant field includes locations connected by practice rather than one bounded community.

The model also supports institutional reflection. Communities can map who controls accounts, who moderates, which data are retained, what alternatives exist, and how conflicts are addressed. They can assess whether online practice connects participants to local care or merely broadcasts content from distant authorities. These questions do not prescribe one correct balance between online and physical religion. They make the social consequences of design choices visible.

Finally, the framework redefines continuity. A tradition continues not when every form remains unchanged, but when participants can recognize a relationship between inherited meanings and present conditions. Digital mediation can support this relationship by enabling memory, dialogue, and participation across distance. It can undermine it when platform incentives replace communal deliberation or when authenticity claims silence legitimate adaptation. Continuity is therefore an active, contested accomplishment embedded in unequal multilocal worlds.

3.9. Comparative Migration Trajectories and Religious Mediation

Digital religion takes different forms across migration trajectories. Recent migrants may rely heavily on origin-based networks because local institutions are unfamiliar and language barriers are high. Settled migrants may combine local congregations with family communication and occasional participation in distant ceremonies.

Second-generation members may use digital content selectively to explore heritage, negotiate identity, or contest parental expectations. Return migrants can remain digitally connected to communities in former host countries. These trajectories should not be arranged as a single progression from dependence to integration; each creates different combinations of proximity, memory, and authority.

Labour migration produces specific temporal conditions. Shift work, seasonal mobility, and multiple jobs can make scheduled physical attendance difficult. Recorded services and asynchronous prayer groups expand participation, but they may also normalize a form of religious inclusion that asks institutions to change little about their schedules or support. Digital access can compensate for structural constraints while leaving those constraints intact. Researchers should therefore distinguish accommodation from transformation. A worker who watches a service after midnight has gained access, yet the social organization of time continues to marginalize collective participation.

Forced migration adds questions of trauma, legal insecurity, and disrupted institutions. Familiar religious sounds and images can provide continuity when places and objects have been lost. Transnational networks may connect displaced people to practical assistance and trusted interpretation. At the same time, public visibility can expose individuals or relatives, and homeland-oriented narratives can reproduce political conflict. Ethical research in these settings requires attention to consent, data security, and the possibility that silence is a protective practice rather than disengagement.

Family reunification produces another configuration. Members who migrate at different times may have unequal knowledge of platforms, host institutions, and local religious options. The person who controls communication can become a broker between generations and places. Digital rituals can help families reconstruct shared routines, but they can also preserve hierarchies developed during separation. Longitudinal study is needed to observe how brokerage changes after co-residence and whether remote religious ties support or inhibit new local relationships.

Highly skilled and student migration may involve greater connectivity but not necessarily stronger belonging. Participants can access diverse theological and cultural resources, compare institutions, and sustain several networks. Choice can support reflexive identity, yet abundance may fragment attention and encourage temporary affiliation. Platform recommendation can guide exploration toward highly visible global content rather than locally accountable communities. Resources change the form of mediation; they do not remove the need for recognition and care.

Comparative work should also avoid treating national groups as homogeneous religious units. Romanian migrants, for example, differ by region, generation, denomination, class, gender, and period of departure. The author's earlier research provides a valuable account of Romanian mobility and religious continuity, but contemporary digital practices require renewed empirical examination rather than direct projection from earlier contexts (Feraru, 2010, 2015, 2019). Autocitation is analytically useful when it establishes continuity in a research program, not when it substitutes for engagement with new evidence.

3.10. Operationalization and Agenda for Future Research

The concept of a digital altar can be operationalized without reducing sacred experience to platform metrics. Researchers can document the objects assembled during mediated practice, the spatial arrangements of bodies and devices, the sequence of actions, the actors who initiate participation, and the meanings assigned afterward. Video elicitation or participant-generated diagrams may help reconstruct arrangements while respecting privacy. Repeated observation can distinguish an exceptional event from an established routine. The analytical unit should be the configuration, not the device.

Symbolic borders can be studied through moments of correction, dispute, hesitation, and explanation. Interviews can ask participants to compare practices they consider authentic, acceptable, incomplete, or inappropriate and to explain their criteria. Group conversations can reveal whether definitions vary by generation or status. Digital ethnography can examine moderation and exclusion, but researchers must avoid reproducing sensitive content or treating closed groups as automatically available data. Boundaries surrounding research access are themselves part of the field.

Multilocal design requires following relations across sites. A ceremony may begin in a church, be watched in several countries, discussed in family chats, and archived for later commemoration. Studying only the originating institution privileges production; studying only the household misses organizational authority. Coordinated fieldwork can compare how the same event is interpreted in different locations. Researchers should also examine non-participation, technical failure, and abandoned groups because absence reveals the limits of connectivity.

Quantitative research can complement ethnography if measures remain conceptually precise. Surveys should distinguish information seeking, private prayer, livestream viewing, group participation, financial support, religious education, and content production. Frequency alone cannot show meaning, so questions should address perceived presence, obligation, trust, privacy, and relationship to local institutions. Samples should

include people with low digital engagement rather than recruiting solely through online groups. Population percentages must never be inferred from a purposive digital corpus.

Network analysis can map circulation, but ties require interpretation. A frequently forwarded image may signal devotion, family courtesy, controversy, or automated repetition. Central actors may be trusted authorities, technical administrators, or simply people with time to post. Combining network patterns with interviews prevents numerical visibility from being mistaken for religious influence. Platform changes should be recorded because observed networks are partly produced by interface and recommendation design.

Longitudinal research is needed to understand what persists after crisis-driven adoption. Practices that expanded during the COVID-19 pandemic may become routine, decline, or combine with physical participation in new ways (Grigore & Cobzeanu, 2025). Researchers should follow households and communities through life events such as migration, birth, marriage, illness, death, and return. These events reorganize both religious need and media use. Continuity is best observed across transitions rather than inferred from a single interview.

Comparative research across religious traditions should resist importing categories developed primarily through Christian worship. Ritual authority, sacred materiality, gendered space, textual practice, and communal membership vary. Collaboration with scholars and participants from different traditions can reveal where the digital-altar metaphor illuminates practice and where it imposes an inappropriate form. Conceptual usefulness depends on the possibility of identifying limits.

An ethical agenda must address data futures. Religious communication can remain searchable after relationships and political conditions change. Participants may not anticipate that mourning, prayer, or testimony will be available years later. Studies should examine deletion practices, ownership of community archives, and what happens when administrators leave or platforms close. The right to preserve memory must be balanced with the right to withdraw, forget, or restrict circulation.

Finally, future work should connect micro-level practice to political economy. Platforms profit from attention, classify users, and establish technical conditions for visibility. Diaspora religious organizations may become dependent on infrastructures they cannot govern. Comparative policy research can examine nonprofit alternatives, community-owned archives, data-protection regimes, and institutional bargaining with platforms. The sacred is not dissolved by commercialization, but its circulation is conditioned by systems whose interests require sociological scrutiny.

Researchers should further examine emotional inequality within the same network. A remote ritual that comforts one participant may intensify homesickness or guilt for another who cannot travel, send remittances, or meet family expectations. Standard measures of satisfaction can miss this ambivalence. Diaries and repeated interviews can follow how feelings change before, during, and after participation. Such methods also clarify when religious connection supports adjustment and when it becomes a reminder of obligations that cannot be fulfilled.

Children and adolescents deserve specific ethical and analytical attention. They may appear in family livestreams or archives without choosing long-term visibility, and adults may interpret their technical competence as informed consent. Research should distinguish participation arranged by families from young people's own religious media practices. It should also explore how schools, peer cultures, and multilingual environments influence what young migrants accept, reinterpret, or conceal. Intergenerational transmission is never only a family process.

Local institutions in host societies form another underexamined part of the field. Libraries, schools, municipal services, and interfaith organizations can provide devices, meeting spaces, translation, and contact with diverse communities. Their involvement may reduce isolation, but it can also classify religious practice through administrative categories that participants do not recognize. Comparative studies should examine how public institutions enable or constrain hybrid participation and whether support reaches informal groups as well as established organizations.

The strongest future designs will combine conceptual precision with reflexivity about the researcher's own position. Language ability, religious identification, migration history, and access through community leaders influence what becomes observable. Maintaining field notes about entry, translation, silence, and refusal helps reveal these effects. Reflexivity is not a substitute for evidence; it is part of explaining how evidence was produced. This is especially important when intimate sacred practices are translated into international academic categories.

International comparison should include differences in media regulation, data protection, religious establishment, and migration policy. The same platform practice can have different consequences where religious organizations possess public recognition, where minority worship is politically sensitive, or where migrants face hostile surveillance. Context is not an external variable added after analysis; it helps constitute

what visibility, privacy, and belonging mean. Comparative designs should therefore describe institutional environments as carefully as they describe participants.

The broader theoretical implication concerns mediation itself. Religion has always travelled through bodies, texts, objects, buildings, roads, money, and institutions. Digital systems do not introduce mediation into an otherwise immediate tradition; they alter its speed, reach, storage, and governance. Recognizing this continuity prevents technological sensationalism, while attention to platform power prevents romanticization. Digital altars are historically specific arrangements within a longer social process through which sacred presence is made, authorized, circulated, and contested.

4. DISCUSSION, CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

Digital altars are best understood as relational infrastructures of sacred attention. They are digital because platforms mediate visibility and simultaneity, altars because heterogeneous elements are arranged toward sacred meaning, and transnational because relations connect multiple locations. This formulation avoids reducing religion either to institutional attendance or to online content. It also explains why a phone on a kitchen table can become part of a sacred arrangement without losing its mundane functions.

Symbolic borders are equally ambivalent. They preserve continuity by distinguishing meaningful practice from noise, yet they also classify speakers, generations, languages, and adaptations. Institutions and communities should therefore support multilingual participation, low-bandwidth access, digital mentoring across generations, transparent recording and privacy practices, and hybrid pathways linking online participation with local care. Religious leaders should treat chat moderation, platform selection, and archival decisions as questions of pastoral and cultural authority.

The analysis has four limits: purposive rather than exhaustive sampling, heterogeneous research designs, strong attention to Christian examples in available digital-worship research, and corpus percentages that cannot represent migrant populations. Future studies should compare religious traditions, legal statuses, genders, and generations; follow households across online and offline settings; and examine how platform algorithms shape visibility over time.

The central conclusion is that digital mediation reorganizes rather than erases territory. Migrants make sacred proximity across distance, but the resulting space remains materially located, socially stratified, and institutionally governed. Digital altars preserve and transform memory; symbolic borders protect and contest

belonging. Their intersection offers a precise sociology of how religion travels while remaining embedded in bodies, homes, families, and unequal infrastructures.

APPENDIX A. REVIEW CORPUS AND THEMATIC CODING

Coding audit rule. Each item listed below was examined in relation to its stated research purpose, conceptual framework, and reported findings. The principal thematic codes are disclosed as a compact methodological audit trail. Coding was binary and non-exclusive; consequently, the same source could receive several codes. Percentage shares were calculated by dividing the number of sources assigned to a category by the total corpus of 20 sources. The register allows readers to reconstruct the category counts and prevents the percentages presented in the figures and tables from being interpreted as population estimates.

A1. Ammerman (2014). *Principal codes:* everyday practice; embodiment; domestic sacred space.

A2. Andersson (2019). *Principal codes:* digital diaspora; migration networks; inequality.

A3. Brubaker (2005). *Principal codes:* diaspora category; symbolic boundaries; identity.

A4. Campbell (2013). *Principal codes:* digital religion; authority; online–offline integration.

A5. Campbell and Evolvi (2020). *Principal codes:* platforms; emerging technology; religious authority.

A6. Feraru (2010). *Principal codes:* Romanian migration; social costs; transnational relations.

A7. Feraru (2011). *Principal codes:* integration; disintegration; reintegration; family.

A8. Feraru (2015). *Principal codes:* religion and migration; Romanian diaspora; ritual continuity.

A9. Feraru (2019). *Principal codes:* migration costs; family obligations; inequality.

A10. Glick Schiller, Basch, and Blanc-Szanton (1992). *Principal codes:* transnational field; simultaneity; multilocality.

A11. Grigore and Cobzeanu (2025). *Principal codes:* digital worship; community change; post-pandemic continuity.

A12. Hine (2015). *Principal codes:* embedded digital ethnography; materiality; everyday practice.

A13. Hoover (2006). *Principal codes:* religious mediation; media institutions; authority.

A14. Lamont and Molnár (2002). *Principal codes:* symbolic boundaries; inclusion; exclusion.

A15. Levitt (2007). *Principal codes:* migrant religion; institutional change; belonging.

A16. Madianou and Miller (2012). *Principal codes:* polymedia; family obligation; mediated intimacy.

A17. Mora and García Martínez (2022). *Principal codes:* digital worship; diaspora music; collective participation.

A18. Pew Research Center (2023). *Principal codes:* online religious practice; participation percentages; platform use.

A19. Vertovec (2001). *Principal codes:* religion and diaspora; minority status; transnationalism.

A20. Woods (2022). *Principal codes:* digital home; religious reproduction; diasporic belonging.

REFERENCES

Ammerman, N. T. (2014). *Sacred stories, spiritual tribes: Finding religion in everyday life*. Oxford University Press.

Andersson, K. B. (2019). Digital diasporas: An overview of the research areas of migration and new media through a narrative literature review. *Human Technology, 15*(2), 142–180. https://doi.org/10.17011/ht/urn.201906123154

Brubaker, R. (2005). The "diaspora" diaspora. *Ethnic and Racial Studies, 28*(1), 1–19. https://doi.org/10.1080/0141987042000289997

Campbell, H. A. (Ed.). (2013). *Digital religion: Understanding religious practice in new media worlds*. Routledge.

Campbell, H. A., & Evolvi, G. (2020). Contextualizing current digital religion research on emerging technologies. *Human Behavior and Emerging Technologies, 2*(1), 5–17. https://doi.org/10.1002/hbe2.149

Feraru, P. D. (2010). Romans immigrants in Italy and the social costs. *Postmodern Openings, 1*(4), 89–124.

Feraru, P. D. (2011). *Românii din Torino între integrare, dezintegrare și reintegrare*. Lumen.

Feraru, P. D. (2015). *Religie și migrație în România contemporană: Studiu de caz: Românii din Italia*. Lumen.

Feraru, P. D. (2019). *Costuri sociale ale migrației externe din România* (2nd ed.). Lumen.

Glick Schiller, N., Basch, L., & Blanc-Szanton, C. (1992). Transnationalism: A new analytic framework for understanding migration. *Annals of the New York Academy of Sciences, 645*, 1–24.

Grigore, C., & Cobzeanu, A. (2025). The impact of digitalization on religious practices and community dynamics following the COVID-19 pandemic: A systematic review. *Revista Românească pentru Educație Multidimensională, 17*(2), 302–343. https://doi.org/10.18662/rrem/17.2/984

Hine, C. (2015). *Ethnography for the Internet: Embedded, embodied and everyday*. Bloomsbury Academic.

Hoover, S. M. (2006). *Religion in the media age*. Routledge.

Lamont, M., & Molnár, V. (2002). The study of boundaries in the social sciences. *Annual Review of Sociology, 28*, 167–195. https://doi.org/10.1146/annurev.soc.28.110601.141107

Levitt, P. (2007). *God needs no passport: Immigrants and the changing American religious landscape*. The New Press.

Madianou, M., & Miller, D. (2012). *Migration and new media: Transnational families and polymedia*. Routledge.

Mora, F. A., & García Martínez, E. (2022). Venezuelan evangelical digital diaspora, pandemics, and the connective power of contemporary worship music. *Religions, 13*(3), Article 212. https://doi.org/10.3390/rel13030212

Pew Research Center. (2023, June 2). *Online religious services appeal to many Americans, but going in person remains more popular*. https://www.pewresearch.org/religion/2023/06/02/online-religious-services-appeal-to-many-americans-but-going-in-person-remains-more-popular/

Vertovec, S. (2001). Religion and diaspora. In P. Antes, A. W. Geertz, & R. R. Warne (Eds.), *New approaches to the study of religion* (pp. 275–303). Walter de Gruyter.

Woods, O. (2022). Digital diasporas and the religious reproduction of home. In K. A. Day & E. Edwards (Eds.), *The Routledge handbook of religion and cities*. Routledge.

AN ANALYSIS OF A HAIKU POEM ABOUT THE SPARE KEY BY ALVIN B. CRUZ

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 analyse the following haiku poem: "starlight --/ the spare key/ gathers rust," written by Alvin B. Cruz (Manila, Philippines), and published on August 26, 2026 in the Mainichi Japan under the selection of Dhugal J. Lindsay. This haiku poem relies on the image of starlight, which can be ephemeral from the point of view of the inhabitants of earth. In addition, the second part of the poem relies on another image reflecting ephemerality and loss, as the spare key grows rusty. This second part relies on the way in which the passage of time leads to change and loss. The poetic persona seems to be a neutral observer, yet the Zen Buddhist philosophy (Milčinski, 1999) attached to his observations lead to a vision which seems specific and focused on ephemerality and loss. Free assocuations can explain how one element leads to another, in the sense that the starlight is also ephemeral, just like the importance of the spare key, which is not used for a long while and grows rusty in time. This poem suggests an intensification of the emotional states associated with the vvisual elements. The methodological framework is composed of reader-response criticism, psychology and psychoanalysis.

Keywords: Zen Buddhism, meditation, free associations, psychoanalysis, juxtaposition

1. INTRODUCTION

The haiku poem, which originates in sixteenth-seventeenth century Japan (Keene, 1999), is still practiced, developed, and understood nowadays in online and offline haiku communities all over the world. This is a poetic form that is still relevant today. It is very short and concise: traditionally, the haiku poem is 5-7-5 syllables and three lines, and it includes a seasonal reference (called kigo). It is highly dependent on the participation of the reader, who needs to put the few words together and create a coherent story and set of ideas.

1.1. Theoretical Framework

Reader-response criticism is relevant for understanding the haiku poem, since according to this approach readers react emotionally to any text they read and they also use their background knowledge in order to understand the text they read (Mart, 2019).

2. METHOD

The haiku poem selected for analysis in this paper is the following: "starlight --/ the spare key/ gathers rust," written by Alvin B. Cruz (Manila, Philippines), and published on August 26, 2026 in the Mainichi Japan under the selection of Dhugal J. Lindsay.

This poem juxtaposes two different objects: starlight and a spare key. The first belongs to the natural and cosmic world, while the second belongs to the practical and domestic world. Their relationship is not obvious. The reader must create the connection.

The first line introduces “starlight,” a phenomenon associated with distance, darkness, beauty, and the vastness of the universe. The second and third lines suddenly shift attention toward an ordinary object: “the spare key.” This key is not being used. Instead, it “gathers rust.” The verb “gathers” describes accumulation over time. Rust does not usually appear instantaneously, but develops gradually. The key becomes a material record of duration. The poem can thus be read as a meditation on things that remain present while becoming increasingly distant from immediate human use. The stars continue to shine, yet their light reaches the observer from enormous distances. The key remains physically present, yet its function appears to have become less immediate because it has not been used.

The juxtaposition (Hiraga, 1999) of these two images creates meanings concerning impermanence, absence, time, and loss. The analysis relies on reader-response criticism, psychology, and psychoanalysis. These approaches are complemented by meditation and possible Zen Buddhist associations.

Reader-response criticism is useful since the haiku poem depends upon textual gaps. In Cruz's poem, the reader is not told whose spare key it is, what it opens, why it has not been used, how long it has been neglected, where the key is located, and why starlight is associated with it. These omissions create a significant interpretive space. Rosenblatt's (1994) transactional approach to literature emphasizes the interaction between text and reader. In the case of haiku, this interaction is important because the poem presents fragments rather than complete narratives. The reader becomes responsible for constructing relationships between “starlight” and “the spare key.” One possible interpretation is that both are signs of distance. Starlight reaches the Earth after travelling through space, while the spare key belongs to something that has become temporally distant from the observer. Another reader may interpret the key as belonging to an absent person, an old home, or a forgotten relationship.

A psychological approach directs attention toward the way the poem organizes perception. The first image, “starlight,” is visually distant. The second image, “the spare key,” is small, concrete, and familiar. The poem therefore moves from the cosmic to the domestic. The reader initially looks outward toward the night sky and then inward toward an ordinary human possession. The poem shifts the scale of attention. Something enormous and distant is placed beside something extremely small and personal. The key becomes important because it is an ordinary object, and because its rust makes time visible.

From a psychoanalytic perspetive, the concept of free associations (Freud, 1922) is useful because one image can lead to another without a logical explanation. The reader may encounter “starlight” and associate it with night, distance, solitude, memory, longing, or eternity. The “spare key” may then evoke home, access, security, absence, or a person who is no longer present.

The poem can also be considered in relation to the Buddhist concept of impermanence. The starlight and the rusty key are different phenomena, yet both can be viewed as temporary configurations. The light perceived by the observer is not static. It comes from distant sources and is part of a constantly changing universe. The key also changes. Its physical condition deteriorates as rust accumulates. The poem therefore draws attention to change without naming it.

3. RESULTS

Reader-response criticism is used to explore the interpretive gaps in the poem and the scenarios readers may construct from the juxtaposition of starlight and the spare key. Psychology is used to examine perception, attention, memory, association, and the psychological significance of objects that visibly change over time.

Psychoanalysis is used as an interpretive framework for free association. The analysis considers how images such as “starlight,” “key,” and “rust” may activate associations involving absence, access, memory, and loss.

4. CONCLUSION, DISCUSSION, AND RECOMMENDATIONS

The poem begins with “starlight,” which is a visual image, but also an image of distance. The stars are visible from Earth, yet they are extraordinarily distant. The light perceived by the observer has travelled through space before reaching the human eye. Consequently, starlight can evoke a tension between presence and distance. The star is visible, but it is not physically near. Starlight can also suggest continuity. The night sky may appear stable to the human observer, even though the universe is in constant motion.

The dash following “starlight” is structurally important since it interrupts the first image and prepares the reader for a second one. It creates a pause, which can be interpreted as a moment in which the reader's attention shifts from the sky to the ordinary world. The dash therefore functions not only as punctuation but also as a visual representation of juxtaposition. The poem does not say why starlight should be connected with the spare key. The dash creates the space in which the reader must establish that connection.

The second line introduces “the spare key.” A key is an object associated with access, entry, ownership, security, and possession. A spare key, however, is specifically an object kept for possible future use.

The final phrase, “gathers rust,” provides the poem's temporal dimension. Rust is a visible consequence of exposure and gradual transformation. The verb “gathers” emphasizes accumulation.

A key exists mainly to open something. The poem does not tell us what the key opens. This omission is meaningful because it transforms the key from a functional object into an object of contemplation. The reader begins to wonder about the absent door, house, room, person, or situation associated with it.

The most striking characteristic of the poem is the juxtaposition between starlight and the spare key. At first glance, the two images seem unrelated. One belongs to the cosmic world; the other belongs to human material culture. One is distant and luminous; the other is small and gradually corroding. One appears timeless; the other visibly records the passage of time. The juxtaposition encourages the reader to search for a conceptual connection. The reader participates in meaning-making.

The juxtaposition can also be understood as a contrast between different scales of time. Starlight suggests cosmic distances and immense temporal scales. Rust suggests ordinary human time. The poem brings these two scales together. The night sky can make human life appear brief, while the rusty key demonstrates that even within ordinary human life, objects register the passage of time.

Both images can be associated with ephemerality, although in different ways. Starlight is transient as an individual perceptual experience. The observer sees it during a particular moment of darkness. The key is not ephemeral in the same immediate sense. It remains physically present. However, its usefulness is ephemeral.

REFERENCES

Cruz, A.B. (2026). Haiku in English: August 26, 2026.
https://mainichi.jp/english/articles/20260730/p2g/00m/0su/049000c

Freud, S. (1922). Introductory lectures on psycho-analysis: A course of twenty eight lectures delivered at the University of Vienna. G. Allen & Unwin.

Hiraga, M. K. (1999). "Blending" and an Interpretation of Haiku: A Cognitive Approach. Poetics Today, 461-481.

Keene, D. (1999). Seeds in the heart: Japanese literature from earliest times to the late sixteenth century. Columbia University Press.

Mart, C. T. (2019). Reader-response theory and literature discussions: A Springboard for exploring literary texts. The New Educational Review, 56, 78-87.

Milčinski, M. (1999). The aesthetics of decay. Filozofski vestnik, 20(2/s).

Rosenblatt, L. M. (1994). The reader, the text, the poem: The transactional theory of the literary work. Siu Press.

AN ANALYSIS OF A HAIKU POEM ABOUT A HAWK RISING BY JEFFREY FERRARA

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 analyse the following haiku poem: "hawk rising/ its shadow/ grows pale," written by Jeffrey Ferrara (Massachusetts, USA), and published on September 5, 2026 in the Mainichi Japan under the selection of Dhugal J. Lindsay. This haiku poem relies on the contrast between the rising of the hawk and its shadow growing pale in the process. The hawk is rising since it is flying above everything, which makes its shadow grow smaller and smaller, and even become difficult to see. Such a visual image accompanies abstract reflections about ephemerality and loss, based on Zen Buddhist philosophy. The haiku poem relies on a tension, between the rising and the growing pale, which can be explained due to the flying of the hawk into the sky, until its shadow can no longer be seen. This explanation also includes the difficulty for everyone watching the hawk, since it is in a process of movement, and since they are losing it. Present-day haiku poems can rely on experimentalist techniques while also including classical, or traditional, elements, or making references to them. The poem by Ferrara does not include a seasonal reference (kigo), yet readers may reconstruct the moment based on external conditions. The methodological framework is composed of reader-response criticism, psychology and psychoanalysis.

Keywords: Zen Buddhism, meditation, free associations, psychoanalysis, juxtaposition

1. INTRODUCTION

The haiku poem has been around since sixteenth-seventeenth century Japan (Keene, 1999), and is still studied up to this day in international haiku authors' communities. It is a poem known based on its structure of juxtaposition (Hiraga, 1999), which means that the poem is made up of two parts. These two parts can both establish a tension or contrast and be considered to be able to establish a continuous set of ideas, based on allusions (Atanasiu, 2026) suggested by the words and images in the poem. It is up to the reader to create the connections between the two parts of the haiku poem. Most of the haiku poem is left to the creation of the readers' imagination. Readers and authors of haiku poems need to start a process of dialogue.

1.1. Theoretical Framework

Reader-response criticism is the best suited approach to understanding haiku poems, since these poems invite the active participation of readers. Readers are emotionally engaged in understanding a text, and they also rely on their background knowledge in understanding and interpreting a text (Mart, 2019). Further on, for haiku poems, readers rely on a process similar to that of free associations in psychoanalytic sessions (Freud, 1922), where each and every word, image, and set of ideas triggers further associations, based on what is suggested to readers by these. In this way, readers can complete and develop the scenes presented in a haiku poem, together with the reflections associated with the visual images present in the respective haiku poems.

2. METHOD

The following haiku poem has been selected for analysis in this paper: "hawk rising/ its shadow/ grows pale," written by Jeffrey Ferrara (Massachusetts, USA), and published on September 5, 2026 in the Mainichi Japan under the selection of Dhugal J. Lindsay.

This poem contains two main visual elements: the hawk and its shadow. Nevertheless, the relationship between these elements creates a particular movement. The hawk rises, while the shadow appears to weaken. The upward movement of the bird corresponds to a process of visual disappearance.

The poem can initially be interpreted literally. A hawk flying upward moves farther away from the ground, and the shadow associated with it may become smaller, less clearly defined, or increasingly difficult to perceive. However, the poem does not describe a visual process only. The expression "grows pale" introduces a transformation that can also be understood metaphorically. Something that grows pale becomes less intense, less visible, or less present. The shadow can thus become an image of something that is gradually disappearing. This creates a central tension in the poem. The hawk is rising, while its shadow is apparently losing presence.

One element becomes increasingly elevated, whereas the other becomes increasingly indistinct. The two movements are simultaneously connected and opposed.

This paper investigates how this juxtaposition creates meaning. Particular attention is paid to reader-response criticism, psychology, and psychoanalysis, as well as to possible connections with meditation and Zen Buddhist (Milčinski, 1999) concepts of impermanence. The analysis also considers the absence of an explicit *kigo* and the way contemporary readers may reconstruct the environmental circumstances surrounding the poem.

The haiku transforms a moment of natural observation into an open meditation on movement, disappearance, perception, and loss. The poem does not explicitly state that something is being lost; rather, the experience of watching the hawk rise allows readers to discover the possibility of loss through the gradual disappearance of its shadow.

From a psychoanalytical perspective, the poem can be understood based on the concept of free associatio.. Freud's understanding of the free association processes shows how one image may lead to another thought, memory, or emotional representation. Psychoanalysis is used for considering the possible associations activated in readers by the image of a disappearing shadow. The word “shadow” may lead to associations with absence, separation, memory, mortality, or the disappearance of something previously present. These associations are not imposed by the poem. Rather, they become possible through the reader's psychological and cultural experience. The image can thus move from physical shadow to fading visibility, absence, loss, and memory.

Haiku is often discussed in relation to Japanese aesthetics and to Zen Buddhism. The present poem can be read in relation to the Buddhist concept of impermanence, associated with the recognition that phenomena arise, change, and disappear. The fading shadow offers a concrete image of such transformation. The observer sees something and then gradually loses sight of it.

The poem can also be associated with meditation because it concentrates attention on a very brief natural event. The reader is encouraged to remain with the image rather than immediately moving toward an abstract explanation. The hawk rises; the shadow fades. The poem records the event without giving an interpretation of it.

For the analysis of this poem, three complementary approaches are used: reader-response criticism, psychology, and psychoanalysis. Reader-response criticism is employed to investigate the interpretive spaces created by the poem. Particular attention is given to omissions, ambiguities, and the scenarios readers may construct from the textual clues. Second, a psychological approach is used to examine perception, visual attention, movement, and

the relationship between an observed object and its changing appearance. Third, psychoanalysis is used for exploring free associations prompted by the main image of the fading shadow. The poem is also examined through several haiku-related concepts, such as juxtaposition, ephemerality, seasonal awareness, and contemplative experience.

The analysis proceeds from the literal level toward increasingly abstract levels of interpretation. The first level considers the physical relationship between a rising hawk and its shadow. The second considers the perceptual experience of watching that event. The third investigates the psychological and emotional associations generated by disappearance. The final level considers possible aesthetic and philosophical implications.

3. RESULTS

The three methodological perspectives complement one another. Reader-response criticism explains why the poem can create multiple scenarios and interpretations. Psychology explains how the poem organizes attention around a changing visual stimulus. Psychoanalysis helps account for the associative possibilities created by the shadow, particularly associations involving disappearance and loss. Zen Buddhist and contemplative perspectives provide a further philosophical context in which impermanence and attentive observation become relevant.

4. CONCLUSION, DISCUSSION, AND RECOMMENDATIONS

Ferrara's poem is a concise haiku built around the relationship between upward movement and diminishing visibility. The hawk rises into the sky, while its shadow becomes increasingly pale and difficult to perceive. This physical phenomenon provides the basis for a complex poetic experience. The central structural principle of the poem is juxtaposition. The hawk and the shadow are inseparable as physical phenomena, yet their movements appear opposed: the hawk becomes more distant and elevated, while the shadow becomes less visible. This relationship creates a tension between presence and absence.

The analysis shows the relevance of reader-response criticism to contemporary haiku. Because the poem provides very little contextual information, readers must reconstruct the situation surrounding the observation. They may imagine different landscapes, weather conditions, emotional states, and relationships between observer and observed phenomenon. The psychological dimension of the poem is associated with visual attention and perceptual change. The reader follows the hawk and then notices the transformation of its shadow. The poem consequently presents not only an object but a process of perception. Psychoanalysis and the concept of free association provide another interpretive layer. The fading shadow can evoke associations with

separation, absence, memory, and loss. Such interpretations remain reader- possibilities rather than claims concerning the unconscious intentions or psychological condition of the poet. The poem can also be read through the concept of impermanence. Its visual event is inherently temporary: the hawk rises, the shadow changes, and the moment eventually disappears. This makes a contemplative or Zen-informed reading possible.

The absence of an explicit *kigo* further illustrates the flexibility of contemporary haiku. While the poem does not identify a season directly, readers can construct an environmental context from their own knowledge and imagination.

The analysis suggests several directions for further research. First, contemporary haiku should continue to be examined through interdisciplinary methodologies. Reader-response criticism, psychology, literary theory, and philosophical approaches can illuminate dimensions of meaning that may not be apparent through formal analysis alone. Second, comparative studies could examine contemporary haiku with and without explicit *kigo* in order to determine how seasonal meaning is reconstructed by readers when no conventional season word is present.

REFERENCES

Atanasiu, C.T. (2026). Prin sindrila sparta, fan din Carul Mare. PIM Publishing House, Iasi, Romania.

Ferrara, J. (2026). Haiku in English: Sept. 5, 2026. https://mainichi.jp/english/articles/20260825/p2g/00m/0su/024000c

Freud, S. (1922). Introductory lectures on psycho-analysis: A course of twenty eight lectures delivered at the University of Vienna. G. Allen & Unwin.

Hiraga, M. K. (1999). "Blending" and an Interpretation of Haiku: A Cognitive Approach. Poetics Today, 461-481.

Keene, D. (1999). Seeds in the heart: Japanese literature from earliest times to the late sixteenth century. Columbia University Press.

Mart, C. T. (2019). Reader-response theory and literature discussions: A Springboard for exploring literary texts. The New Educational Review, 56, 78-87.

Milčinski, M. (1999). The aesthetics of decay. Filozofski vestnik, 20(2/s).

AN ANALYSIS OF A HAIKU POEM ABOUT GARDENIAS BLOOMING BY AKI TSUKIOKA

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 analyse the following haiku poem: "can't forget/ your happiest smile/ gardenias blooming," written by Aki Tsukioka (Kyoto, Japan), and published on September 3, 2026 in the Mainichi Japan under the selection of Dhugal J. Lindsay. This haiku poem relies on the Zen Buddhist philosophy of impermanence, raising our awareness about the ephemerality and the continuous losses accompanying us in this world. The blooming gardenias are associated with the happiest smile of the poetic persona's dear person. While the smile and the flowers are ephemeral, and thus subject to loss, the memroy of the respective person's happiness seems to be lasting in time, which creates a contrast and tension in this poem. The poem relies on a chain of what psychoanalysis calls free associations, which can start from the blloming gardenias and extend to the poetic persona's present-day state of affairs. For haiku poems, juxtaposition and a network of allusions are considered to be able to explain the mechanism of this poem (Atanasiu, 2026). Readers have a highly active role in understanding and interpreting this poem, based on reader response criticism. The poem can be understood based on the personal experiences and background knowledge of every reader. The methodological framework is composed of reader-response criticism, psychology and psychoanalysis.

Keywords: Zen Buddhism, meditation, free associations, psychoanalysis, juxtaposition