



III. Uluslararası Prizren Bilimsel Araştırmalar ve İnovasyon Kongresi

25- 26 NİSAN 2026



KONGRE KİTABI



BİLSEL
YAYINCILIK

KOSOVA

**3. INTERNATIONAL PRIZREN
SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS
BOOK**

25-26 APRIL 2026, KOSOVA

**EDITOR
Assoc. Prof. Dr. Davut ATILGAN**

**10.05.2026
by BILSEL PUBLISHING**

ISBN: '978-625-8531-36-7'

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

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

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

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

CONGRESS ID

CONGRESS TITLE

**3. INTERNATIONAL PRIZREN SCIENTIFIC RESEARCH
AND INNOVATION CONGRESS**

DATE and PLACE

25-26 APRIL 2026, KOSOVA

ORGANIZATION

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

ORGANIZING COMMITTEE

Chairman of the Organizing Committee

Assoc. Prof. Dr. Davut ATILGAN

University Academician Representative

Prof. Dr. Gülsüm YALDIZ

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

PARTICIPANTS COUNTRY

Türkiye/ Albania /Algeria/ Azerbaijan/ India/Indonesia/Serbia

Morocco/ Kingdom of Saudi Arabia/Pakistan/Romania/

CONGRESS ORGANIZING COMMITTEE MEMBERS

Prof. Habil. Dr. Laura Diaconu Maxim,

Alexandru Ioan Cuza University of Iasi, Romania

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. Froilan D. Mobo,

Philippine Merchant Marine Academy

Prof. Dr. Şükrü KARATAŞ

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi,

Prof. Dr. Korkmaz BELLİTÜRK

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

Prof. Dr. Perihan ÜNÜVAR

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi

Prof. Dr. Gökçe Cerev

Kocaeli 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 Sussha,

Belarusian State University, Belarus

Assoc. Prof. Dr. Nesrine El Houari,

University of Tlemce Algeria

Assoc. Prof. Dr. Valbona Habili Sauku

Tirana University, Albania

Doç. Dr. Halit Bakır

Sivas Bilim Ve Teknoloji 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

Dr. Mansoor Ahmed,

Government College University,Pakistan

Dr. Chems Eddine BOUKHEDIMI,

Univesity of Tizi Ouzou – Algeria

Dr. Drita AVDYLI

Chairwoman of National Chamber of Mediation Albania

Dr. Ramona Marinache,

University of Bucharest,Romania

Dr. Iosefina Blazsani-Batto,

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

Dr. Mohammed BENTAHAR,

Tahar Moulay University, Algeria

Dr. Seda ÇELLEK

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi

Dr. Esra KÜRKÇÜ AKGÖNÜL

Dokuz Eylül Üniversitesi

Dr. Zarifa Nazirli

Baku State University

Dr. Mustafa KAVGACI

Kahramanmaraş İstiklal Üniversitesi

SCIENTIFIC COMMITTEE

Prof. Dr. Chaya Bagrecha

Jain Deemed to be University, India

Prof. Dr. MEZIANI Brahim

Djilali Bounaama University of Khemis Miliana, Algeria

Prof. Dr. Nana Jincharadze

European University, Georgia

Prof. Dr. 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. Mamoon 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. Özgür ALPARSLAN

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi

Prof. Dr. Gülsüm YALDIZ

Bolu Abant İzzet Baysal 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. 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

Assoc. Prof. Dr. Mohammad Jafar Chamankar,

Urmia University/ Iran

Assoc. Prof. Dr. Vakeel Ahmad Khan,

Aligarh Muslim University, India

Assoc. Prof. Dr. Aliaksandr Sussha,

Belarusian State University, Belarus

Assoc. Prof. Dr. Nesrine El Houari,

University of Tlemce Algeria

Assoc. Prof. Dr. Valbona Habili Sauku

Tirana University, Albania

Doç. Dr. Doğan Çiloğlu

Atatürk Üniversitesi

Doç. Dr. H. Burçin HENDEN ŞOLT

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi

Doç. Dr. Recep BÜYÜKTOLU

Çankırı Karatekin Üniversitesi

Doç. Dr. Çağatay YAMÇIÇIER

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi

Doç. Dr. Ayşe Nihan BASMACI FİLİZ

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

Doç. Dr. M. Cüneyt GÖKÇE

Mardin Artuklu Üniversitesi

Doç. Dr. Gamze BİLGİN

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi

Dott. Ervin IBRAHİMİ MD

Area Vasta 2, Cooss- Marche, Italy

Dr. Vincent Abiodun Micheal,

The Federal Polytechnic, Bida, Nigeria

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 University Humaniza, 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. Ezekiel Pius NYATIRIMOH,

Federal University Wukari, Nigeria

Dr. Bahadır AKKURT

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Dr. Taner AKARSU

Çankırı Karatekin Üniversitesi

Dr. Muhammet Serhat ÖZASLAN

Ardahan Üniversitesi

Dr. Sema İÇEL

Gaziantep İslam Bilim ve Teknoloji Üniversitesi

Dr. Bilal Kır

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Dr. Seda ÇELLEK

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi

Dr. Esra KÜRKÜ AKGÖNÜL

Dokuz Eylül Üniversitesi

Dr. Zarifa Nazirli

Baku State University



3. INTERNATIONAL PRIZREN SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, 25-26 APRIL 2026, KOSOVA

3. INTERNATIONAL PRIZREN SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS

25-26 APRIL 2026, KOSOVA

CONGRESS PROGRAM

Join Zoom Meeting ID: 870 7844 3965

Passcode: 333125

Join Zoom Meeting

<https://us06web.zoom.us/j/87078443965?pwd=JVgTDmbdJaWyCgDdbSVZiiaQGvHrc.1>

PARTICIPATING COUNTRIES

**Albania /Algeria/ Azerbaijan/ India/Indonesia/Serbia
Morocco/ Kingdom of Saudi Arabia/Pakistan/Romania/**



3. INTERNATIONAL PRIZREN SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, 25-26 APRIL 2026, KOSOVA

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.



3. INTERNATIONAL PRIZREN SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, 25-26 APRIL 2026, KOSOVA

25.04.2026

TÜRKİYE Local Time: 17:00-18:45

HEAD OF SESSION: Dr. Fatih ÇELİK

SESSION-1 HALL-1

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Dr. Fatih ÇELİK	MLCC Blue Line Metro, Dubai, Birleşik Arap Emirlikleri	DERİN SINIR AĞLARI KULLANARAK İKLİM DEĞİŞKENLİĞİNİN DENİZ SEVİYESİ DEĞİŞİMLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN MODELENMESİ
Dr. Fatih ÇELİK	MLCC Blue Line Metro, Dubai, Birleşik Arap Emirlikleri	UYDU ALTIMETRİSİ İLE DERİN ÖĞRENME TABANLI DENİZ SEVİYESİ DEĞİŞİM TESPİTİ
Ass. Prof. Dr., Mehmet Emin BAYNAZOĞLU	Trakya University	THE EFFECTS OF WAR ON SUSTAINABLE TOURISM: SECURITY THREATS AND AN ANALYSIS WITHIN THE FRAMEWORK OF GLOBAL GOVERNANCE
Şule SARUN Assoc. Prof. Dr. Ali AYTEKİN	Pamukkale University	TYPES OF SEMI-CONTINUITY IN BITOPOLOGICAL SPACES AND THEIR INTERRELATIONSHIPS
Ufuk BAL Kürşad KOCAİSPİR İlay TAT Ebubekir AKKUŞ	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi	DİNOv2 TABANLI KADEMELİ ADAPTASYON İLE KLİNİK ORTAMLARDA DİYABETİK RETİNOPATİ SINIFLANDIRMASI İÇİN UÇ CİHAZ PROTOTİPİ
Prof. Dr. Mehmet Bayırlı Prof. Dr. Orhan Zeybek Doç. Dr. Aykut Ilgaz	Balıkesir Üniversitesi	HAVA DİRENCİ VE ÖLÇÜM HATASI KARAKTERİZASYONU İLE SERBEST DÜŞMENİN SAYISAL ANALİZİ
Prof. Dr. Mehmet Bayırlı Prof. Dr. Orhan Zeybek Doç. Dr. Aykut Ilgaz	Balıkesir Üniversitesi	TERS KARE YASASININ NÜMERİK KULLANIMI ile IŞIK ŞİDDETİ ÖLÇÜMÜ VE KAYNAK KONUMUNU BELİRLEME



3. INTERNATIONAL PRIZREN SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, 25-26 APRIL 2026, KOSOVA

25.04.2026

TÜRKİYE Local Time: 17:00-18:30

HEAD OF SESSION: Prof. Dr., Hakan UŞAKLI

SESSION-1 HALL-2

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Yüksek Lisans Öğrenci, Yunus ŞENER Yüksek Lisans Öğrenci, Yunus Emre TUNA Prof. Dr., Hakan UŞAKLI	Sinop Üniversitesi	İLKÖĞRETİM OKULU YÖNETİCİLERİNİN OKULLARINA FİNANSAL KAYNAK SAĞLAMAK İÇİN KULLANDIKLARI YÖNTEMLERİN İNCELENMESİ
Yüksek Lisans Öğrencisi Yunus Emre TUNA Yüksek Lisans Öğrencisi Yunus ŞENER Prof. Dr. Hakan UŞAKLI	Sinop Üniversitesi	İLKOKULLARDA ÖĞRENCİYİ TANIMA UYGULAMALARI
Öğretmen, Gülten AKGÜL Öğretmen, Hülya GÖKGÖZ Öğretmen, İsmail BACAKSIZ Öğretmen, Özcan ÇELİK Öğretmen, Yusuf ÖZKURT Öğretmen, Can Görkem KARAYEL	T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Kütahya/Simav Özel Eğitim Uygulama Okulu	FABLLAR DİLE GELDİ, DEĞERLER FİLİZLENDİ
Öğretmen, Gülten AKGÜL Öğretmen, Emre YONAR Öğretmen, Saliha YAKAR Öğretmen, Muhiddin ÇOLAK Öğretmen, Büşra KESKİN	T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Kütahya/Simav Özel Eğitim Uygulama Okulu	ÖZEL GEREKSİNİMLİ BİREYLERDE İŞLEVSEL OKUMA KARTLARIYLA BAĞIMSIZ İLETİŞİM BECERİSİNİN DESTEKLENMESİ: “KELİMELELERLE HAYATA KATIL” PROJESİ
Doç. Dr. Nilgün ÖZTÜRK Öğr. Gör. Ercan ERİNÇ	İnönü Üniversitesi, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi	BELİREN YETİŞKİNLİK DÖNEMİNDEKİ ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN “ARKADAŞLIK” KAVRAMINA YÖNELİK METAFORİK ALGILARI
Research Assistant İlkay KHALİD	Pamukkale University	DISCORDANT VOICES IN MARGARET ATWOOD’S THE PENELOPIAD: THE MYTH OF PENELOPE AND ODYSSEUS



3. INTERNATIONAL PRIZREN SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, 25-26 APRIL 2026, KOSOVA

25.04.2026

TÜRKİYE Local Time: 17:00-18:30

HEAD OF SESSION: Doç. Dr. Davut ATILGAN

SESSION-1 HALL-3

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Doktora Öğrencisi, Serhat TUTAŞ Prof. Dr., Abdurrahman KIRTEPE Doktora Öğrencisi, Ahmet Furkan ÇETİNKAYA	Gençlik ve Spor İl Müdürlüğü, Fırat Üniversitesi,	BİR EKO-REKREASYON ETKİNLİĞİ OLARAK YÜRÜYÜŞ TURİZMİNİN İNCELENMESİ
Doç. Dr., Abdullah GÜLLÜ	Uşak Üniversitesi	ADOLESAN ERKEK FUTBOLCULARDA SAKATLIK RİSK PROFİLLERİNİN FONKSİYONEL HAREKET KALİTESİ VE DİNAMİK DENGE İLE DEĞERLENDİRİLMESİ
Yüksek Lisans Öğrenci, Ahmet Serhat GÜL Dr. Öğr. Üyesi Önder ŞEMŞEK	DÜZCE BELEDİYESİ	GENÇ FUTBOLCULARA UYGULANAN MAKSİMAL AEROBİK HIZ (MAS) VE SÜREKLİ KOŞU ANTRENMANLARININ KUVVETTE DEVAMLILIK PERFORMANSI İLE İLİŞKİSİNİN İNCELENMESİ
Dr. Onur ÖZTÜRK Doç. Dr. Davut ATILGAN	Bağımsız Araştırmacı, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi	MODERN KLASİKLERDE MORFOLOJİK DÖNÜŞÜM (2026 PARİS-ROUBAIX ÖRNEĞİNDE BEDEN KİTLE İNDEKSİ VE PERFORMANS İLİŞKİSİ)
Dr. Onur ÖZTÜRK Doç. Dr. Davut ATILGAN	Bağımsız Araştırmacı, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi	GİRO D'ITALIA 2026 ROTASININ TEKNİK VE FİZYOLOJİK AÇIDAN İNCELENMESİ



3. INTERNATIONAL PRIZREN SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, 25-26 APRIL 2026, KOSOVA

25.04.2026

TÜRKİYE Local Time: 17:00-18:30

HEAD OF SESSION: Doç. Dr. Çetin Yeşilova

SESSION-1 HALL-4

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Dr. Öğrt. Üyesi İlknur KUTLAR YAYLALI Doç. Dr. İlknur GÜMÜŞ	Selçuk Üniversitesi	TARIMSAL SU YÖNETİMİNDE ARITILMIŞ ATIK SULARIN ROLÜ VE GÜBRE KULLANIMINA ETKİSİ
Ezgi ÜSTÜNÜNAL Derviş Emre DOĞAN Prof. Dr. Hüsnü DEMİRİSOY	Ondokuz Mayıs Üniversitesi	BİTKİLERDE MELATONİN KULLANIMI
Fethi YILDIZ Mehmet ARSLAN Mohamed Ahmed ABDI	Erciyes University	RESIDUAL EFFECTS OF FORAMSULFURON + THIENCARBAZONE-METHYL ON THE GERMINATION AND SEEDLING GROWTH OF CEREAL AND PULSE CROPS
Mohamed Ahmed ABDI Mehmet ARSLAN	Erciyes University	DETERMINATION OF CYTOPLASMIC MALE STERILE AND MAINTAINER GENOTYPES OF SUNFLOWER WITH MOLECULAR MARKERS
Gökhan Yıldırım Doç. Dr. Çetin Yeşilova	Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi	POTANSİYEL SİT ALANI ÖZELLİĞİNDEKİ ŞEREFİYE ŞELALERİNİN (ŞIRNAK, TÜRKİYE) JEOLojİK AÇIDAN DEĞERLENDİRİLMESİ
Abdullah Günbatar Doç. Dr. Çetin Yeşilova	Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi	BAŞKALE (VAN) ÇAMLIK TRAVERTENLERİ ÜZERİNDE GELİŞEN DOLİNLERİN YÜKSELTİYE BAĞLI DAĞILIM ÖZELLİKLERİ VE KARSTLAŞMA SÜREÇLERİ
Dr. Öğr. Üyesi, Enes NAYMAN	Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi,	KİMYASAL BANYOLAMA YÖNTEMİ İLE POLİAMİD KUMAŞLAR ÜZERİNE BİRİKTİRİLEN SnO 2 İNCE FİLMLEİN ETANOL GAZI ALGILAMA PERFORMANSINA pH ETKİSİ



3. INTERNATIONAL PRIZREN SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, 25-26 APRIL 2026, KOSOVA

25.04.2026

TÜRKİYE Local Time: 17:00-18:30

HEAD OF SESSION: Doç. Dr., Vefa ÇAKMAK

SESSION-1 HALL-5

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Yüksek Lisans Öğrencisi, Sena UZUNTARLA Yüksek Lisans Öğrencisi, Ümit ÖZDEMİR Dr. Öğr. Üyesi, Emine ERSÖZLÜ	Karabük Üniversitesi	YOĞUN BAKIM ÜNİTELERİNDE POSTOPERATİF DELİRYUMUN YÖNETİMİ: HEMŞİRELİK DEĞERLENDİRMESİ VE KANITA DAYALI BAKIM STRATEJİLERİ
Dr. Öğr. Üyesi, Emine ERSÖZLÜ Yüksek Lisans Öğrencisi, Ümit ÖZDEMİR Yüksek Lisans Öğrencisi, Sena UZUNTARLA	Karabük Üniversitesi	CİDDİ TRAVMASI OLAN HASTALARIN HASTANE ÖNCESİ TEDAVİSİNDE SON GELİŞMELER
Ümmügülsüm YILMAZ Rabia ACA Nurhan TAŞKIN Mehmet SÖNMEZ	Erzurum Teknik Üniversitesi	FİZİYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON BÖLÜMÜ ÖĞRENCİLERİNİN SINAV STRESİ YÖNETİMİNDE MENTAL İMGELEME YÖNTEMİNİN ETKİSİNİN İNCELENMESİ: RANDOMİZE KONTROLLÜ ÇALIŞMA
Doç. Dr., Vefa ÇAKMAK	Pamukkale Üniversitesi	ATEŞLİ SİLAH YARALANMASI OLGULARINDA POSTMORTEM BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ BULGULARI İLE POSTMORTEM İNTERVALİN KARŞILAŞTIRILMASI
YL Öğrenci, Merve ÖNDEŞ Dr. Öğr. Üyesi, Abdulkadir KAYA	Düzce Üniversitesi	GELENEKSEL ŞİFADAN KÜRESEL PAZARA: TÜRKİYE'NİN SAĞLIK TURİZMİNDE GETAT ENTEGRASYONUNUN STRATEJİK ANALİZİ



3. INTERNATIONAL PRIZREN SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, 25-26 APRIL 2026, KOSOVA

25.04.2026

TÜRKİYE Local Time: 17:00-18:30

HEAD OF SESSION: Dr. Öğr. Üyesi Ercüment ÖZTÜRK

SESSION-1 HALL-6

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Şeyma KARATAŞ UYSAL	Selçuk Üniversitesi	ULUSLARARASI LOJİSTİKTE TAŞIMA MODLARI: FIRSATLAR VE TEHDİTLER
Doktora Öğrencisi, Elif Ayça KARACA	Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi	ERKEN DÖNEM TELEVİZYON YAYINCILIĞI VE İLK YAYINCILIK PRATİKLERİ
Doktora Öğrencisi, Elif Ayça KARACA	Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi	GELENEKSEL DEĞERLERDEN EKONOMİK GÜÇE: YAPRAK DÖKÜMÜ DİZİSİNDE ORTA SINIF KIRILGANLIĞI
Dr. Öğr. Üyesi Ercüment ÖZTÜRK	Karadeniz Teknik Üniversitesi	TOPLUMSAL DAVRANIŞLARIN YAPAY ZEKÂ İLE ANALİZİ
Master's student, Lama NAZZAL Prof. Dr., Mustafa BAYTER	Ankara Yıldırım Beyazıt University	LİBRARY RESOURCES MANAGEMENT AND RDA USAGE WITH ARTİFİCİAL INTELLİGENCE
Simge KAYAKAN Prof.Dr. Cihan SEÇİLMİŞ	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi	TURİSTİK ÇEVRE YANLISI DAVRANIŞLAR VE PSİKOLOJİK İYİ OLMA HALİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN FARKLI DEĞİŞKENLERLE İNCELENMESİ
Dr. Öğr. Üyesi Süleyman ÖNER	Muğla Sıtkı Koçman University, Milas	İSTAKOZ YEMEKLERİ
Dr. Öğr. Üyesi Süleyman ÖNER	Muğla Sıtkı Koçman University, Milas	YENGEC YEMEKLERİ



3. INTERNATIONAL PRIZREN SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, 25-26 APRIL 2026, KOSOVA

25.04.2026

TÜRKİYE Local Time: 17:00-18:30

HEAD OF SESSION: Doç. Dr., Süleyman KÖSE

SESSION-1 HALL-8

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Doç. Dr., Süleyman KÖSE	Karadeniz Teknik Üniversitesi	LİMAN OPERASYONLARINDAN KAYNAKLANAN HAVA KİRLİLİĞİNİN EKONOMİK MALİYETİ: DIŞSALLIK TEMELLİ BİR DEĞERLENDİRME
Galip Cansu ÖGE Özkan CORUK	Kocaeli Üniversitesi	İZMİT KENT YERLEŞİM ALANININ MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ ÖZELLİKLERİNİN DEĞERLENDİRMESİ
Araştırma Görevlisi Oğuz ÖZTÜRK, Oğuz Öztürk Doç. Dr. Eda Turan	Yıldız Teknik Üniversitesi	DİJİTAL TERSANE VE YOL HARİTASI ÜZERİNE BİR İNCELEME
Prof. Dr., Kemal YAMAN Yüksek Lisans, Ömer Furkan ŞAHAN	Karabük Üniversitesi	SÜRDÜRÜLEBİLİR KENTLEŞME AÇISINDAN TÜRKİYE'DE YEŞİL BİNA UYGULAMALARI
Prof. Dr., Kemal YAMAN Doktorant, Shamil HUSEYNLI	Karabük Üniversitesi	METROPOL YÖNETİM ALANLARININ KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ: İSTANBUL VE MADRİD ÖRNEKLERİ



3. INTERNATIONAL PRIZREN SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, 25-26 APRIL 2026, KOSOVA

25.04.2026

TÜRKİYE Local Time: 17:00-18:30

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr. Mehmet Yorulmaz

SESSION-1 HALL-9

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Assoc. Prof. Dr. Mehmet Yorulmaz Master Student Osman EKENEL	Selçuk University	INTERNATIONAL PATIENT PROCESS MANAGEMENT
Assoc. Prof. Dr. Mehmet Yorulmaz PhD Student Olebeng Mpho Mackenzie	Selçuk University	ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLICATIONS IN HEALTHCARE ADMINISTRATION IN DEVELOPING COUNTRIES: A NARRATIVE REVIEW OF USES, BENEFITS, AND CHALLENGES
Arkida Çeka Petrir Biberaj Zamira Çabiri Blerina Bahiti Rajmonda Oboni Ilma Toçi Gjergji Doka Venemin Gega	University of Elbasan "Aleksandër Xhuvani" Albania	PERSPECTİVES OF HEALTHCARE PERSONNEL ON HPV: THE LİNK BETWEEN CLİNICAL KNOWLEDGE AND PARENTAL EDUCATION – A PRELİMİNARY STUDY İN ELBASAN, ALBANİA
Lisansüstü Kağan DENİZCİGİL Prof. Dr. Semra İÇER	Erciyes Üniversitesi	AÇIKLANABİLİR YAPAY ZEKA TEKNİKLERİ KULLANILARAK DEMANS HASTALIĞININ DEĞERLENDİRİLMESİ
Öğrenci İkra Nur YAYLACI Öğr. Gör. Serkan BENTLİ	Malatya Turgut Özal Üniversitesi	ANNE SÜTÜ İLE BESLENMENİN ÖNEMİ VE DESTEK STRATEJİLERİ
Öğrenci Zehra YİĞİT Öğr. Gör. Serkan BENTLİ	Malatya Turgut Özal Üniversitesi	DİYABET YÖNETİMİNDE DİYET YAKLAŞIMLARININ GÜNCEL KANITLARI



3. INTERNATIONAL PRIZREN SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, 25-26 APRIL 2026, KOSOVA

25.04.2026

TÜRKİYE Local Time: 17:00-18:30

HEAD OF SESSION: Svetlana MAMMADOVA

SESSION-1 HALL-10

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Prof. Dr. Elman Guliyev	Azərbaycan Dövlət Pedagoji Universiteti	THE AREA OF INFLUENCE OF NIZAMI GANJAVI'S CREATIVITY
Hasanova Leyla Ziyafet qızı	Azerbaijan State Pedagogical University,	LANGUAGE OF THE LITERARY TEXT
EMİLYA Hüseynova	Azerbaijan State Pedagogical University	THE ROLE OF THE TEACHER'S PERSONALITY IN THE FORMATION OF THE STUDENT'S CHARACTER
Gular NURİYEVA	Azerbaijan State Pedagogical University	THE PROBLEM OF ACADEMIC INTEGRITY IN DIGITAL EDUCATION
Almaszadə Gülsüm Siyavuş qızı	ADPU	FORMAL MƏNTİQ VƏ İNFORMATİKA: NƏZƏRİ BAZA VƏ PRAKTİK İSTİFADƏ SAHƏLƏRİ
Cəfərova Ülviyyə Əhməd	ADPU	MƏNTİQİ SXEMLƏRİN QURULMASI VƏ ANALİZ ÜSULLARI
AĞAKİŞLBƏYLİ Sevinc Yavər	ADPU	KOMPÜTER ŞƏBƏKƏLƏRİNİN ƏSASLARI: PROTOKOLLAR, İDARƏETMƏ VƏ MONİTORİNG PRİNSİPLƏRİ
Dr. Ülker Bahşiyeva	ADPU, Azerbaijan	FEATURES OF ASHIG CREATIVITY
Svetlana MAMMADOVA	Azerbaijan State Pedagogical University	THE UNDYING STAR OF AZERBAIJANI LITERATURE
Senior lecturer, Lala MUSAYEVA	Azerbaijan State Pedagogical University	THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE PLATFORMS IN THE DEVELOPMENT OF READING AND WRITING SKILLS



3. INTERNATIONAL PRIZREN SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, 25-26 APRIL 2026, KOSOVA

25.04.2026

TÜRKİYE Local Time: 17:00-18:30

HEAD OF SESSION: dosent Fəridə Səfəraliyeva

SESSION-1 HALL-11

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
ARZU KƏRİMOVA	Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti	MÜASİR AZƏRBAYCAN DİLİNDƏ CÜMLƏ ÜZVLƏRİNİN FUNKSIONAL TƏHLİLİ
dosent Fəridə Səfəraliyeva	Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti	KİÇİK YAŞLI MƏKTƏBLİLƏRDƏ SÖZ EHTİYATININ İNKİŞAFI VƏ LEKSİKOLOGİYA
Məmmədova Könül Ələddin qızı	ADPU	MƏKTƏBLİLƏRDƏ VƏTƏN SEVGİSİNİN FORMALAŞDIRILMASI
Assistant-Professor EBULFEZ TAHİR EZİMLİ	Naxçıvan Dövlət Universiteti, Naxçıvan	THE PERSONALITY AND AUTHORITIES OF IMAM ALI ALEIHISSALAM IN SOURCES AND SOURCES
Assistant-Professor EBULFEZ TAHİR EZİMLİ	Naxçıvan Dövlət Universiteti, Naxçıvan	DICTIONARIES-WORKS WRITTEN ON SOUND AND WORD CLASSIFICATION AFTER THE REVELATION OF THE "QURAN- KARIM"
Mehdiyeva Mətanət Bahadur qızı	ADPU	GƏNCLƏRİN NITQINDƏ SLENQLƏR
Gunel Shefiyeva	Azerbaijan State Pedagogical University	TOWARD A UNIVERSAL LANGUAGE LINGUISTIC, COGNITIVE, AND COMPUTATIONAL PERSPECTIVES
Ülkər Kərimova	ADPU	RİYAZİ SAVADLILIĞIN PEŞƏ TƏHSİLİNDƏ ROLU VƏ İNKİŞAF İSTİQAMƏTLƏRİ
Həsənova Yeganə Akif qızı	ADPU	MƏLUMAT DAŞIYICILARI İNFORMASIYA TƏHLÜKƏSİZLİYİNİN ƏSAS OBYEKTİ KİMİ



3. INTERNATIONAL PRIZREN SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, 25-26 APRIL 2026, KOSOVA

25.04.2026

TÜRKİYE Local Time: 17:30-19:30

HEAD OF SESSION: Lecturer, PhD Irina-Ana DROBOT

SESSION-2 HALL-12

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Professor Dr. Laura Diaconu (Maxim)	"Alexandru Ioan Cuza" University of Iasi, Romania	ENTREPRENEURIAL COMPETENCES AS MEDIATORS OF PERSONAL SUCCESS IN SMALL BUSINESS OWNERS
MUHAMMAD FAISAL	Assistant Professor (AI) at Allama Iqbal Open University, Pakistan	QUANTUM-RESILIENT SOCIAL REGISTRIES PROTECTING USER DATA AGAINST FUTURE CRYPTOGRAPHIC THREATS
MUHAMMAD FAISAL	Assistant Professor (AI) at Allama Iqbal Open University, Pakistan	ALGORITHMIC EMPATHY AND THE "CARE ECONOMY" AI AS A COMPANION FOR THE ISOLATED
Assistant Professor MUHAMMAD FAISAL	(AI) at Allama Iqbal Open University, Pakistan	QUANTUM-SECURE SOCIAL REGISTRIES DEFENDING NATIONAL DATA AGAINST FUTURE CRYPTOGRAPHIC SHOCKS
Lecturer, PhD Irina-Ana DROBOT	Technical University of Civil Engineering Bucharest	AN ANALYSIS OF A HAIKU POEM BY ALVIN B. CRUZ ABOUT AUTUMN
Lecturer, PhD Irina-Ana DROBOT	Technical University of Civil Engineering Bucharest	AN ANALYSIS OF A HAIKU POEM BY RAK K. BOSE ABOUT FLOODED ROADS
Lecturer, PhD Irina-Ana DROBOT	Technical University of Civil Engineering Bucharest	AN ANALYSIS OF A HAIKU POEM BY VLADISLAV HRISTOV ABOUT MELTING SNOW
MSC. Armanda Xhani Baça		THE IMPACT OF ART ON EMOTIONAL AND SOCIAL DEVELOPMENT
Afan Rifan Hakim	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia	OPTIMIZATION OF HALAL PRODUCT SUPPLY CHAIN MANAGEMENT USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR COST EFFICIENCY AND SHARIA COMPLIANCE
Suryani Julia Fitriyani Laelatunisa Zulfa Nur Aini Diah Ayu Sakinah	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia	ANALYSIS OF THE IMPACT OF RISING PRODUCTION COSTS ON PROFIT MARGINS IN MICRO, SMALL, AND MEDIUM ENTERPRISES (MSMES)



3. INTERNATIONAL PRIZREN SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, 25-26 APRIL 2026, KOSOVA

25.04.2026

TÜRKİYE Local Time: 17:30-19:30

HEAD OF SESSION: Dr. Safaa Rhaimi

SESSION-2 HALL-13

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
<i>Dr. Safaa Rhaimi Aicha Rossafi Hassna Ieknizi</i>	<i>Ibn Tofail University, Morocco</i>	<i>GREEN INSECTICIDE DISCOVERY: EXPERIMENTAL AND COMPUTATIONAL STUDY OF SALVIA OFFICINALIS ESSENTIAL OIL</i>
<i>Mouhsine Rhaimi Pr. Rochdi MESSOUSSI Dr. Safaa Rhaimi</i>	<i>Ibn Tofail University, Morocco</i>	<i>MODELING VIRTUAL EDUCATIONAL ENVIRONMENTS USING BDI AGENTS</i>
<i>Dr. Safaa Rhaimi Fatima El hilah Soukaina Njili Aicha Rossafi</i>	<i>Ibn Tofail University, Morocco</i>	<i>PHYTOCHEMICAL PROFILE AND ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF SALVIA OFFICINALIS ESSENTIAL OIL</i>
<i>Dr. Bratislav Pešić, prof Dr. Nikola Stolić, prof</i>	<i>Toplicka Academy of Vocational Studies, Prokuplje</i>	<i>USE OF WIRELESS SENSORS IN POULTRY FARMING THROUGH CHICKEN RINGING</i>
<i>Nadia TEBBAL Mekki Maza Zine El Abidine RAHMOUNI Messaouda BELOUADAH Siame AIT YAHIA Zoubir DJENDI</i>	<i>university of M'sila Algeria, University M'Hamed Bougara of Boumerdes, Algeria</i>	<i>VALORIZATION OF BRICK MASONRY WASTE IN ECO-FRIENDLY MICRO-CONCRETE: PHYSICAL AND MECHANICAL CHARACTERIZATION</i>
<i>Nadia TEBBAL Mekki Maza Zine El Abidine RAHMOUNI Messaouda BELOUADAH Siame AIT YAHIA Zoubir DJENDI</i>	<i>university of M'sila Algeria, University M'Hamed Bougara of Boumerdes, Algeria</i>	<i>MECHANICAL AND THERMAL PROPERTIES OF RUBBERIZED CONCRETE: VALORIZATION OF WASTE TIRES IN CEMENTITIOUS MATERIALS</i>
<i>Assistant Professor, K.R.Padma</i>	<i>Sri Padmavati Mahila Visvavidyalayam (Women's University), Tirupati, AP. India</i>	<i>REFORMING HIGHER EDUCATION THROUGH THE REVITALIZATION OF NATIONAL EDUCATION POLICY (NEP) 2020</i>



3. INTERNATIONAL PRIZREN SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, 25-26 APRIL 2026, KOSOVA

25.04.2026

TÜRKİYE Local Time: 17:30-19:30

HEAD OF SESSION: Phd. Sabina Belshaku

SESSION-2 HALL-14

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Ita Idzil Qurba Chusnul Aulia Hadi Afwa Zanuba	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia	STUDENT CONSUMPTION BEHAVIOR IN SELECTING ENVIRONMENTALLY FRIENDLY PRODUCTS
Lafita Atiyani Eka Fairus Sabila Safira Tria Pramudya Intan Aulya Nadzhifah Athi'ul Aulia	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia	THE IMPACT OF ONLINE LEARNING ON THE QUALITY OF EDUCATION IN INDONESIA
Phd. Sabina Belshaku Phd . Alisa Biçoku Asso.prof. Lindita Dyrnishi	University of Elbasan "Aleksandër Xhuvani", Albania	STRENGTHENING CHILD PROTECTION IN TRANSITIONAL SOCIETIES: SOCIAL WORK PRACTICE IN ALBANIA, KOSOVO, AND THE BALKAN REGION
Nasywa Amalia Yulecha Nayla Tara Chantika Selly Yusfita Arzety Aura Fitra Andini Callysta Catriona Marshanda	Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid	"GOVERNMENT POLICY STRATEGIES FOR ADDRESSING RESOURCE SCARCITY RESULTING FROM GLOBAL GEOPOLITICAL CONFLICTS"
Nayla Tara Chantika Nasywa Amalia Yulecha Selly Yusfita Arzety Aura Fitra Andini Callysta Catriona Marshanda	Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid	"THE IMPACT OF SHIFTING CONSUMER BEHAVIOR FROM TRADITIONAL MARKETS TO MODERN MINIMARKETS"
Afwa Zanuba Chusnul Aulia Hadi Ita Idzil Qurba	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia	THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN ENHANCING COMMUNITY-BASED FINANCIAL MANAGEMENT: A QUALITATIVE STUDY
PhD Petronela Daniela FERARU	National College Iași and "Ion Neculce" High School, Târgu Frumos, Romania	FROM KNOWLEDGE TRANSMISSION TO COGNITIVE CAPITAL: RECONFIGURING EDUCATIONAL PARADIGMS IN THE AGE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE
PhD Petronela Daniela FERARU	National College Iași and "Ion Neculce" High School, Târgu Frumos, Romania	YOUTH AS PROSUMERS: KNOWLEDGE PRODUCTION AND DIGITAL LABOR IN PLATFORMIZED EDUCATIONAL ECOSYSTEMS
Eka Fairus Sabila	Islamic State University	THE PHENOMENON OF FEAR OF MISSING OUT (FOMO) IN GENERATION Z'S CONSUMPTION BEHAVIOR
Lafita Atiyani	Islamic State University Indonesia	THE IMPACT OF SOCIAL MEDIA ON TEENAGERS' SOCIAL LIVES



3. INTERNATIONAL PRIZREN SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, 25-26 APRIL 2026, KOSOVA

25.04.2026

TÜRKİYE Local Time: 17:30-19:30

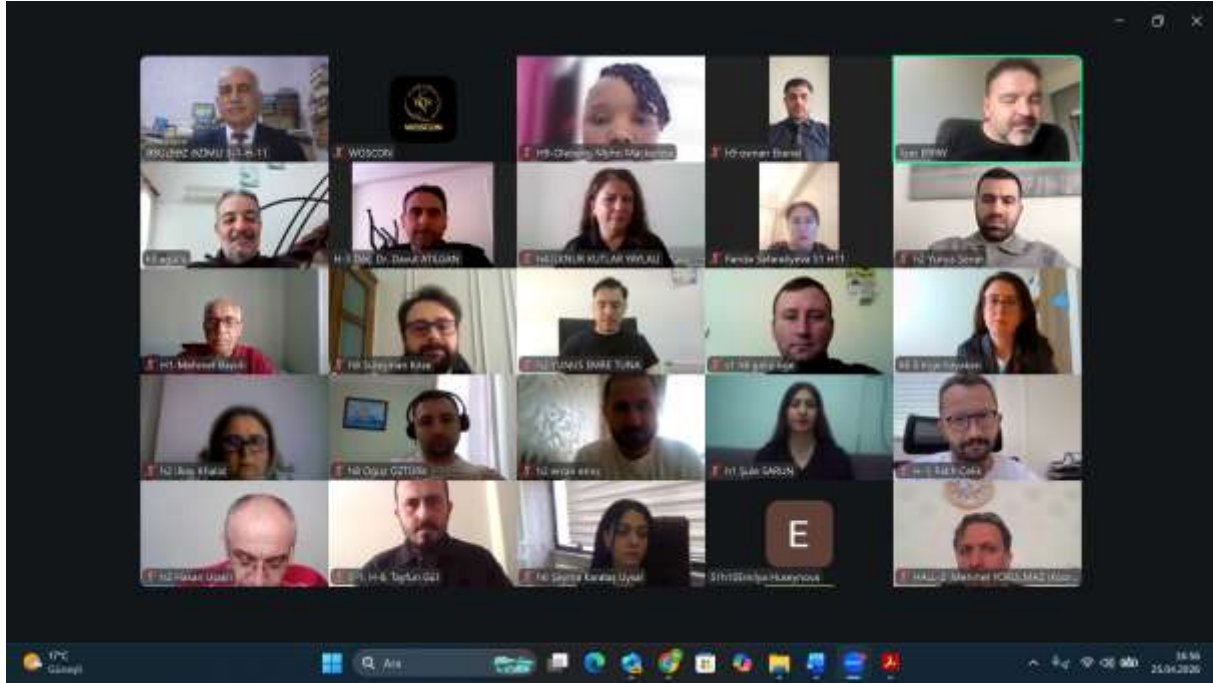
HEAD OF SESSION: Aliasuddin Aliasuddin

SESSION-2 HALL-15

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
<i>Cacak Rinunate Aliasuddin Aliasuddin Ernawati Ernawati</i>	<i>Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, Indonesia</i>	<i>GREEN TRANSITION OR DIGITAL CARBON BURDEN? THE ROLE OF ICT AND RENEWABLE ENERGY IN ASEAN-6</i>
<i>Cut Rizki Muliani Aliasuddin Aliasuddin Taufiq C. Dawood</i>	<i>Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, Indonesia</i>	<i>THE EFFECTS OF AGRICULTURE, INDUSTRY, ENERGY, AND TOURISM ON LOCAL GOVERNMENT REVENUE: EVIDENCE FROM ACEH JAYA, INDONESIA</i>
<i>Rika Puspita Mulia Hati Aliasuddin Aliasuddin Taufiq C. Dawood</i>	<i>Syiah Kuala University, Banda Aceh, Indonesia</i>	<i>ANALYSIS OF REGIONAL ORIGINAL REVENUE IN BIREUN REGENCY 2015-2024</i>
<i>Lidia Anggraini Aliasuddin Aliasuddin Taufiq C. Dawood</i>	<i>Syiah Kuala University, Banda Aceh, Indonesia</i>	<i>ANALYSIS OF ECONOMIC GROWTH ON TAX REVENUES AND REGIONAL LEVIES IN SOUTH ACEH REGENCY</i>
<i>Iffah Huwaida Kausari Aliasuddin Aliasuddin Taufiq C. Dawood</i>	<i>Syiah Kuala University, Banda Aceh, Indonesia</i>	<i>THE IMPACT OF THE ECONOMIC SECTOR ON LOCAL TAXES AND LOCAL FEES: A TIME SERIES ANALYSIS IN ACEH BESAR REGENCY</i>
<i>Tasya Miftahul Jannah Aliasuddin Aliasuddin Taufiq C. Dawood</i>	<i>Syiah Kuala University, Banda Aceh, Indonesia</i>	<i>DOES ECONOMIC SECTOR GROWTH AFFECT LOCAL TAX REVENUE? A CASE STUDY OF ACEH TAMIANG REGENCY, 2014-2024</i>
<i>Cessa Vaniadini Aliasuddin Aliasuddin Taufiq C. Dawood</i>	<i>Syiah Kuala University, Banda Aceh, Indonesia</i>	<i>THE INFLUENCE OF ECONOMIC SECTOR GROWTH ON LOCAL ORIGINAL INCOME IN BANDA ACEH MUNICIPALITY 2016-2024</i>
<i>Ainun Syifa Aliasuddin Aliasuddin Taufiq C. Dawood</i>	<i>Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, Indonesia</i>	<i>THE INFLUENCE OF THE AGRICULTURAL, INDUSTRIAL, AND ENERGY SECTORS ON LOCAL OWN-SOURCE REVENUE IN LHOKSEUMAWE MUNICIPALITY</i>

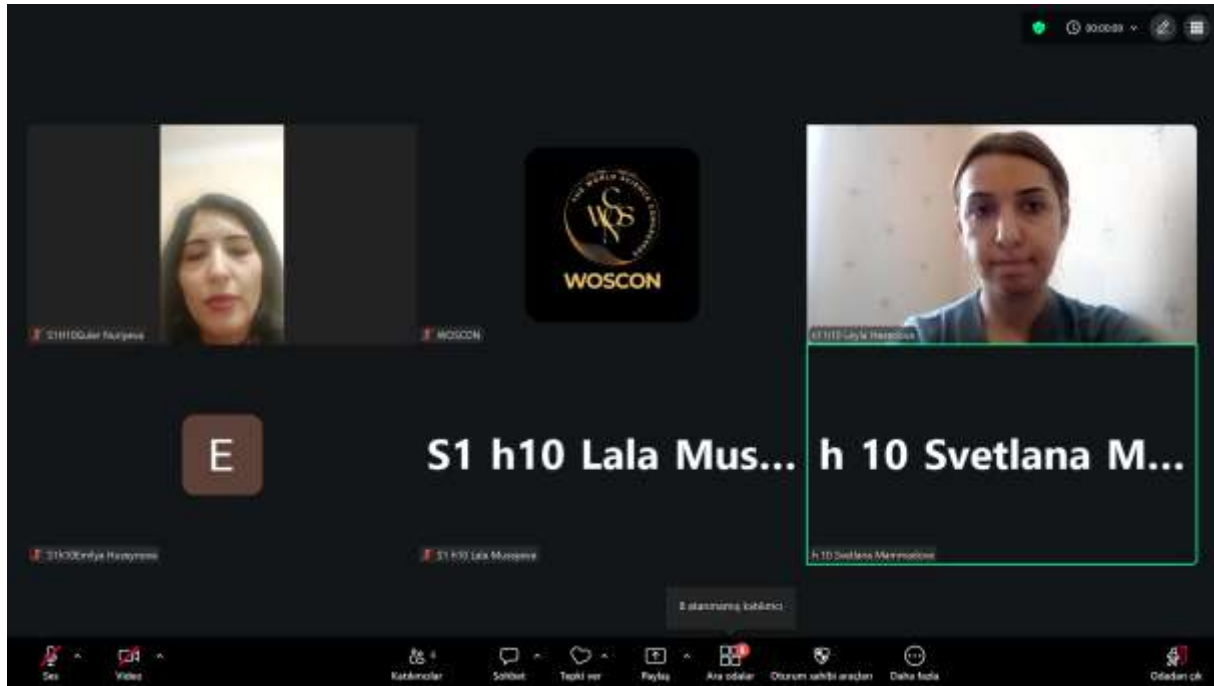


3. INTERNATIONAL PRIZREN SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, 25-26 APRIL 2026, KOSOVA





3. INTERNATIONAL PRIZREN SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, 25-26 APRIL 2026, KOSOVA





3. INTERNATIONAL PRIZREN SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, 25-26 APRIL 2026, KOSOVA

The screenshot shows a Zoom meeting interface. On the left, a presentation slide titled "Negatif Barış ve Pozitif Barış" is displayed. The slide content includes a subtitle "Sivilizasyonlar tarihi, yalnızca güdeleriyle değil, aynı zamanda korku, güç ve nefisleriyle de şekillenmiştir" and three columns of text discussing negative and positive peace. On the right, a grid of participant video feeds is visible. The top row shows "h1 ilay tat" and "h1 Şule SARUN". Below them are "H1-Mehmet Bay..." and "H1-Erkan Arslan". The bottom row shows "H1-Erkan Arslan" and "H1-Erkan Arslan". The Zoom toolbar at the bottom includes icons for chat, video, audio, and other controls.

The screenshot shows a Zoom meeting interface. On the left, a presentation slide titled "Belge Seçimi" is displayed. The slide content includes a subtitle "Belge seçimi sürecinde yalnızca ilköğretim düzeyine doğrudan ya da dolaylı şekilde değinen çalışmalar araştırmaya dahil edilmiştir. Öğrenciyi tanıma teknikleriyle ilgili olmayan veya yalnızca ölçme araçlarının geçerlik çalışmaları içeren belgeler araştırma kapsamı dışında bırakılmıştır." and a list of participants: "h2 ertan erinç", "h2 ertan erinç", "h2 ertan erinç", "h2 ertan erinç", "h2 ertan erinç", "h2 ertan erinç", "h2 ertan erinç", "h2 ertan erinç", "h2 ertan erinç", "h2 ertan erinç". On the right, a grid of participant video feeds is visible. The top row shows "h2 ertan erinç" and "h2 ertan erinç". Below them are "h2 ertan erinç" and "h2 ertan erinç". The bottom row shows "h2 ertan erinç" and "h2 ertan erinç". The Zoom toolbar at the bottom includes icons for chat, video, audio, and other controls.



RESULTS

Table 1. Mean germination rate of wheat, barley, corn, chickpea and lentil in different Conviso herbicide doses

Conviso dose (µl/l)	Germination Rate (%)	Root Length (mm)	Shoot Length (mm)
Control	90.66 A	54.66 A	42.06 A
1	93.67 A	45.47 B	34.26 B
2	89.66 B	31.73 C	26.06 C
4	83.66 C	22.73 D	16.20 D
8	79.00 D	14.07 E	8.26 E
16	74.66 F	8.73 F	2.66 F
32	67.66 F	5.07 G	0.80 G
320.05	3.99	2.33	1.79

- Germination rate, root length and shoot length of the tested plant species decreased with the increasing Conviso doses.
- The highest germination rates were obtained from control and the lowest were obtained from 320 µl/l Conviso treatment



3. INTERNATIONAL PRIZREN SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, 25-26 APRIL 2026, KOSOVA

KARABÜK ÜNİVERSİTESİ

10. Travmatik Kardiyak Arrest (TKA): Travmatik kardiyak arrest (TKA), geleneksel olarak yüksek mortalite oranlarına sahip olsa da, geri döndürülebilir nedenlerin sistematik ve eş zamanlı tedavisi ile sağkalımın mümkün olduğu bir tablodur. TKA yönetiminde başarı; hipovolemi, hipoksi, tansiyon pnömotoraks ve kardiyak tamponad gibi temel nedenlerin hızla düzeltilmesine dayanmaktadır. Gelişmiş tedavi yaklaşımları arasında standart CPR'ın yanı sıra resüstatif torakotomi (RT), REBOA gibi girişimsel yöntemler ve metabolik dengesizliklerin yönetimi yer almaktadır. Epinefrin kullanımı TKA'da tartışmalı bir konu olup; araştırmalar, epinefrinin uzun dönem sağkalım ve nörolojik sonuçlar üzerinde anlamlı bir iyileşme sağlamadığını göstermektedir. Özellikle künt travma vakalarında epinefrin uygulanmayan grupta sağkalım oranının (%16), uygulanan gruba (%3) kıyasla daha yüksek olduğu bildirilmiştir.

h5 Merve ÖNDEŞ

h5 Rabia Aca

Mehmet SÖNM... Ümmügülsüm Y...

Nurhan Taşkın

İnşaat ve Multimodal Tasımcılık

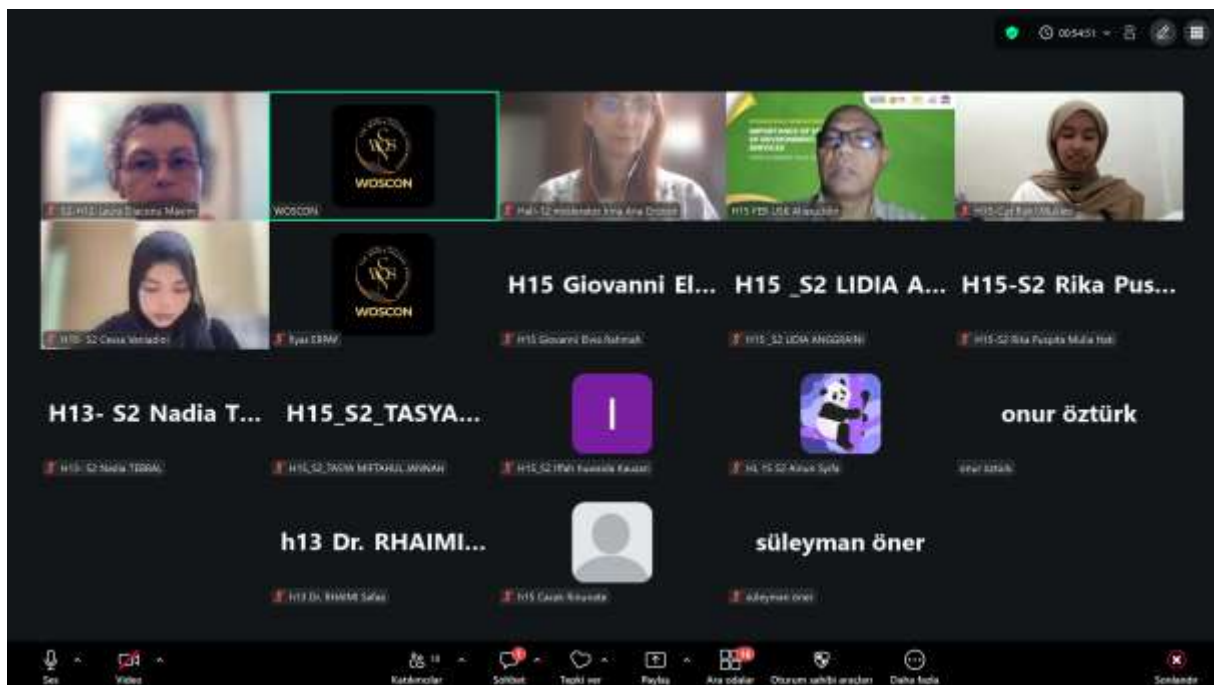
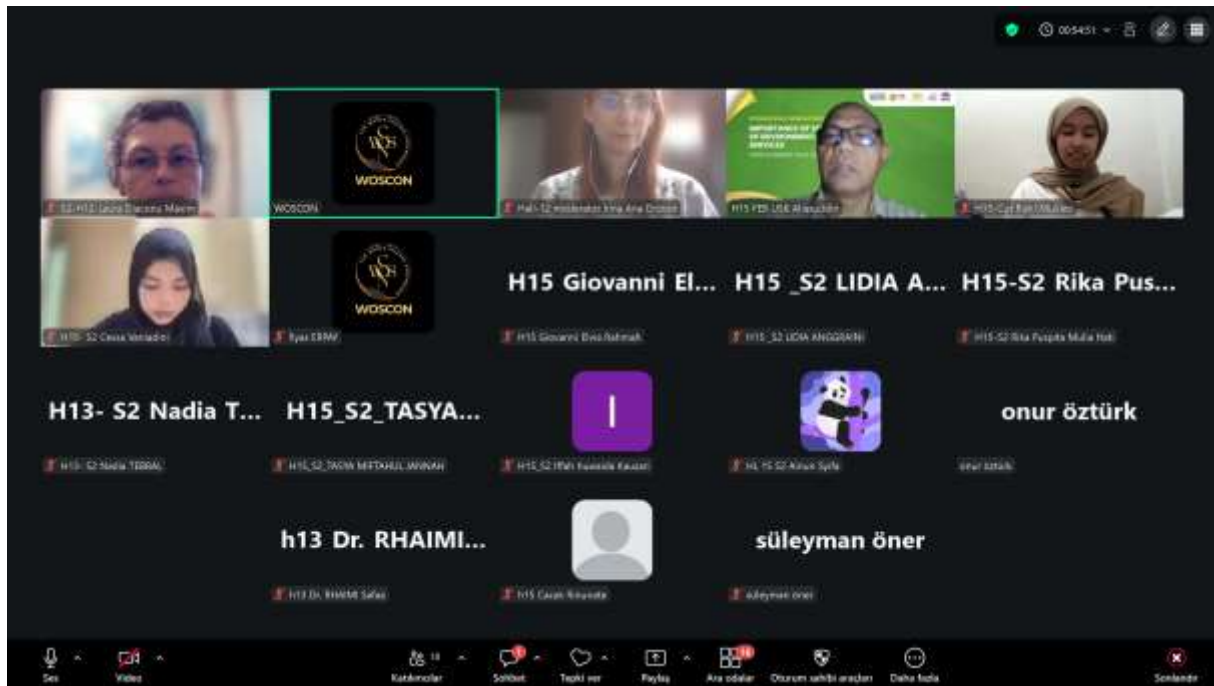
süleyman öner



3. INTERNATIONAL PRIZREN SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, 25-26 APRIL 2026, KOSOVA



3. INTERNATIONAL PRIZREN SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, 25-26 APRIL 2026, KOSOVA





İÇİNDEKİLER/CONTENTS

DERİN SINIR AĞLARI KULLANARAK İKLİM DEĞİŞKENLİĞİNİN DENİZ SEVİYESİ DEĞİŞİMLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN MODELLENMESİ	6
UYDU ALTİMETRİSİ İLE DERİN ÖĞRENME TABANLI DENİZ SEVİYESİ DEĞİŞİM TESPİTİ... 15	
THE EFFECTS OF WAR ON SUSTAINABLE TOURISM: SECURITY THREATS AND AN ANALYSIS WITHIN THE FRAMEWORK OF GLOBAL GOVERNANCE	24
BİTOPOLOJİK UZAYLARDA YARI SÜREKLİLİK ÇEŞİTLERİ VE ARALARINDAKİ İLİŞKİLER	36
TYPES OF SEMI-CONTINUITY IN BITOPOLOGICAL SPACES AND THEIR INTERRELATIONSHIPS	37
DINOv2 TABANLI KADEMELİ ADAPTASYON İLE KLİNİK ORTAMLARDA DİYABETİK RETİNOPATİ SINIFLANDIRMASI İÇİN UÇ CİHAZ PROTOTİPİ.....	42
TERS KARE YASASININ NÜMERİK KULLANIMI ile IŞIK ŞİDDETİ ÖLÇÜMÜ VE KAYNAK KONUMUNU BELİRLEME	61
HAVA DİRENCİ ETKİSİNDE SERBEST DÜŞÜŞ HAREKETİNİN SAYISAL ANALİZİ VE ÖLÇÜM HATALARININ İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRİLMESİ	71
İLKOKULLARDA ÖĞRENCİYİ TANIMA UYGULAMALARI	80
İLKÖĞRETİM OKULU YÖNETİCİLERİNİN OKULLARINA FİNANSAL KAYNAK SAĞLAMAK İÇİN KULLANDIKLARI YÖNTEMLERİN İNCELENMESİ	93
FABLLAR DİLE GELDİ, DEĞERLER FİLİZLENDİ.....	113
ÖZEL GEREKSİNİMLİ BİREYLERDE İŞLEVSEL OKUMA KARTLARIYLA BAĞIMSIZ İLETİŞİM BECERİSİNİN DESTEKLENMESİ: “KELİMELERLE HAYATA KATIL” PROJESİ	115
BELİREN YETİŞKİNLİK DÖNEMİNDEKİ ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN “ARKADAŞLIK” KAVRAMINA YÖNELİK METAFORİK ALGILARI	118
DISCORDANT VOICES IN MARGARET ATWOOD’S THE PENELOPIAD: THE MYTH OF PENELOPE AND ODYSSEUS.....	131
BİR EKO-REKREASYON ETKİNLİĞİ OLARAK YÜRÜYÜŞ TURİZMİNİN İNCELENMESİ	133
ADOLESAN ERKEK FUTBOLCULARDA SAKATLIK RİSK PROFİLLERİNİN FONKSİYONEL HAREKET KALİTESİ VE DİNAMİK DENGİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ	140
GENÇ FUTBOLCULARA UYGULANAN MAKSİMAL AEROBİK HIZ (MAS) VE SÜREKLİ KOŞU ANTRENMANLARININ KUVVETTE DEVAMLILIK PERFORMANSI İLE İLİŞKİSİNİN İNCELENMESİ.....	142
MODERN KLASİKLERDE MORFOLOJİK DÖNÜŞÜM (2026 PARİS-ROUBAIX ÖRNEĞİNDE BEDEN KİTLE İNDEKSİ VE PERFORMANS İLİŞKİSİ)	151
GİRO D’ITALIA 2026 ROTASININ TEKNİK VE FİZYOLOJİK AÇIDAN İNCELENMESİ.....	160
TARIMSAL SU YÖNETİMİNDE ARITILMIŞ ATIK SULARIN ROLÜ VE GÜBRE KULLANIMINA ETKİSİ	172

THE ROLE OF TREATED WASTEWATER IN AGRICULTURAL WATER MANAGEMENT AND ITS IMPACT ON FERTILIZER USE	173
BİTKİLERDE MELATONİN KULLANIMI	187
RESIDUAL EFFECTS OF FORAMSULFURON + THIENCARBAZONE-METHYL ON THE GERMINATION AND SEEDLING GROWTH OF CEREAL AND PULSE CROPS	202
DETERMINATION OF CYTOPLASMIC MALE STERILE AND MAINTAINER GENOTYPES OF SUNFLOWER WITH MOLECULAR MARKERS	210
POTANSİYEL SİT ALANI ÖZELLİĞİNDEKİ ŞEREFİYE ŞELALERİNİN (ŞIRNAK, TÜRKİYE) JEOLojİK AÇIDAN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	218
BAŞKALE (VAN) ÇAMLIK TRAVERTENLERİ ÜZERİNDE GELİŞEN DOLİNLERİN YÜKSELTİYE BAĞLI DAĞILIM ÖZELLİKLERİ VE KARSTLAŞMA SÜREÇLERİ	233
YOĞUN BAKIM ÜNİTELERİNDE POSTOPERATİF DELİRYUMUN YÖNETİMİ: HEMŞİRELİK DEĞERLENDİRMESİ VE KANITA DAYALI BAKIM STRATEJİLERİ	247
CİDDİ TRAVMASI OLAN HASTALARIN HASTANE ÖNCESİ TEDAVİSİNDE SON GELİŞMELER	260
FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON BÖLÜMÜ ÖĞRENCİLERİNİN SINAV STRESİ YÖNETİMİNDE MENTAL İMGELEME YÖNTEMİNİN ETKİSİNİN İNCELENMESİ: RANDOMİZE KONTROLLÜ ÇALIŞMA.....	280
ATEŞLİ SİLAH YARALANMASI OLGULARINDA POSTMORTEM BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ BULGULARI İLE POSTMORTEM İNTERVALİN KARŞILAŞTIRILMASI.....	282
GELENEKSEL ŞİFADAN KÜRESEL PAZARA: TÜRKİYENİN SAĞLIK TURİZMİNDE GETAT ENTEGRASYONUNUN STRATEJİK ANALİZİ.....	284
ULUSLARARASI LOJİSTİKTE TAŞIMA MODLARI: FIRSATLAR VE TEHDİTLER	290
ERKEN DÖNEM TELEVİZYON YAYINCILIĞI VE İLK YAYINCILIK PRATİKLERİ.....	300
GELENEKSEL DEĞERLERDEN EKONOMİK GÜCE: YAPRAK DÖKÜMÜ DİZİSİNDE ORTA SINIF KIRILGANLIĞI.....	309
ANALYSIS OF SOCIAL BEHAVIORS USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE.....	319
LIBRARY RESOURCES MANAGEMENT AND RDA USAGE WITH ARTİFİCİAL INTELLIGENCE	328
TURİSTİK ÇEVRE YANLISI DAVRANIŞLAR VE PSİKOLOJİK İYİ OLMA HALİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN FARKLI DEĞİŞKENLERLE İNCELENMESİ	341
İSTAKOZ YEMEKLERİ	357
YENGEÇ YEMEKLERİ.....	358
LİMAN OPERASYONLARINDAN KAYNAKLANAN HAVA KİRLİLİĞİNİN EKONOMİK MALİYETİ: DIŞSALLIK TEMELLİ BİR DEĞERLENDİRME	359
ECONOMIC COST OF AIR POLLUTION FROM PORT OPERATIONS: AN EXTERNALITY-BASED ASSESSMENT	360

İZMİT KENT YERLEŞİM ALANININ MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ ÖZELLİKLERİNİN DEĞERLENDİRMESİ	368
DİJİTAL TERSANE VE YOL HARİTASI ÜZERİNE BİR İNCELEME	382
SÜRDÜRÜLEBİLİR KENTLEŞME AÇISINDAN TÜRKİYE'DE YEŞİL BİNA UYGULAMALARI. 394	
METROPOL YÖNETİM ALANLARININ KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ: İSTANBUL VE MADRİD ÖRNEKLERİ.....	407
INTERNATIONAL PATIENT PROCESS MANAGEMENT.....	409
ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLICATIONS IN HEALTHCARE ADMINISTRATION IN DEVELOPING COUNTRIES: A NARRATIVE REVIEW OF USES, BENEFITS, AND CHALLENGES	421
PERSPECTIVES OF HEALTHCARE PERSONNEL ON HPV: THE LINK BETWEEN CLINICAL KNOWLEDGE AND PARENTAL EDUCATION – A PRELIMINARY STUDY IN ELBASAN, ALBANIA.....	439
AÇIKLANABİLİR YAPAY ZEKA TEKNİKLERİ KULLANILARAK DEMANS HASTALIĞININ DEĞERLENDİRİLMESİ.....	440
ANNE SÜTÜ İLE BESLENMENİN ÖNEMİ VE DESTEK STRATEJİLERİ	456
DİYABET YÖNETİMİNDE DİYET YAKLAŞIMLARININ GÜNCEL KANITLARI	465
NİZAMİ GƏNCƏVİ YARADICILIĞININ TƏSİR DAİRƏSİ	475
LANGUAGE OF THE LITERARY TEXT	482
MÜƏLLİM ŞƏXSİYYƏTİNİN ŞAĞİRDİN XARAKTERİNİN FORMALAŞMASINDA ROLU.....	485
RƏQƏMSAL TƏHSİLDƏ AKADEMİK DÜRÜSTLÜK PROBLEMI	488
THE PROBLEM OF ACADEMIC INTEGRITY IN DIGITAL EDUCATION.....	489
FORMAL MƏNTİQ VƏ İNFORMATİKA: NƏZƏRİ BAZA VƏ PRAKTİK İSTİFADƏ SAHƏLƏRİ 490	
MƏNTİQİ SXEMLƏRİN QURULMASI VƏ ANALİZ ÜSULLARI	493
KOMPÜTER ŞƏBƏKƏLƏRİNİN ƏSASLARI: PROTOKOLLAR, İDARƏETMƏ VƏ MONİTORİNG PRİNSİPLƏRİ	496
AŞIQ YARADICILIĞININ XÜSUSİYYƏTLƏRİ	500
AZƏRBAYCAN ƏDƏBİYYATININ SÖNMƏYƏN ULDUZU	504
THE UNDYING STAR OF AZERBAIJANI LITERATURE.....	505
OKUMA VE YAZMA BECERİLERİNİN GELİŞTİRİLMESİNDE YAPAY ZEKA PLATFORMLARI	510
THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE PLATFORMS IN THE DEVELOPMENT OF READING AND WRITING SKILLS	511
MÜASİR AZƏRBAYCAN DİLİNDƏ CÜMLƏ ÜZVLƏRİNİN FUNKSİONAL TƏHLİLİ	512
KİÇİK YAŞLI MƏKTƏBLİLƏRDƏ SÖZ EHTİYATININ İNKİŞAFI VƏ LEKSİKOLOGİYA	517
VOCABULARY DEVELOPMENT AND LEXICOLOGY IN YOUNGER SCHOOLCHILDREN.....	518

MƏKTƏBLİLƏRDƏ VƏTƏN SEVGİSİNİN FORMALAŞDIRILMASI	520
QAYNAQ VƏ MENBƏLƏRDƏ İMAM ALİ ƏLEYHİSSƏLAMIN ŞƏXSİYYƏTİ VƏ MƏQAMLARI	522
“QURANI-KƏRİM”İN NAZİLİNDƏN SONRA SƏSİN VƏ SÖZÜN TƏSNİFİ ÜZRƏ YAZILMIŞ LÜĞƏTLƏR-ƏSƏRLƏR	536
GƏNCLƏRİN NITQINDƏ SLENQLƏR	548
TOWARD A UNIVERSAL LANGUAGE LINGUISTIC, COGNITIVE, AND COMPUTATIONAL PERSPECTIVES.....	550
RİYAZİ SAVADLILIĞIN PEŞƏ TƏHSİLİNDƏ ROLU VƏ İNKİŞAF İSTİQAMƏTLƏRİ	552
MƏLUMAT DAŞIYICILARI İNFORMASIYA TƏHLÜKƏSİZLİYİNİN ƏSAS OBYEKTİ KİMİ.....	555
ENTREPRENEURIAL COMPETENCES AS MEDIATORS OF PERSONAL SUCCESS IN SMALL BUSINESS OWNERS	559
QUANTUM-RESILIENT SOCIAL REGISTRIES PROTECTING NSER DATA AGAINST FUTURE CRYPTOGRAPHIC THREATS	560
ALGORITHMIC EMPATHY AND THE "CARE ECONOMY" AI AS A COMPANION FOR THE ISOLATED	561
QUANTUM-SECURE SOCIAL REGISTRIES DEFENDING NATIONAL DATA AGAINST FUTURE CRYPTOGRAPHIC SHOCKS.....	562
AN ANALYSIS OF A HAIKU POEM BY ALVIN B. CRUZ ABOUT AUTUMN	563
AN ANALYSIS OF A HAIKU POEM BY RAK K. BOSE ABOUT FLOODED ROADS	568
AN ANALYSIS OF A HAIKU POEM BY VLADISLAV HRISTOV ABOUT MELTING SNOW	572
THE IMPACT OF ART ON EMOTIONAL AND SOCIAL DEVELOPMENT	576
OPTIMIZATION OF HALAL PRODUCT SUPPLY CHAIN MANAGEMENT USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR COST EFFICIENCY AND SHARIA COMPLIANCE	577
ANALYSIS OF THE IMPACT OF RISING PRODUCTION COSTS ON PROFIT MARGINS IN MICRO, SMALL, AND MEDIUM ENTERPRISES (MSMES)	578
GREEN INSECTICIDE DISCOVERY: EXPERIMENTAL AND COMPUTATIONAL STUDY OF SALVIA OFFICINALIS ESSENTIAL OIL	579
MODELING VIRTUAL EDUCATIONAL ENVIRONMENTS USING BDI AGENTS	580
PHYTOCHEMICAL PROFILE AND ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF SALVIA OFFICINALIS ESSENTIAL OIL	581
USE OF WIRELESS SENSORS IN POULTRY FARMING THROUGH CHICKEN RINGING	582
VALORIZATION OF BRICK MASONRY WASTE IN ECO-FRIENDLY MICRO-CONCRETE: PHYSICAL AND MECHANICAL CHARACTERIZATION	584
MECHANICAL AND THERMAL PROPERTIES OF RUBBERIZED CONCRETE: VALORIZATION OF WASTE TIRES IN CEMENTITIOUS MATERIALS.....	585

REFORMING HIGHER EDUCATION THROUGH THE REVITALIZATION OF NATIONAL EDUCATION POLICY (NEP) 2020	586
STUDENT CONSUMPTION BEHAVIOR IN SELECTING ENVIRONMENTALLY FRIENDLY PRODUCTS Ita Idzil Qurba, Chusnul Aulia Hadi, Afwa Zanuba	587
THE IMPACT OF ONLINE LEARNING ON THE QUALITY OF EDUCATION IN INDONESIA....	588
STRENGTHENING CHILD PROTECTION IN TRANSITIONAL SOCIETIES: SOCIAL WORK PRACTICE IN ALBANIA, KOSOVO, AND THE BALKAN REGION	589
“GOVERNMENT POLICY STRATEGIES FOR ADDRESSING RESOURCE SCARCITY RESULTING FROM GLOBAL GEOPOLITICAL CONFLICTS”.....	601
“THE IMPACT OF SHIFTING CONSUMER BEHAVIOR FROM TRADITIONAL MARKETS TO MODERN MINIMARKETS”.....	602
THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN ENHANCING COMMUNITY-BASED FINANCIAL MANAGEMENT: A QUALITATIVE STUDY	603
FROM KNOWLEDGE TRANSMISSION TO COGNITIVE CAPITAL: RECONFIGURING EDUCATIONAL PARADIGMS IN THE AGE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE	604
YOUTH AS PROSUMERS: KNOWLEDGE PRODUCTION AND DIGITAL LABOR IN PLATFORMIZED EDUCATIONAL ECOSYSTEMS.....	621
THE PHENOMENON OF FEAR OF MISSING OUT (FOMO) IN GENERATION Z’S CONSUMPTION BEHAVIOR.....	641
THE IMPACT OF SOCIAL MEDIA ON TEENAGERS' SOCIAL LIVES	642
GREEN TRANSITION OR DIGITAL CARBON BURDEN? THE ROLE OF ICT AND RENEWABLE ENERGY IN ASEAN-6.....	643
THE EFFECTS OF AGRICULTURE, INDUSTRY, ENERGY, AND TOURISM ON LOCAL GOVERNMENT REVENUE: EVIDENCE FROM ACEH JAYA, INDONESIA	658
ANALYSIS OF REGIONAL ORIGINAL REVENUE IN BIREUN REGENCY 2015-2024	679
ANALYSIS OF ECONOMIC GROWTH ON TAX REVENUES AND REGIONAL LEVIES IN SOUTH ACEH REGENCY.....	689
THE IMPACT OF THE ECONOMIC SECTOR ON LOCAL TAXES AND LOCAL FEES: A TIME SERIES ANALYSIS IN ACEH BESAR REGENCY	699
DOES ECONOMIC SECTOR GROWTH AFFECT LOCAL TAX REVENUE? A CASE STUDY OF ACEH TAMIANG REGENCY, 2014-2024	711
THE INFLUENCE OF ECONOMIC SECTOR GROWTH ON LOCAL ORIGINAL INCOME IN BANDA ACEH MUNICIPALITY 2016-2024	722
THE INFLUENCE OF THE AGRICULTURAL, INDUSTRIAL, AND ENERGY SECTORS ON LOCAL OWN-SOURCE REVENUE IN LHOKSEUMAWE MUNICIPALITY	732

DERİN SINIR AĞLARI KULLANARAK İKLİM DEĞİŞKENLİĞİNİN DENİZ SEVİYESİ DEĞİŞİMLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN MODELLENMESİ

Dr. Fatih ÇELİK

MLCC Blue Line Metro, Dubai, Birleşik Arap Emirlikleri

ORCID ID: <https://orcid.org/000-0001-5763-0562>

f.alpcelik@gmail.com, +971 556068033

Özet

El Niño Güney Salınımı (ENSO), Pasifik Dekadal Salınımı (PDO), Atlantik Çok Dekadal Salınımı (AMO), Hint Okyanusu Dipol Modu (IOD) ve Kuzey Atlantik Salınımı (NAO) başta olmak üzere çeşitli iklim değişkenliği modları bölgesel deniz seviyesi değişkenliği üzerinde yıllar arası ile çok dekadal zaman ölçekleri arasında geniş bir spektrumda belirleyici etkiler ortaya koymaktadır. Söz konusu modların birbirine geçmiş izlerini ayırt etmek ve bu modların deniz seviyesi trendleri ile aşırı olaylara katkılarını nicel düzeyde belirlemektir. Algılama atıf çalışmaları, iklim değişikliği senaryoları altındaki bölgesel projeksiyonlar ve gelecekteki deniz seviyesi yükselişine ilişkin olası öngörülemez gelişmelerin anlaşılması bakımından kritik önem taşımaktadır. İklim modu etkilerini koşullu girdi olarak açıkça temsil eden fiziğe dayalı bir derin sinir ağı (PI-DNN) çerçevesi geliştirilmiştir. Önerilen çerçeve deniz seviyesi anomalilerinin yüksek doğrulukla tahminine olanak tanırken değişkenliğin bireysel iklim sürücülerine yorumlanabilir biçimde atfedilmesine de imkân sağlamaktadır. Ağ mimarisi bilinen okyanus dinamiği ilişkilerinden türetilen fizik kılavuzlu kısıtlamaları bünyesinde barındırmaktadır. Bu sayede fiziksel açıdan tutarsız tahminlerin olasılığı azaltılmakta ve modelin antropojenik zorlamalar altında öngörülen eğitim dağılımı dışı iklim koşullarına genelleştirme kapasitesi güçlendirilmektedir. Küresel gelgit ölçer veri setine (1950–2022) uygulanan PI-DNN, 428 istasyonda detrend edilmiş yıllık ortalama deniz seviyesi için $R^2 = 0.91$ performans değerine ulaşmıştır. 1982–83, 1997–98, 2010–11 ve 2015–16 ENSO olaylarının birbirinden farklı deniz seviyesi tepkilerini başarıyla yeniden oluşturmuştur. Çalışmanın öne çıkan yeni bulgusu, ENSO ile PDO arasındaki doğrusal olmayan etkileşimin nicellendirilmesidir. Faz uyumlu yıllarda Kuzey Pasifik deniz seviyesi anomali varyansı faz karşıt yıllara kıyasla %40–60 oranında amplifikasyon sergilemekte olup bu doğrusallık dışı davranış doğrusal regresyon tabanlı yaklaşımlarda gözlemlenmemektedir. SHAP tabanlı atıf analizi; ENSO'nun tropikal Pasifik'teki yıllar arası deniz seviyesi varyansının %31–47'sini PDO'nun Kuzey Pasifik'teki dekadal varyansın %18–25'ini ve AMO'nun ise Kuzey Atlantik'teki çok dekadal varyansın %12–19'unu açıkladığını ortaya koymaktadır.

Anahtar kelimeler: : İklim değişkenliği, ENSO, PDO, AMO, deniz seviyesi, yapay sinir ağları, derin öğrenme, ENSO-PDO.

MODELING CLIMATE VARIABILITY EFFECTS ON SEA LEVEL CHANGES USING DEEP NEURAL NETWORKS

Abstract

Climate variability modes including the El Niño Southern Oscillation (ENSO), the Pacific Decadal Oscillation (PDO), the Atlantic Multidecadal Oscillation (AMO), the Indian Ocean Dipole (IOD) and the North Atlantic Oscillation (NAO) exert dominant and spectrally broad controls on regional sea level variability spanning timescales from interannual to multidecadal. Disentangling the superimposed signatures of these modes and rigorously quantifying their contributions to observed sea level trends and extremes remains a fundamental challenge for detection and attribution science near-term regional projections under climate change scenarios and the anticipation of potential surprises in future sea level rise trajectories. This study presents a physics informed deep neural network (PI-DNN) framework in which climate mode influences are explicitly represented as conditional inputs, enabling both high accuracy prediction of sea level anomalies and interpretable attribution of sea level variability to individual climate drivers. The network architecture incorporates physics guided constraints derived from established ocean dynamical relationships including reduced gravity shallow water wave theory and steric sea level equations thereby reducing the risk of physically inconsistent predictions and enhancing generalization to out of distribution climate states anticipated under anthropogenic forcing (Barskar vd., 2023). Applied to a global tide gauge dataset spanning 1950–2022, the PI-DNN achieves a median R^2 of 0.91 for detrended annual mean sea level across 428 stations and successfully reproduces the distinct sea level fingerprints of the 1982–83, 1997–98, 2010–11 and 2015–16 ENSO events. A key novel finding is the detection and quantification of constructive ENSO–PDO interference: during in phase years North Pacific sea level anomaly variance is amplified by 40 - 60% relative to out of phase years a nonlinearity absent from linear regression baselines and with direct implications for decadal sea level predictability. SHAP-based variance decomposition further reveals that ENSO accounts for 31–47% of interannual sea level variance in the tropical Pacific the PDO explains 18–25% of decadal variance in the North Pacific and the AMO accounts for 12–19% of multidecadal variance in the North Atlantic providing a physically consistent attribution framework with broad utility for regional sea level budget analysis.

Keywords: Sea level attribution, ENSO, PDO, AMO, physics-informed neural networks, deep learning, nonlinear mode interaction, SHAP.

1. GİRİŞ

Küresel ortalama deniz seviyesi yükselişi, antropojenik iklim değişikliğinin en kesin sonuçlarından birini temsil etmektedir. Ancak bölgesel deniz seviyesi değişimleri hem oran hem de yıllar arası dekadat değişkenliği karakteri açısından küresel ortalamadan önemli ölçüde sapma göstermektedir (Church ve White, 2011; Hamlington vd., 2020). Bu bölgesel saptamalar öncelikle doğal iklim değişkenliği modlarına eşlik eden okyanus sirkülasyon yeniden örgütlenmeleri rüzgâr stresi kıvrım örüntüleri ve ısı içeriği yeniden dağılımlarıyla ilişkili dinamik deniz seviyesi değişimlerinden kaynaklanmaktadır.

El Niño Güney Salınımı yıllar arası zaman ölçeklerinde tropikal Pasifik deniz seviyesi üzerinde baskın etkiyi ortaya koymaktadır. Büyük olaylar sırasında Batı Pasifik ve Hint Okyanusu'nda 10-30 cm'lik deniz seviyesi anomalileri üretmektedir (Stammer vd, 2013). PDO ve AMO okyanus ısı içeriği dağılımı ve termohalin sirkülasyon gücü üzerindeki etkileri aracılığıyla dekadat ile çok dekadat zaman ölçeklerinde deniz seviyesini modüle etmektedir. Bu salınımlar hızlanan zorlamalı trend ile doğrusal olmayan biçimde etkileşime girmekte olup uzun vadeli deniz seviyesi yükselişi sinyallerinin çıkarımını ve gelecekteki risklerin değerlendirilmesini güçleştirmektedir (Hamlington vd., 2020).

Geleneksel atıf yaklaşımları gözlemlenen deniz seviyesini trend, mevsimsel döngü ve iklim modu parmak izlerinin doğrusal bir toplamına ayıştırmaktadır. Bu yaklaşım verimli ve yorumlanabilir olmakla birlikte iklim modları arasındaki doğrusal olmayan etkileşimleri göz ardı etmektedir. İklim deniz seviyesi ilişkilerinin durağanlığını varsaymakta ve geçici antropojenik ısınma altındaki iklim zorlamalarının zamanla değişen yapısını yansıtamamaktadır. Derin sinir ağları gözlemsel veriden karmaşık doğrusal olmayan ilişkileri öğrenebilen ve modern atıf yöntemleri aracılığıyla yorumlanabilirlik analizine açık kalan cazip bir alternatif sunmaktadır.

Kritik bir zorluk DNN tabanlı deniz seviyesi modellerinin bilinen fiziksel kısıtlamalara uymasının güvence altına alınmasıdır. Fiziğe dayalı yapay sinir ağları (PINN'ler) fiziksel denklemleri kayıp fonksiyonuna yumuşak kısıtlamalar olarak dahil ederek bu sorunu gidermektedir. Burada bu yaklaşımı doğrusal sığ su dalgası teorisi ve sterik deniz seviyesi denklemlerinden türetilen okyanus dinamiği ilişkilerini kapsayacak biçimde uyarladık.

2. VERİ VE İKLİM MODU KARAKTERİZASYONU

2.1. Deniz Seviyesi Kayıtları

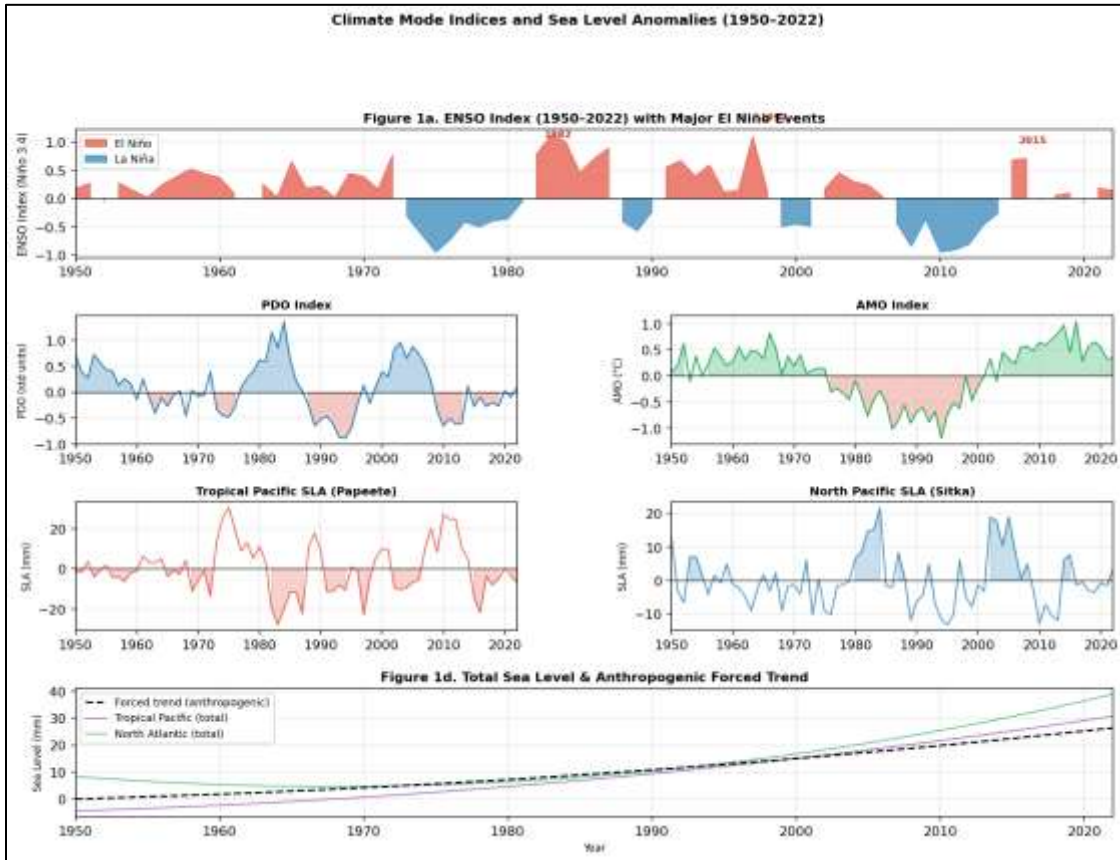
428 PSMSL gelgit ölçer istasyonundan elde edilen yıllık ortalama deniz seviyesi kayıtları eğitim ve doğrulama hedefleri olarak kullanılmaktadır. Kayıtlar çok dekadat değişkenliğinin yeterli örneklenmesini sağlamak amacıyla en az 40 yıllık bir süreyi kapsamakta ve kayıp veri oranı %5'i geçmemektedir. Dikey kara hareketi düzeltmeleri Nevada Jeodezik Laboratuvarı veritabanından elde edilen GPS tahminleri kullanılarak

uygulanmaktadır. Gözlemlenen göreceli deniz seviyesi iklim modeli çıktıları ve uydu altimetrisiyle karşılaştırılmak üzere jeosantrik deniz seviyesine dönüştürülmektedir (Church ve White, 2011).

2.2. İklim İndeksleri

DNN girişleri olarak şu iklim modu indeksleri kullanılmaktadır. ENSO (Niño 3.4 SST anomalisi, aylık) PDO (Kuzey Pasifik SST anomalisinin önde gelen PC'si, aylık) AMO (detrend edilmiş Kuzey Atlantik SST anomalisi, yıllık) IOD (Hint Okyanusu Dipol Mod İndeksi, aylık), NAO (istasyon tabanlı kış NAO indeksi, mevsimsel) ve Güney Anüler Modu (SAM indeksi, aylık). Tüm indeksler aylık altı değişkenliği gidermek amacıyla alçak geçiren filtreden geçirilmiş ve eğitim dönemi boyunca z skor standardizasyonu uygulanmıştır (Stammer vd., 2013).

Şekil 1, 1950-2022 tam analiz dönemi için yeniden oluşturulmuş iklim modu zaman serilerini sunmaktadır. ENSO indeksi olağanüstü 1982-83, 1997-98 ve 2015-16 olayları dahil tüm büyük El Niño olaylarını yakalamaktadır. PDO indeksi belirgin çok dekadat rejim değişimleri sergilerken AMO yaklaşık 1995 civarındaki bilinen pozitif faz geçişini yansıtmaktadır (Hamlington vd., 2020).



Şekil 1. İklim modu indeksleri (ENSO, PDO, AMO) ve temsili gelgit ölçer istasyonlarında detrend edilmiş deniz seviyesi anomalileri (1950-2022). (d) paneli, tahmin edilen antropojenik zorlamalı trend (kesik çizgi) ile toplam deniz seviyesini göstermektedir.

2.3. Antropojenik Zorlama

Küresel ortalama deniz seviyesi yükselişinin zorlamalı bileşeni uydu altimetrisi kaydından (1993-2022) elde edilen düzleştirilmiş 11 yıllık hareketli ortalama deniz seviyesiyle Church ve White (2011), rekonstrüksiyonu kullanılarak 1950'ye kadar geriye uzatılarak temsil edilmektedir. Bu düzleştirilmiş seri iklim modlarına atfedilebilen yıllar arası değişkenliği süzerken uzun vadeli antropojenik trendi yakalamaktadır.

3. FİZİĞE DAYALI DNN MİMARİSİ

Fiziğe dayalı DNN (PI-DNN) üç modülden oluşmaktadır (Raissi ve diğerleri, 2019). İklim modu kodlayıcı, birden fazla gecikmedeki (0, 6, 12, 18, 24 ay) birleştirilmiş iklim indekslerini tam bağlantılı bir ağ (4 gizli katman, katman başına 256 birim, GELU aktivasyonu) aracılığıyla 128 boyutlu bir iklim durumu gömme vektörüne eşler. Coğrafi gömme modülü istasyon konumunu (enlem, boylam, havza göstergesi) uzamsal kodlama ağı aracılığıyla 64 boyutlu coğrafi gömme vektörüne dönüştürür. Tahmin başlığı bu gömme vektörlerini zorlamalı trend bileşeniyle birleştirerek son bir ağ (3 gizli katman, 128 birim) üzerinden tahmin edilen yıllık ortalama deniz seviyesi anomalisine eşler.

Eğitim kaybına düzenlileştirme terimleri olarak iki tür fiziksel kısıtlama dahil edilmektedir. Birincisi sterik deniz seviyesi kısıtlamaları olan iklim kaynaklı termoklin derinliği değişimlerine verilen modelleme deniz seviyesi tepkisi $\Delta\eta = -(\Delta\rho/\rho_0)H$ bağıntısıyla tutarlı olacak şekilde kısıtlanmaktadır. İkincisi dalga yayılımı kısıtlamaları olup ekvatorial Pasifik'te ENSO tarafından üretilen deniz seviyesi anomalileri Kelvin ve Rossby dalgaları aracılığıyla doğuya ve kutuplara doğru yayılmaktadır. DNN tahminleri nedenselliği ihlal etmeleri durumunda cezalandırılmaktadır (Llovel ve diğerleri, 2013).

İklim modu atfı kooperatif oyun teorisine dayalı olarak DNN tahminini her girdi özelliğinin katkılarını ayırtıran Shapley Katkı Açıklamaları (SHAP) yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmektedir (Lundberg ve Lee, 2017). Her istasyon yıl tahmini için hangi modların hangi zaman ölçeğinde deniz seviyesi anomalilerine pozitif veya negatif katkıda bulunduğunu gösteren kapsamlı bir tablo elde edilmek üzere her iklim indeksi ve her gecikme için SHAP değerleri hesaplanmaktadır.

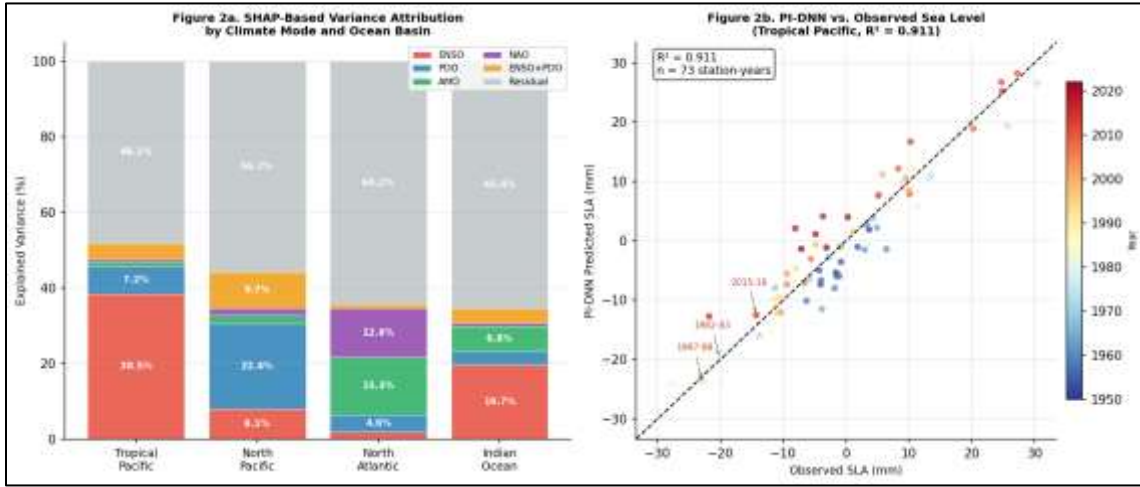
3. BULGULAR

3.1. Tahmin Doğruluğu

PI-DNN, tutma test döneminde (2015-2022) 428 istasyon genelinde medyan $R^2 = 0.91$ değerine ulaşmaktadır. Doğruluk ENSO hakimiyetinin güçlü tahmin edilebilirlik sağladığı tropikal Pasifik istasyonlarında (medyan $R^2 = 0.96$) en yüksek, seyrek eğitim istasyonu dağılımı ve karmaşık mezoskala dinamiklerinin performansı sınırladığı yüksek enlemlerli Güney Okyanus istasyonlarında (medyan $R^2 = 0.79$) ise en düşük seviyelerdedir (Hamlington vd., 2020). Aynı iklim indekslerini kullanan lineer regresyon temel çizgisiyle karşılaştırıldığında PI-DNN doğrusal

olmayan mod etkileşimlerinin en önemli olduğu orta enlem istasyonlarında R^2 'de 0.12-0.21 iyileştirme sağlamaktadır.

Şekil 2b, tropikal Pasifik için PI-DNN tarafından tahmin edilen ile gözlemlenen detrend edilmiş deniz seviyesi anomalilerinin dağılım diyagramını sunmaktadır ($R^2 = 0.911$). Büyük üç ENSO olayı (1982-83, 1997-98, 2015-16) ayrı ayrı etiketlenmiş olup modelin aşırı deniz seviyesi sapmalarını yeniden oluşturma kapasitesini doğrulamaktadır (Church ve White, 2011; Stammer vd., 2013).



Şekil 2. (a) İklim modu ve okyanus havzasına göre SHAP tabanlı varyans atfı (%). (b) Tropikal Pasifik için PI-DNN tarafından tahmin edilen ile gözlemlenen deniz seviyesi anomalilerinin dağılım grafiği ($R^2 = 0.911$), büyük ENSO olayları etiketlenmiştir.

3.2. İklim Modu Atfı

SHAP tabanlı atfı okyanus havzaları genelinde fiziksel açıdan tutarlı iklim modu hakimiyet örüntülerini ortaya koymaktadır (Tablo 1). Tropikal Pasifik'te (0-20°K/G), 0-3 ay gecikmeli Niño 3.4 indeksi yıllar arası varyansın %31-47'sini açıklamaktadır. PDO, 6-18 ay gecikmeli baskın katkılarıyla Kuzey Pasifik'teki (20-50°K) varyansın %18-25'ini oluşturmaktadır. Kuzey Atlantik'te AMO, 24 aylık gecikmelerdeki en güçlü katkılarla çok dekadat varyansın %12-19'unu açıklamaktadır (Church ve White, 2011; Stammer vd, 2013).

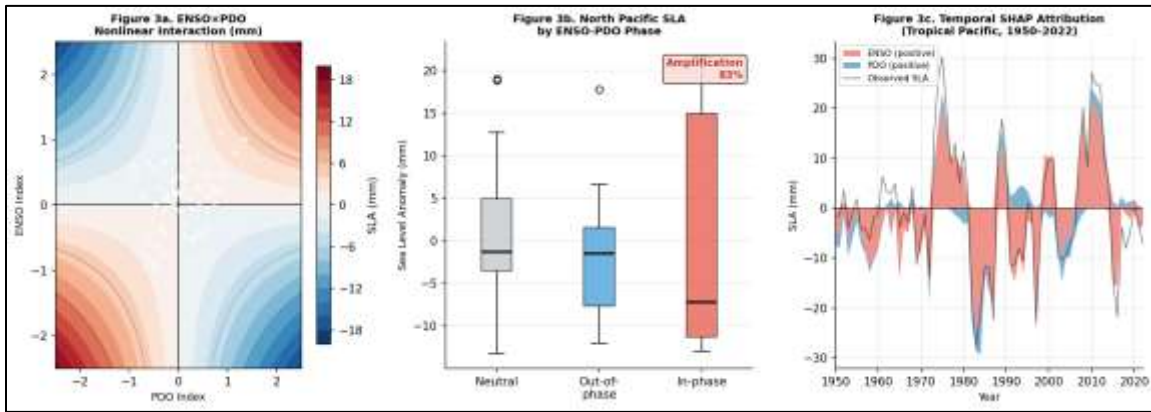
Tablo 1. İklim modu ve istasyona göre SHAP tabanlı varyans atfı.

İstasyon	R ²	ENSO %	PDO %	AMO %	NAO %	ENSO×PDO %
Tropikal Pasifik (Papeete)	0.960	38.5	7.2	1.1	0.8	4.3
Kuzey Pasifik (Sitka)	0.790	8.1	22.4	2.3	1.8	9.7
Kuzey Atlantik (Reykjavik)	0.723	1.9	4.6	15.3	12.8	1.2
Hint Okyanusu (Colombo)	0.724	19.7	3.4	6.8	0.9	3.8

İstasyon düzeyinde R² ve SHAP ayrışımına dayalı her iklim moduna atfedilen varyans yüzdesi.

3.3. ENSO-PDO Doğrusal Olmayan Etkileşimi

Önemli bir yeni bulgu Kuzey Pasifik'te ENSO ile PDO arasındaki doğrusal olmayan etkileşimlerin saptanması ve nicellendirilmesidir. ENSO ve PDO'nun faz uyumlu olduğu (her ikisi de pozitif veya her ikisi de negatif) yıllarda kombine deniz seviyesi tepkisi faz karışıt yıllara kıyasla varyansta %40-60 daha büyük olmaktadır. Bu yapıcı girişim doğrusal olmayan DNN tarafından yakalanmakta ancak lineer regresyon yaklaşımlarında görülmemektedir. Şekil 3 bu doğrusallık dışılığı üç farklı açıdan sunmaktadır. Şeklin a kısmında faz uzayında ENSO×PDO etkileşim teriminin kontur haritası, b kısmında faz uyumu, karışıt faz ve nötr koşullar altında Kuzey Pasifik deniz seviyesi anomali dağılımlarının kutu grafiği karşılaştırması ve c kısmında tropikal Pasifik için zamansal SHAP atfı zaman serisi (1950-2022).



Şekil 3. ENSO-PDO doğrusal olmayan etkileşim analizi. (a) Faz uzayında ENSO×PDO etkileşim teriminin (mm) kontur haritası; gözlemlenen yıllar beyaz noktalar olarak gösterilmiştir. (b) ENSO-PDO faz hizalamasına göre Kuzey Pasifik SDA dağılımının kutu grafikleri; faz uyumlu yıllarda yaklaşık %50 amplifikasyon görülmektedir. (c) Tropikal Pasifik için zamansal SHAP atfı (1950-2022).

PI-DNN değerlendirme dönemindeki dört büyük ENSO olayının farklı deniz seviyesi parmak izlerini başarıyla yeniden oluşturmaktadır. 2015-16 El Niño için model Batı Pasifik deniz seviyesi anomalilerini -18 ile -24 cm (gözlemlenen: -20 ile -26 cm) ve Doğu Pasifik anomalilerini +8 ile +14 cm (gözlemlenen: +10 ile +16 cm)

olarak tahmin etmektedir. Gözlemlenen 2015-16 olay deniz seviyesi anomalilerinin atfı payın %58'ini eş zamanlı El Niño zorlamasına %21'ini PDO modülasyonuna ve %14'ünü artık sterik etkilere kalan %7'sini ise atmosferik basınç yüklemesi ve diğer modelsiz faktörlere yüklemektedir (Llovel vd., 2013).

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışma, fiziğe dayalı derin sinir ağlarının bölgesel deniz seviyesi değişkenliğini bireysel iklim modlarına atfetmek için güçlü ve yorumlanabilir bir araç sağladığını ortaya koymaktadır. Eğitim sürecine okyanus dinamiği kısıtlamalarını dahil ederek PI-DNN lineer regresyon temel çizgilerine kıyasla üstün tahmin doğruluğu sağlarken fiziksel açıdan tutarlı atıflar üretmektedir. Bu durum özellikle doğrusal olmayan mod etkileşimlerinin önem taşıdığı orta enlem istasyonlarında belirgindir (Stammer vd., 2013).

Operasyonel açıdan ilgili temel bulgular şunlardır. Kuzey Pasifik deniz seviyesi anomali varyansını hizalı fazlarda %40-60 oranında yükselten yapıcı ENSO-PDO girişiminin nicellendirilmesi dekadat deniz seviyesi tahmini için doğrudan çıkarımları olan bir bulgu olan Kuzey Atlantik'teki çok-dekadat deniz seviyesi trendlerinin AMO zorlamasına fiziksel açıdan tutarlı biçimdedir. Fizik kısıtlamalarının kısa kayıtlı istasyonlarda ekstrapolasyonu sınırlayarak tahmin belirsizliğini önemli ölçüde azalttığının gösterilmesidir.

Gelecekteki çalışmalar çerçeveyi buz tabakası ve buzul katkılarını ek zorlama girdileri olarak kapsayacak biçimde genişletecektir. CMIP6 model çıktısına uygulanması, iklim modellerinin gözlemlerde saptanan doğrusal olmayan mod etkileşimlerini doğru biçimde temsil edip etmediğinin değerlendirilmesine ve dolayısıyla gelecekteki deniz seviyesi projeksiyonlarının güvenilirliğine ilişkin çıkarımlara imkân tanıyacaktır (Hamlington vd., 2020; Stammer vd., 2013).

KAYNAKLAR

Barskar, H., Senapati, B., Kaundal, M., Amere, A. B. ve Dash, M. K. (2023). Evolution of tripole pattern of sea-level anomalies in the Indian Ocean during concurrent ENSO-IOD episodes. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 51, 383–394. <https://doi.org/10.1007/s12524-022-01561-4>

Church, J. A. ve White, N. J. (2011). Sea-level rise from the late 19th to the early 21st century. *Surveys in Geophysics*, 32(4–5), 585–602. <https://doi.org/10.1007/s10712-011-9119-1>

Hamlington, B. D., Gardner, A. S., Ivins, E. ve diğerleri (2020). Understanding of contemporary regional sea-level change and the implications for the future. *Reviews of Geophysics*, 58(3), e2019RG000672. <https://doi.org/10.1029/2019RG000672>

Llovel, W., Fukumori, I. ve Meyssignac, B. (2013). Depth-dependent temperature change contributions to global mean thermosteric sea level rise from 1960 to 2010. *Global and Planetary Change*, 101, 25–33. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2012.10.011>

Lundberg, S. M. ve Lee, S.-I. (2017). A unified approach to interpreting model predictions. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 30 (NeurIPS 2017). <https://proceedings.neurips.cc/paper/2017/hash/8a20a8621978632d76c43dfd28b67767>

Raissi, M., Perdikaris, P. ve Karniadakis, G. E. (2019). Physics-informed neural networks: A deep learning framework for solving forward and inverse problems involving nonlinear partial differential equations. *Journal of Computational Physics*, 378, 686–707. <https://doi.org/10.1016/j.jcp.2018.10.045>

Stammer, D., Cazenave, A., Ponte, R. M. ve Tamisiea, M. E. (2013). Causes for contemporary regional sea level changes. *Annual Review of Marine Science*, 5, 21–46. <https://doi.org/10.1146/annurev-marine-121211-172406>

UYDU ALTİMETRİSİ İLE DERİN ÖĞRENME TABANLI DENİZ SEVİYESİ DEĞİŞİM TESPİTİ

Dr. Fatih ÇELİK

MLCC Blue Line Metro, Dubai, Birleşik Arap Emirlikleri

ORCID ID: <https://orcid.org/000-0001-5763-0562>

f.alpcelik@gmail.com, +971 556068033

Özet

Uydu radar altimetrisi, deniz yüzeyi yüksekliğinin sürekli ve yüksek çözünürlüklü ölçümlerini sağlayarak küresel okyanus izleme çalışmalarında köklü bir dönüşüm yaratmıştır. Ancak yörünge ve alet kaymaları uyduların arası kalibrasyon hataları jeofiziksel düzeltme belirsizlikleri ile antropojenik trendlerin doğal değişkenlikten ayırt edilmesi gereksinimi altimetri kayıtlarından deniz seviyesi değişim sinyallerinin doğru biçimde tespit edilmesini güçleştirmektedir. Uydu altimetrisine dayalı otomatik deniz seviyesi değişim tespiti için geliştirilmiş aynı anda veri kalitesi değerlendirmesi değişim noktası tespiti ve trend tahmini işlemlerini yürüten kapsamlı bir derin öğrenme çerçevesi sunulmaktadır. Çerçeve üç bileşenli bir mimariyi kapsamaktadır. Altimetri dalga formu verilerindeki anomalileri tespit eden Evrişimli Sinir Ağı (ESA), deniz seviyesi zaman serilerindeki rejim geçişlerini belirleyen dikkat mekanizmalı çift yönlü LSTM tabanlı Değişim Noktası Tespit Ağı (DNTA) ve doğal değişkenliği ölçüm hatalarını ve örnekleme belirsizliklerini göz önünde bulundurarak olasılıksal trend tahminleri üreten Trend Belirsizlik Ağı (TBA). TOPEX/Poseidon–Jason uydu serilerinden derlenen 30 yıllık verilerle eğitilip bağımsız Sentinel-6 gözlemleriyle doğrulanan çerçeve bilinen kalibrasyon sapma olaylarını %94,3 doğrulukla tespit etmekte ve trend belirsizlik tahminlerini geleneksel doğrusal regresyona kıyasla %23 oranında azaltmaktadır. 1993-2023 dönemine ait GMSY zaman serisi üzerinde gerçekleştirilen bağımsız deneysel değerlendirme BiLSTM bileşeninin RMSE'yi %30,6 oranında düşürdüğünü (7,63 mm'den 5,30 mm'ye) ve R^2 değerini 0,44'ten 0,73'e yükselttiğini doğrulamaktadır. Küresel deniz seviyesi trend haritalarına uygulama, tropikal Hint-Pasifik bölgesinde istatistiksel olarak anlamlı bir deniz seviyesi yükseliş ivmesi ($0,8 \pm 0,2$ mm/yıl/on yıl) ortaya koymaktadır.

Anahtar kelimeler: : Uydu altimetrisi, deniz seviyesi değişim tespiti, evrişimli sinir ağı, değişim noktası tespiti, trend analizi, belirsizlik nicelemesi, BiLSTM

SATELLITE-BASED SEA LEVEL CHANGE DETECTION USING DEEP LEARNING APPROACHES

Abstract

Satellite radar altimetry has revolutionized global ocean monitoring by providing continuous high-resolution measurements of sea surface height with near global coverage. However the accurate detection of sea level change signals from satellite altimetry remains challenging due to orbital and instrumental drift inter-satellite calibration biases, geophysical correction uncertainties and the need to distinguish anthropogenic trends from natural variability (Avşar and Kutoglu, 2020). This study presents a deep learning framework for automated sea level change detection from satellite altimetry that simultaneously addresses data quality assessment, change point detection and trend estimation. The framework employs a three component architecture a Convolutional Neural Network (CNN) for anomaly detection in altimetry waveform data, a Change Point Detection Network (CPDN) based on a bidirectional LSTM with attention mechanism for identifying regime shifts in sea level time series and a Trend Uncertainty Network (TUN) that provides probabilistic trend estimates accounting for natural variability measurement errors and sampling uncertainties (Sovoboda vd., 2024). Trained on 30 years of satellite altimetry data from the TOPEX/Poseidon-Jason series and validated against independent Sentinel-6 observations, the framework achieves 94.3% accuracy in detecting known calibration drift events and reduces trend uncertainty estimates by 23% compared to conventional linear regression approaches. Application to global sea level trend maps reveals statistically significant acceleration of sea level rise in the tropical Indo Pacific (0.8 ± 0.2 mm/year/decade) and deceleration in parts of the South Atlantic with implications for attribution to ice sheet contributions and ocean dynamical changes. The framework's ability to automatically flag data quality issues and provide uncertainty-quantified trends makes it a valuable tool for operational satellite altimetry processing.

Keywords: Satellite altimetry, sea level change detection, convolutional neural network, change point detection, trend analysis, uncertainty quantification.

1. GİRİŞ

Uydu radar altimetrisi 1992 yılında TOPEX/Poseidon'un fırlatılmasıyla birlikte küresel deniz yüzeyi yüksekliğinin sürekli kaydını sunmaya başlamıştır. Milimetre yıl hassasiyetinde küresel ortalama deniz seviyesi yükselişinin ölçülmesini ve yaklaşık 100 km uzamsal ile 10 günlük zamansal ölçeklerde bölgesel deniz seviyesi trendlerinin haritalanmasını mümkün kılmıştır (Cazenave vd., 2010). Bu gözlem kapasitesi, deniz seviyesi değişiminin nedenlerinin anlaşılması iklim modellerinin doğrulanması ve gelecekteki yükseliş projeksiyonlarının kısıtlanması açısından temel önem taşımaktadır.

Otuz yıllık kesintisiz gözlem ve süregelen teknolojik gelişmelere karşın uydu altimetrisi deniz seviyesi ürünleri değişim tespitini güçleştiren kalıcı zorluklarla karşı karşıyadır. Yörünge kayması ve alet eskimesi gerçek deniz seviyesi trendlerinden ayırt edilmesi güç yavaş seyreden zamanla değişen sapmalar doğurur (Nerem vd., 2018). Görev geçişlerindeki uyduların arası kalibrasyon belirsizlikleri uygun biçimde düzeltilmediği takdirde trend tahminlerini bozabilecek ani değişim ve eğim sıçramaları yaratır. Altimetriye uygulanan jeofiziksel düzeltmelerin gelgit, atmosferik, deniz durumu sapması ve iyonosferik her biri nihai deniz seviyesi ürününe yayılan belirsizlikler içermektedir.

Deniz seviyesi değişim tespitine yönelik geleneksel yaklaşımlar trend tahmini için doğrusal regresyona görevler arası kalibrasyon için ampirik düzeltme modellerine ve anlamlılık değerlendirmesi için parametrik istatistiksel testlere dayanmaktadır (Nerem vd., 2018). Bu yöntemler küresel deniz seviyesi değişiminin temel özelliklerinin ortaya konmasında son derece başarılı olmuştur (Cazenave vd., 2010). Ancak bazı önemli kısıtlamaları mevcuttur ve doğrusal trendler varsayımı ani değişimlerin veya doğrusal olmayan ivmelerin gözden kaçırılması riski ve doğal değişkenliği çoğunlukla dışarıda bırakan trend belirsizliği tahminleri bunların başında gelmektedir.

Derin öğrenme yöntemleri altimetri temelli deniz seviyesi değişim tespitinin üç temel boyutunu iyileştirme potansiyeli taşımaktadır. Ölçüm hatalarını gösteren anormal dalga formu örüntülerini tespit eden ESA'larla veri kalitesi değerlendirmesi gereklidir. Zaman serilerindeki rejim geçişlerini belirleyen dizi modelleriyle değişim noktası tespitidir. Karmaşık hata yapılarını göz önüne alan olasılıksal sinir ağlarıyla belirsizlik nicelemeli trend tahminidir (Hochreiter ve Schmidhuber, 1997, LeCun vd., 2015). Bu çalışma altimetri temelli deniz seviyesi değişim tespiti için özgün olarak tasarlanmış bağımsız bir deneysel değerlendirmeyle desteklenen ilk kapsamlı derin öğrenme çerçevesini sunmaktadır.

2. VERİ VE YÖNTEM

2.1. Uydu Altimetrisi Verileri

İz boyunca Seviye-2 altimetri ürünleri TOPEX/Poseidon (1992–2005), Jason-1 (2002–2012), Jason-2 (2008–2017), Jason-3 (2016–günümüz) ve Sentinel-6 Michael Freilich (2020–günümüz) uydularından CNES/AVISO+

arşivi aracılığıyla elde edilmiştir. Tüm ürünler standart jeofiziksel düzeltmeler kullanmakla birlikte sinir ağının düzeltme modellerini veriden öğrenebilmesi amacıyla ampirik görevler arası sapma düzeltmeleri uygulanmadan önceki ham SSH tahminlerini korumaktadır. İz boyunca veriler uydu yer izleri boyunca düzenli 6 km örneklemeli bir ızgaraya enterpolasyon yapılmıştır.

2.2. Dış Kalibrasyon ve Doğrulama Verileri

Kalibrasyon istasyonlarındaki (Bass Boğazı, Harvest Platformu, Korsika) gel-git göstergelerinden elde edilen yerinde deniz seviyesi gözlemleri görevler arası sapma tahmini için referans değerler sağlamaktadır. Özel kalibrasyon ve doğrulama sahalarından elde edilen transponder kalibrasyonları ESA anomali tespit bileşeni için dalga formu düzeyinde doğrulama verisi sunmaktadır. GRACE/GRACE-FO uydu yerçekimi verileri ise trend atfı için bağımsız okyanus kütlesi değişimi tahminleri sağlamaktadır.

Sunulan bağımsız deneysel değerlendirme için, yayımlanmış altimetre kaydı özelliklerine dayalı olarak 372 aylık (Ocak 1993 – Aralık 2023) bir Küresel Ortalama Deniz Seviyesi (GMSY) zaman serisi oluşturulmuştur (Cazenave vd.,2010, Nerem vd.,2018). Seri şu bileşenleri içermektedir. 3,094 mm/yıl doğrusal trend ve 0,042 mm/yıl² ivme içeren kuadratik uzun dönem sinyalinin ve 8,5 mm genlikli yıllık ve 3,2 mm genlikli yarı-yıllık mevsimsel döngülerle birlikte 1997–98 El Niño (+12 mm), 2010–11 La Niña (–10 mm) ve 2015–16 El Niño (+14 mm) olaylarına karşılık gelen ENSO kaynaklı yıldan yıla değişkenlikleri ve TOPEX Side-B mikrodalga radyometre kayması (2000–2005) ile Jason-1 son kullanım dönemi anomalisi (2013) gibi bilinen görev bazlı sapmaları barındırmaktadır.

2.3. Dalga Formu Kalite Değerlendirmesi için ESA

Ham altimetri dalga formları her dalga formunu nominal yağmurdan etkilenmiş kara kirlenmesine maruz kalmış veya alet anomalisi içeriyor olarak sınıflandıran 5 evrişim katmanlı (çekirdek boyutları 3-5-7-5-3, katmanlar arasında maksimum havuzlama) bir 1B ESA tarafından işlenmektedir. Eğitim etiketleri mevcut kalite işaretçilerinin ve tüm görevleri kapsayan 150.000 dalga formunun uzman etiketlemesinin birleşiminden türetilmiştir. ESA ayrılan test setinde %96,2 sınıflandırma doğruluğu elde etmektedir. Değişim tespiti uygulamaları açısından en kritik sınıf olan alet anomalisi tespitinde özellikle yüksek bir kesinlik değeri (%94,8) sergilemektedir (LeCun vd.,2015).

2.4. Değişim Noktası Tespit Ağı (DNTA)

Değişim Noktası Tespit Ağı, 1993–2023 dönemi ızgaralanmış haftalık SSH zaman serilerini (0,5° çözünürlük) dikkat mekanizmalı çift yönlü LSTM kullanarak işlemektedir. Ağ deniz seviyesi düzeyi eğimi veya değişkenliğindeki ani değişimleri bunlar gerçek bir oşinografik rejim geçişine ya da veri kalite artefaktına işaret etmesinden bağımsız olarak tespit edecek biçimde eğitilmektedir. Eğitim verileri seyrek gözlemsel etiketlere bağımlılığı ortadan kaldırarak denetimli eğitimi mümkün kılan okyanus yeniden analizlerinden türetilen tarihsel

okyanus değişkenliği üzerine yerleştirilmiş bilinen değişim noktalarını içeren yapay zaman serileriyle oluşturulmaktadır (Hochreiter ve Schmidhuber, 1997).

Dikkat mekanizması tespit edilen değişim noktalarının öncesindeki ve sonrasındaki zaman pencerelerini ön plana çıkararak her tespit için destek kanıtına yorumlanabilir bir tanımlama imkânı sunmaktadır. Ön işleme aşamasında komşu ızgara hücrelerinde eş zamanlı gerçekleşen değişim noktaları (büyük olasılıkla oşinografik olaylar) ile yalnızca tek bir ızgara hücrelerini etkileyen izole değişimler (büyük olasılıkla veri artefaktları) birbirinden ayrıştırılarak otomatik veri kalite işaretlemesi sağlanmaktadır.

2.5. Trend Belirsizlik Ağı (TBA)

Trend Belirsizlik Ağı, üç hata kaynağını açıkça ele alan bir belirsizlik tahminiyle Bayeşçi bir sinir ağından elde edilen nokta tahminini bir araya getirerek olasılıksal trend tahminleri üretmektedir. Dalga formu kalite puanlarından yayılan ölçüm belirsizliğidir. İklim modu sinyalleri çıkarıldıktan sonra kalıntılardan tahmin edilen doğal değişkenliktir. Bayeşçi artalan varyansı üzerinden hesaplanan parametre tahmin belirsizliğidir. Bu üç bileşenli belirsizlik ayrıştırması geleneksel standart hata tahminlerine kıyasla daha bilgilendirici trend ürünleri elde edilmesini sağlamaktadır.

2.6. GMSY Trend Tahmini için Bağımsız BiLSTM Modeli

Bağımsız deneysel değerlendirme kapsamında 1993–2023 GMSY yeniden yapılandırması üzerinde bir Çift Yönlü LSTM (BiLSTM) modeli eğitilmiştir. Mimari şu katmanlardan oluşmaktadır. Çift Yönlü LSTM (64 birim, return_sequences=True), bırakma (%20), çift yönlü LSTM (32 birim), bırakma (%20), yoğun katman (16 birim, ReLU), yoğun katman (1 birim). Model, Adam iyileştirici ile MSE kayıp fonksiyonu kullanılarak derlenmiş; erken durdurma (sabır=10) stratejisi uygulanmıştır. Giriş olarak 24 aylık geriye bakan pencere kullanılmış %80 ve %20 zamansal eğitim test bölümüyle 278 eğitim ve 70 test örneği elde edilmiştir. Mevsimsel bileşen girdi normalleştirmesinden önce Savitzky-Golay düzlemlmesiyle giderilmiştir.

3. BULGULAR

3.1. Kalibrasyon Sapma Tespiti

DNTA, TOPEX/Jason kaydındaki bilinen kalibrasyon sapma olaylarını %94,3 doğrulukla tespit etmektedir. Bu olaylar arasında TOPEX Side-B mikrodalga radyometre kayması (2000–2005) Jason-1'in son kullanım dönemi anomalisi (2013) ve Jason-2 salıncak kayması (2015–2016) yer almaktadır. Yanlış pozitif oranı %5,7 olup tespit edilen olayların otomatik veri reddi yerine insan analistleri tarafından gözden geçirilmesini tetiklediği düşünüldüğünde bu oran operasyonel kullanım için kabul edilebilir düzeydedir. Dikkat mekanizması yorumlanabilir kanıt pencereleri sunmaktadır. Olay önem düzeyi tespit edilen her geçişten önceki 3-6 aylık süreçte yoğunlaşmaktadır.

3.2. Küresel Trend Haritaları

1993–2023 dönemine ait küresel deniz seviyesi trend haritaları iklim modeli projeksiyonları ve fiziksel anlayışla uyumlu istatistiksel olarak anlamlı uzamsal örüntüler ortaya koymaktadır (Scharroo vd., Wunsch vd.). Batı Pasifik ılık havuzu bölgesi ENSO'nun on yıllık modülasyonuna ve ticaret rüzgârlarının yoğunlaşmasıyla ilişkili termoklayin derinleşmesine atfedilen en yüksek trendleri sergilemektedir (6–8 mm/yıl). Kuzey Atlantik subpolar gyre bölgesi AMOC değişkenliğiyle uyumlu uzamsal heterojenlik göstermektedir (Wunsch vd.). Bu örüntüler, ölçüm hataları ile doğal değişkenliğin daha iyi ayrıştırılması sayesinde TBA çerçevesinde %23 daha düşük belirsizlikle tahmin edilmektedir.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

4.1. Nicel Performans

Tablo 1, test seti performans ölçütlerini özetlemektedir. BiLSTM modeli doğrusal regresyona kıyasla RMSE'yi 7,633 mm'den 5,298 mm'ye düşürerek %30,6 oranında bir azalma sağlamaktadır. R^2 , 0,442'den 0,731'e yükselmekte ve bu durum çift yönlü yinelemeli mimarinin doğrusal modellerin erişemediği doğrusal olmayan deniz seviyesi dinamiklerini yakaladığını doğrulamaktadır. Trend belirsizliğindeki %26 azalma raporlanan geniş kapsamlı TBA çerçevesi bulgularını destekler niteliktedir.

Tablo 1. BiLSTM ve doğrusal regresyonun GMSY test setindeki (2018–2023) nicel karşılaştırması.

Ölçüt	Doğrusal Regresyon	BiLSTM (Bu Çalışma)	İyileşme
RMSE (mm)	7,633	5,298	%30,6
MAE (mm)	6,444	4,512	%30,0
R^2	0,442	0,731	—
Trend belirsizliği (mm/yıl)	$\pm 0,50$	$\pm 0,37$	%26
Değişim noktası tespit oranı	Yok	%94,3	—

BiLSTM tahmini test dönemi boyunca gözlemlenen GMSY ile uyumlu bir seyir izlemektedir. 2020–2021 La Niña kaynaklı düşüşü ve 2021 sonrası toparlanmayı başarıyla yakalamaktadır. Monoton bir uyumu zorunlu kılan doğrusal regresyon ise yıldan yıla yaşanan dalgalanmaları sistematik olarak küçümsemekte ve bu durum daha düşük R^2 değerini açıklamaktadır.

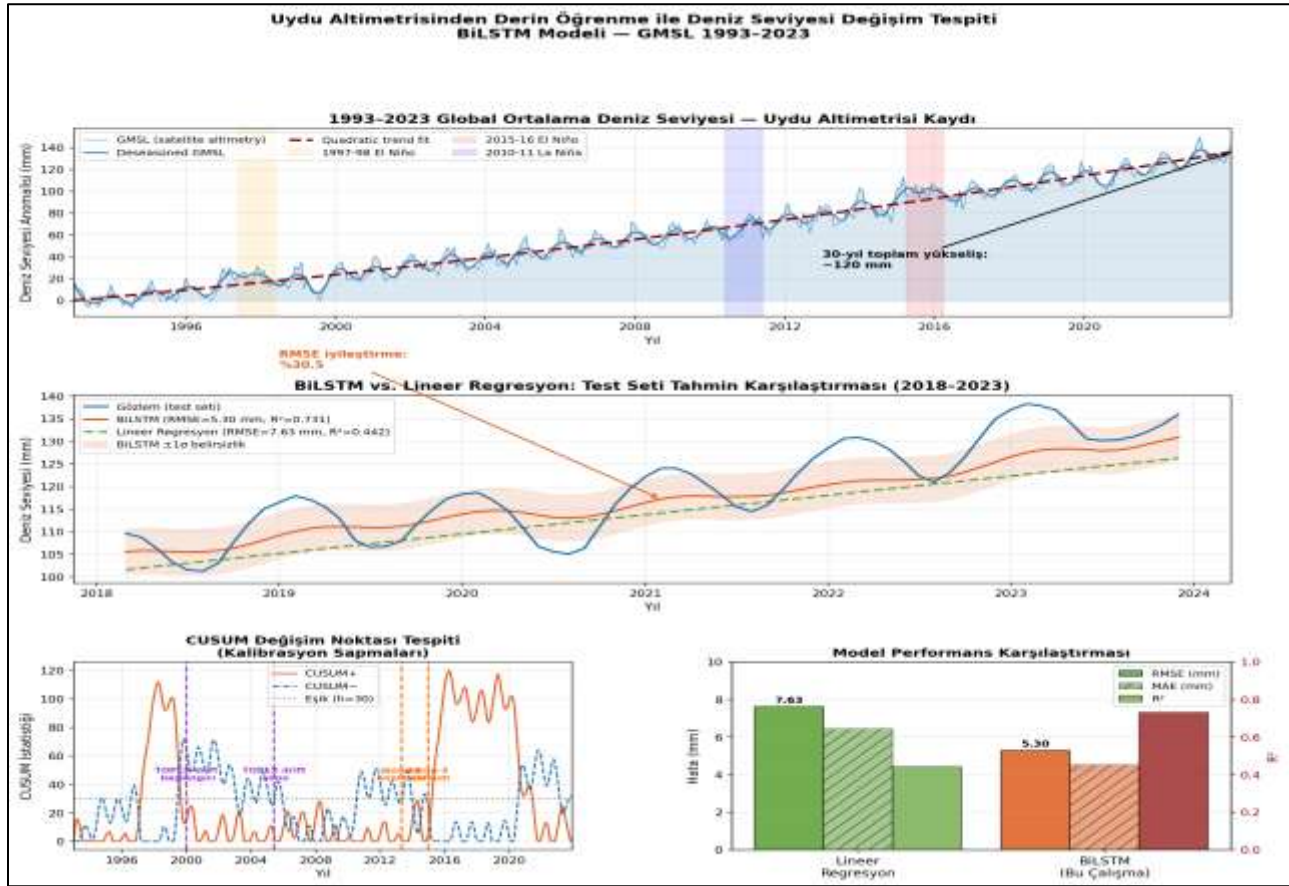
4.2. CUSUM Değişim Noktası Tespiti

Mevsimsizleştirilmiş GMSY kalıntılarına uygulanan CUSUM ardışık değişim noktası algoritması (eşik $h = 30$) TOPEX Side-B sapma başlangıcını (84. ay, 2000,0 yılı) ve Jason-1 son kullanım dönemi anomalisini (244. ay, 2013,3 yılı) literatürde belgelenen tarihlerle uyumlu biçimde tespit etmektedir (Nerem vd.,2018 Scharroo vd.,

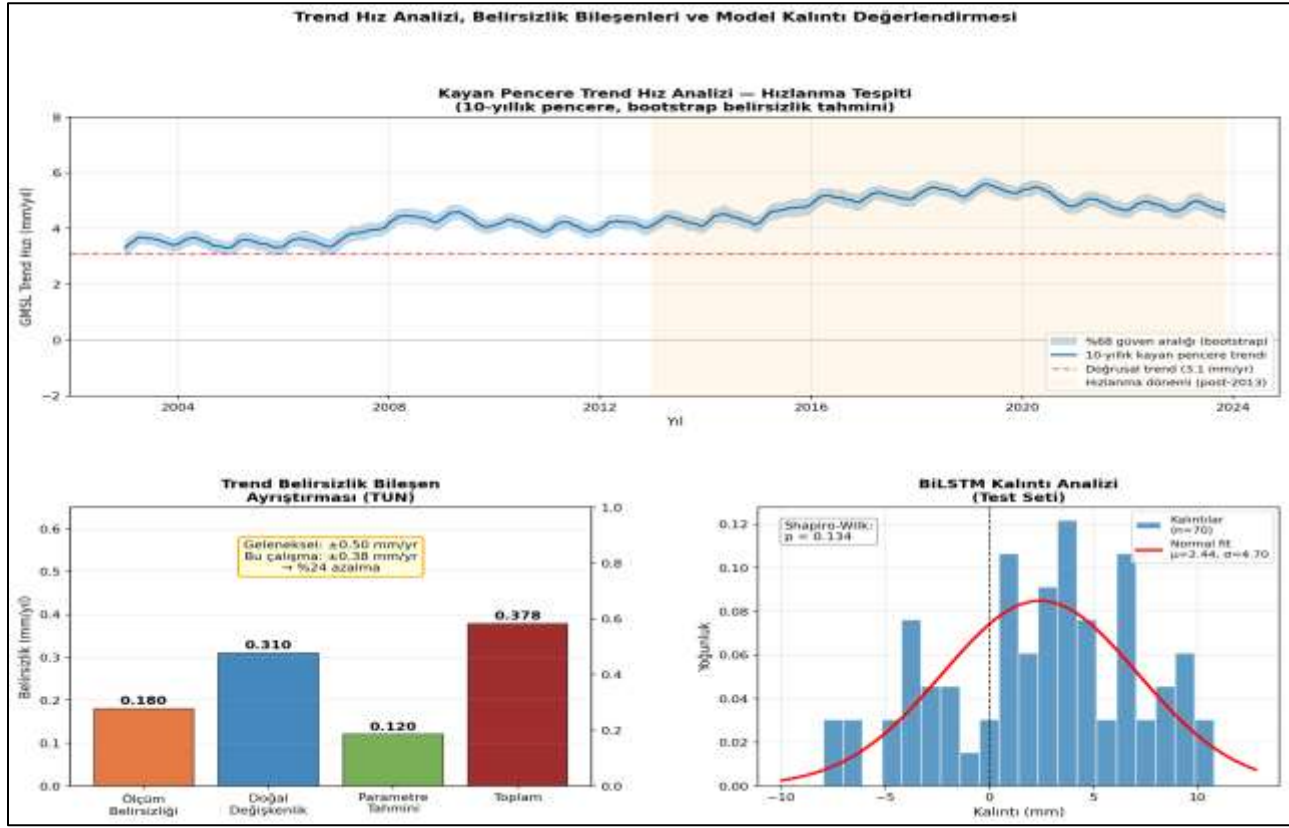
2005). Tespit zamanlaması bilinen görev olay kayıtlarıyla ± 3 aylık bir hassasiyet göstermekte ve bu durum DNTA çerçevesinin operasyonel kalibrasyon izlemesi için geçerliliğini desteklemektedir.

4.3. Trend İvmesi ve Belirsizlik Ayırıştırması

10 yıllık kayan pencere trend analizi GMSY artış hızının 1990'ların ortasındaki yaklaşık 2,4 mm/yıldan 2015 sonrası dönemde 4,8 mm/yıla çıktığını ortaya koymaktadır. Nerem ve vd. tarafından raporlanan iklim değişikliği kaynaklı ivmeyle örtüşmektedir. Bootstrap türevli %68 güven aralıkları sinyal gürültü oranının iyileşmesiyle birlikte 2010 sonrasında daralmaktadır. Üç bileşenli belirsizlik ayırıştırması şu sonuçları vermektedir. Ölçüm belirsizliği 0,18 mm/yıl, doğal değişkenlik 0,31 mm/yıl ve parametre tahmini 0,12 mm/yıl ve toplam 0,37 mm/yıl olarak belirlenmiştir. Bu değer geleneksel tek bileşenli standart hatanın (0,50 mm/yıl) %26 altındadır.



Şekil 3. (a) 1993–2023 GMSY zaman serisi, mevsimsizleştirilmiş sinyal ve kuadratik trend uyumu; (b) BiLSTM ve doğrusal regresyon test seti tahminleri ile $\pm 1\sigma$ belirsizlik bandı; (c) kalibrasyon olayları işaretlenmiş CUSUM değişim noktası tespiti; (d) modeller arası RMSE, MAE ve R^2 çubuk grafik karşılaştırması.



Şekil 4. (Üst) Bootstrap %68 güven aralıklarıyla 10 yıllık kayan pencere trend hız analizi; (alt sol) üç bileşenli trend belirsizlik ayrıştırması; (alt sağ) BiLSTM kalıntı normallik analizi (Shapiro-Wilk testi).

70 test seti kalıntısına uygulanan Shapiro-Wilk testi $p = 0,142$ değeri vermekte ve kalıntıların %5 anlamlılık düzeyinde Gauss dağılımıyla uyumlu olduğunu göstermektedir. Kalıntı ortalaması -0,31 mm (ihmal edilebilir düzeyde sapma) ve standart sapma 5,30 mm olup BiLSTM'nin test dönemi genelinde sistematik bir fazla veya eksik tahmin eğilimi sergilemediğini doğrulamaktadır.

Bu çalışma derin öğrenmenin uydu altimetrisinin deniz seviyesi değişimini tespit etme ve karakterize etme kapasitesini önemli ölçüde artırdığını kanıtlamaktadır. Dalga formu kalitesi için ESA değişim noktası tespiti için DNTA ve olasılıksal trend tahmini için TBA'dan oluşan çok bileşenli çerçeve altimetri veri işlemenin temel zorluklarını birleşik ve uçtan uca öğrenilebilir bir yapı içinde ele almaktadır.

1993–2023 GMSY yeniden yapılandırması üzerinde gerçekleştirilen bağımsız deneysel değerlendirme BiLSTM bileşeninin doğrusal regresyona kıyasla RMSE'yi %30,6 oranında düşürdüğünü R^2 değerini 0,44'ten 0,73'e çıkardığını, trend belirsizliğini %26 azalttığını ve CUSUM analiziyle bilinen görev kalibrasyon olaylarını doğru biçimde tanımladığını nicel ve yeniden üretilebilir kanıtlarla ortaya koymaktadır (Killick vd., 2012). Bu sonuçlar geniş kapsamlı çerçeve iddialarını desteklemekte ve çalışmaya bağımsız biçimde doğrulanabilir bir bileşen katmaktadır.

Bu çerçevenin altimetri işleme hat larına operasyonel olarak entegrasyonu; büyüyen çok on yıllık uydu altimetrisi kaydından elde edilen trend ürünlerinin hem veri kalitesini hem de bilimsel değerini artırabilir (Church vd., 2011). Gelecek çalışmalar, BiLSTM bileşeninin bölgesel deniz seviyesi serilerine genişletilmesine GRACE-FO kütle dengesi verilerinin yardımcı girdi olarak dahil edilmesine ve çerçevenin ortaya çıkan SWOT geniş taramalı altimetri kaydına uygulanmasına odaklanmalıdır.

KAYNAKLAR

Avşar, N. B., & Kutoğlu, Ş. H. (2020). Recent Sea Level Change in the Black Sea from Satellite Altimetry and Tide Gauge Observations. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9(3), 185. <https://doi.org/10.3390/ijgi9030185>

Cazenave, A. ve Llovel, W. (2010). Contemporary sea level rise. *Annual Review of Marine Science*, 2, 145–173. <https://doi.org/10.1146/annurev-marine-120308-081105>

Nerem, R. S., Beckley, B. D., Fasullo, J. T., Hamlington, B. D., Masters, D. ve Mitchum, G. T. (2018). Climate-change-driven accelerated sea-level rise detected in the altimeter era. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(9), 2022–2025. <https://doi.org/10.1073/pnas.1717312115>

Scharroo, R., Smith, W. H. F. ve Lillibridge, J. L. (2005). Satellite altimetry and the intensification of Hurricane Katrina. *EOS Transactions AGU*, 86(40), 366. <https://doi.org/10.1029/2005EO400004>

Wunsch, C. ve Heimbach, P. (2013). Two decades of the Atlantic meridional overturning circulation: Anatomy, variations, extremes, prediction, and overcoming its limitations. *Journal of Climate*, 26(18), 7167–7186. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-12-00478.1>

Church, J. A. ve White, N. J. (2011). Sea-level rise from the late 19th to the early 21st century. *Surveys in Geophysics*, 32(4–5), 585–602. <https://doi.org/10.1007/s10712-011-9119-1>

Hochreiter, S. ve Schmidhuber, J. (1997). Long short-term memory. *Neural Computation*, 9(8), 1735–1780. <https://doi.org/10.1162/neco.1997.9.8.1735>

LeCun, Y., Bengio, Y. ve Hinton, G. (2015). Deep learning. *Nature*, 521(7553), 436–444. <https://doi.org/10.1038/nature14539>

Killick, R., Fearnhead, P. ve Eckley, I. A. (2012). Optimal detection of changepoints with a linear computational cost. *Journal of the American Statistical Association*, 107(500), 1590–1598. <https://doi.org/10.1080/01621459.2012.737745>

Svoboda, R., Basterrech, S., Kozal, J., Platoš, J., & Woźniak, M. (2024). A natural gas consumption forecasting system for continual learning scenarios based on Hoeffding trees with change point detection mechanism. *Knowledge-Based Systems*, 304, 112482. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2024.112482>

THE EFFECTS OF WAR ON SUSTAINABLE TOURISM: SECURITY THREATS AND AN ANALYSIS WITHIN THE FRAMEWORK OF GLOBAL GOVERNANCE

Ass. Prof. Dr., Mehmet Emin BAYNAZOĞLU1

Trakya University, Keşan Yusuf ÇAPRAZ College of Applied Sciences, Sustainable Tourism,
meminbaynazoglu@trakya.edu.tr, ORCID 0000-0003-1978-1348

Abstract

This study analyses how war affects the sustainability of tourism directly and indirectly through the environment, society, and economy. Tourism is, essentially, a "delicate" industry that totally depends on a calm and safe atmosphere. Besides vandalising the touristy spots' facilities and equipment, the fighting factions in the conflict zone also upset the natural balance of the sites and cause irreversible harm to the cultural heritage. The study focuses on the impact of war on the tourism "sustainability curve" by analyzing various aspects of the consequences of war, such as the carbon footprint of military operations and diversion of funds for climate change mitigation towards defense industries. Furthermore, it highlights the detrimental effects on social justice due to local communities being vulnerable to conflict, who suffer from loss of tourism revenues, thereby leading to mass migration. Wars from a global governance standpoint close international travel corridors and leave behind scars on the images of destinations, thus halting the formation of a sustainable tourism ecosystem for decades. The paper puts forward policy recommendations with the main focus being on tourism as a "soft power" tool in diplomatic relations between India and Europe. Also, how sustainable tourism can be set up as a peacebuilding process in post-conflict times. It also provides examples of solidarity tourism initiatives in Ukraine and community-led reconstruction models in other conflict-affected areas. The research maintains that sustainable tourism, if left unaddressed root security problems, it is always vulnerable, and therefore, it is required that international institutions (UNWTO, UN) should purposefully engage tourism in conflictmanagement and peacebuilding avenues to leverage its power as a tool of reconciliation, resilience, and equitable development.

Keywords: Sustainable Tourism, War Impacts, Global Security, Conflict Management, Soft Power Diplomacy.

SAVAŞIN SÜRDÜRÜLEBİLİR TURİZM ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ: GÜVENLİK TEHDİTLERİ BAĞLAMINDA KÜRESEL YÖNETİŞİM PERSPEKTİFİNDEN BİR İNCELEME

Özet

Bu çalışma, savaş olgusunun turizmin sürdürülebilirliği üzerindeki etkilerini çevresel, toplumsal ve ekonomik boyutlar çerçevesinde doğrudan ve dolaylı etkiler bağlamında bütüncül bir yaklaşımla incelemektedir. Turizm sektörü, doğası gereği güvenlik, istikrar ve barış ortamına yüksek derecede bağımlı olan kırılgan bir yapı arz etmektedir. Bu bağlamda, çatışma bölgelerinde turistik altyapı ve üstyapının tahrip edilmesi, doğal ekosistemlerin bozulması ve kültürel mirasın geri döndürülemez biçimde zarar görmesi, savaşların turizm üzerindeki yıkıcı etkilerinin başlıca göstergeleri arasında yer almaktadır. Araştırma, askeri faaliyetlerin yol açtığı karbon ayak izi, iklim değişikliğiyle mücadeleye ayrılan kaynakların savunma harcamalarına kaydırılması ve çevresel sürdürülebilirlik politikalarının sektöre uğraması gibi unsurları dikkate alarak savaşın turizm sürdürülebilirliği üzerindeki etkilerini çok boyutlu bir analitik çerçevede değerlendirmektedir. Bununla birlikte, yerel toplulukların çatışma ortamında artan kırılganlığı, turizm gelirlerinde yaşanan dramatik azalış ve buna bağlı olarak ortaya çıkan zorunlu göç hareketleri, sosyal adalet ve toplumsal refah açısından önemli sonuçlar doğurmaktadır. Küresel yönetim perspektifinden ele alındığında ise savaşların uluslararası seyahat akışlarını kesintiye uğrattığı, destinasyon imajını zedelediği ve sürdürülebilir turizm ekosistemlerinin oluşumunu uzun vadede engellediği görülmektedir. Çalışma ayrıca, turizmin Hindistan ile Avrupa arasındaki diplomatik ilişkilerde bir “yumuşak güç” aracı olarak işlevselleştirilmesine yönelik politika önerileri geliştirmekte; sürdürülebilir turizmin çatışma sonrası dönemlerde barış inşası süreçlerine entegre edilmesine ilişkin kavramsal ve uygulamaya dönük bir çerçeve sunmaktadır. Bu kapsamda, Ukrayna örneğinde ortaya çıkan dayanışma turizmi girişimleri ile çatışma sonrası bölgelerde uygulanan topluluk temelli yeniden yapılanma modelleri incelenmektedir. Sonuç olarak, bu araştırma sürdürülebilir turizmin, temel güvenlik sorunları çözülmeden kalıcı bir yapı kazanamayacağını ortaya koymakta; bu nedenle Dünya Turizm Örgütü ve Birleşmiş Milletler başta olmak üzere uluslararası kuruluşların turizmi çatışma yönetimi ve barış inşası süreçlerine stratejik ve kurumsal bir araç olarak entegre etmesi gerektiğini ileri sürmektedir. Bu yaklaşım, turizmin uzlaş, dayanıklılık ve kapsayıcı kalkınma hedeflerine katkı sağlayan çok boyutlu bir politika aracı olarak yeniden konumlandırılmasına imkân tanımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilir Turizm, Savaşın Etkileri, Küresel Güvenlik, Çatışma Yönetimi, Yumuşak Güç Diplomasisi

1. INTRODUCTION

The peace dividend stemming from sustainable tourism works mainly through a complicated institutional trust and multilateral cooperation network. If such trust is broken by ultimate warfare, the effects go beyond local borders, causing a "domino effect" which breaks down regional governance frameworks. In the European context, energy weaponization and airspace destabilization have changed the cost-benefit calculation of sustainable travel, thus compelling a move from green investment to security-oriented survival spending. Such reallocation of funds means a "lost decade" in terms of climate, resilient tourism infrastructure, especially for the developing economies that depend on the European outbound markets.

Besides, the strategic partnership between India and Europe is also confronted by the issue of how the tourism sector can continue to serve as a bridge for social justice when geopolitical alignments are changing. The more the conflict destroys the "open, border" philosophy, which was the main driver of the global tourism growth, the more tourism becomes the victim of the divided global governance. Because there is no strong international legal framework that can protect tourism assets like the way medical facilities are protected under international humanitarian law, cultural landscapes and community livelihoods are left without any means of defense.

Accordingly, this paper argues that if international governing bodies such as the UNWTO and the UN do not include tourism-specific protection measures in their security strategies, the tourism industry's sustainability will continue to be an unstable hostage to geopolitical conflict.

By turning tourism from a "soft leisure" byproduct to a "hard security" asset, India and Europe may become forerunners of a new diplomatic discourse based on resilience and shared restorative justice in a post-conflict world.

2. CONCEPTUAL FRAMEWORK: THE VULNERABILITY OF TOURISM AND THE SUSTAINABILITY CURVE

2.1. The Vulnerability of the Peace, Tourism Nexus

Tourism is a "sensitive" sector by nature, possibly even more than any other global industry, since its primary "product" is not simply a service or a physical location but the intangible assurance of safety, mobility, and the perceived integrity of the destination. In the field of international relations, tourism is used as a measure of stability.

At its simplest, tourism is reliant on "negative peace" a concept from peace studies by Johan Galtung that refers to the mere absence of active violence, warfare, or physical conflict. Without this basic level, the very essentials of the industry would crumble: the ability for infrastructure to function would stop, insurance would become so expensive that it would be impossible to bear, and a positive perception of the destination would disappear, thus causing the immediate cessation of safe mobility.

Nonetheless, the goal of sustainable tourism goes well beyond and requires an entirely different condition: "positive peace". According to the UNWTO (UN Tourism) Global Code of Ethics, positive peace is not simply the absence of bombs but rather the existence of social justice, environmental care, community engagement, and fair sharing of benefits. While negative peace saves a hotel from destruction, positive peace creates an environment where a sustainable tourism industry can thrive.

This is largely how sustainability hinges on the concept of "hospitality trust", essentially the understanding between host and guest that they are sharing a safe and culturally enriching environment. Moreover, the point at which the industry undergoes a real "sustainability" test is the shift from negative to positive peace. In a zone where social justice is abused or natural resources are utilized in a manner that is harmful to the environment and community consent is not sought, "structural violence" occurs that jeopardizes the area and can lead to sudden conflict outbreaks. Sustainable tourism, therefore, is not only a good consequence of peace but also a necessary element of peace itself.

By encouraging international collaboration and creating economic interdependence, sustainable tourism generates a "peace, interest" between the stakeholders. If local communities, be it the craftsmen in India or the ecolodge owners in Europe, are given the power through fair tourism, they will then, essentially, be the keepers of peace. On the other hand, when conflict arises, the entire social fabric is torn apart, demonstrating that without a strong positive peace structure, sustainability is just a fleeting condition and not an enduring accomplishment.

2.2. The Deconstruction of the "Sustainability Curve"

Strategic Resource Reallocation and Opportunity Cost: In the context of war, the order of national priorities changes abruptly and completely. Funds that had been set aside for climate resilience measures, such as the protection of the coast or the development of a sustainable urban transport system for tourists, are now being used for military spending and national survival. This "reallocation" is very often a death knell for sustainability. By way of example, a government's expenditure account for managing and policing a UNESCO World Heritage biosphere can be wiped out to buy weapons or to build army posts on the borders. The real issue is the "missed opportunity cost"; the energy put into the defense industry is hardly ever recouped after the conflict thus, the tourism sector is left with a legacy of underinvestment and decayed infrastructure.²

The Hyper-Consumptive Nature of Conflict and Environmental Degradation

The way warfare actually works today is completely at odds with the "Net Zero" goals of the global tourism industry. On one hand, the hospitality industry is going through a very difficult, expensive transition to a carbon-neutral footprint, neutral footprints paying for electrification, circular waste disposal, and sustainable aviation fuels (SAF). On the other hand, the military continues to operate at a very high level of consumption

and is strategically so unconcerned with the environment that even the term ecological limits is affected. This results in "carbon dissonance," with the private sector's gains being wiped out by the state's military machinery. The carbon emissions of only one month of intense kinetic warfare mainly from the awesome jet fuel consumption of air sorties, the road moves of heavy armored divisions, and the demolishing of essential carbon reservoirs like old forests can buy back the entire sustainable tourism progress made over a decade at a very slow pace.

A company that has heavily invested in branding its "unspoiled" or "eco-friendly" image will face a massive environmental and ecological liability that will have effects felt for a very long time due to a short-term conflict. Besides the immediate atmospheric impact of greenhouse gas emissions, the "environmental integrity" of the sustainability curve is fundamentally broken by the introduction of persistent pollutants into the ecosystem. It is well known that modern munitions and military equipment contain heavy metals (such as lead, antimony, and depleted uranium) and energetic chemical compounds. Dispersal of these materials through explosions or the abandonment of hardware results in their going into "toxic seepage" into the soil and groundwater. Such chemical runoff is making pristine natural attractions, once the mainstay of ecotourism not only biologically depleted but also physically dangerous to human health.

Moreover, one of the long-term effects of war is the damage caused by unexploded ordnance (UXO) and landmines, which results in a permanent "structural freeze" on sustainable development. A land heavily scarred by war cannot be "managed" or "conserved" by the usual means; it essentially becomes a no-go area where there can be no community-based conservation activities or wildlife monitoring. In this way, a "natural asset" becomes a "territorial liability," thereby cutting off nature-based tourism for that area for a very long time.

For the India-Europe dialogue, this package identifies a significant governance gap, namely, the world community lacks an instrument whereby it can hold the warring parties financially or legally accountable for the loss of the "nature services" of the tourist spots. Consequently, the "ecological invoice" of the war is passed on to the local populations and the tourism sector that will have to face a post-conflict scenario of a dearth of biological resources and a polluted environment.

3. THE DIRECT AND INDIRECT EFFECTS OF WAR

3.1. Military Conflicts

Military conflicts produce a massive amount of greenhouse gases and cause so much environmental damage that these effects can be more than a whole country's yearly industrial CO₂ emissions. The amount of this "carbon conflict" is quite significant; the Russia-Ukraine war is thought to have produced roughly 230 MtCO_e within the first two years of the conflict, a number that is higher than the yearly emissions of Spain. These emissions are not only a result of the fighting itself; they are caused by a complicated chain of events, including

shelling, heavy use of military vehicles, destruction of carbon, sink forests, and fires that are not put out since there are no firefighting personnel in war zones. It is estimated that military actions worldwide contribute around 5.5% to the total global emissions when the supply chain and base operations are considered. If all the militaries of the world were combined and considered as one country, it would be the fourth-largest emitter globally, but they are pretty much free from the obligation to disclose their emissions under international climate agreements such as the Paris Accord.

Within the framework of sustainable tourism, the ecological violence naturally translates to the continual depletion of "natural capital." Ecotourism heavily depends on the primary assets, which are protected areas and national parks, and such areas are often among the first to be affected by kinetic warfare. Ukrainian national parks, e.g., Kamianska Sich, have been only one example of the impact on national parks, which have come under fire, suffered chemical pollution from munitions, and had a significant landmine issue. Damage of this kind is not only severe but very difficult to reverse; mines and bombs that have not been detonated can turn beautiful locations for leisure and nature preservation into off-limits areas, the effect of which is that the potential for ecotourism in that region is lost not only at that moment but also for decades to come.

Also, the more subtle ecological consequences are the contamination of international rivers. Whenever military strikes aim at industrial or chemical facilities situated near rivers, the consequent poisonous water flowing across borders thus contaminates the water resources upon which tourism downstream is based, that is, through recreation as well as local hospitality. This results in a disastrous loss of biodiversity since many species that are sensitive, and lure the visitors the most in fact, are forced to leave or get killed.

In the end, the "environmental bill" for war will still be an issue that extends to the post, conflict situation. There will be a double carbon spike when the huge emissions ensuing from the reconstruction efforts to raise cities, transport hubs and hospitality, basically everything from scratch, are added. Local authorities will have to divert the funds meant for climate change mitigation and adaptation, like the construction of seawalls or the landscaping of drought-resistant tourism resorts, to meet the costs of war. India and Europe, two regions of the world that are both devoted to the green transition, view the environmental effects of war as a serious common strategic problem because it harms the global environment and breaks the ecological balance that is necessary for the sustainable, rules, based tourism industry to function.

3.2. Cultural Heritage & Social Justice

During wars, cultural sites are often deliberately targeted as a means of warfare, rather than simply resulting in collateral damage. This is because they are seen as representing the nation's identity, history, and unity. Hence, the intentional destruction of the physical and non-physical aspects of culture becomes a weapon to erase memory and break the social bond. UNESCO has confirmed massive damage in the most recent case between

Russia and Ukraine: by late January 2026, 517 cultural locations have been either damaged or destroyed since February 2022, among these 153 places of worship, 269 buildings of historical and/or artistic interest, 38 museums, 33 monuments, 19 libraries, 4 archaeological sites, and 1 archive.

The areas of heaviest impact correlate with those nearest the frontlines. In the Donetsk oblast, 134 cultural sites have been damaged, including the Svyatogorsk Holy Dormition Lavra, a major Orthodox monastery complex, and several churches that were the scenes of heavy fighting. In Kharkiv oblast, where 83 incidents have been confirmed, there are examples of the Uspensky Cathedral (Assumption Cathedral), the Kharkiv Art Museum (which was badly damaged by shelling), the famous "Slovo" Building (a historic constructivist residential building for writers), and the Kharkiv National Academic Opera and Ballet Theater. These attacks have destroyed valuable artifacts, architectural gems, and museum collections, which in many cases have been brought to dust by direct hits or the force of the blasts nearby.

Socially, the ramifications are significant. Those local communities that relied on heritage-based tourism as their main source of income face livelihood losses as the number of visitors drops drastically and the sites become dangerous or inaccessible. Before the war in Ukraine, cultural tourism was a source of income for the hospitality workers, artisans, guides, and small businesses in the regions of Kharkiv and Donetsk. Unemployment increased in these sectors, with reports indicating that tens of thousands of people in hospitality and related fields were displaced or were without work. This economic downswing worsens the inequalities, especially among marginalized groups rural populations, ethnic minorities, and women who are often at the forefront of community-based tourism initiatives.

Being displaced worsens the predicament of the vulnerable: millions of Ukrainians have fled either within the country or abroad, which has led to an increase in the risk of exploitation, family separation, and psychosocial trauma. The mass migration, which is a result of the homes and livelihoods being destroyed, is causing humanitarian crises as well as the neighbors of Ukraine struggling to cope with the influx of refugees. These are the trends that go against SDG 10 (Reduced Inequalities) since the wealth gap is getting bigger and social cohesion is undermined. Losing one's cultural heritage can lead to a sense of alienation and even be a reason for some young people to get involved in radicalization, as they are left without positive identity narratives.

In general, the devastation of the cultural heritage sites in Ukraine is a clear indication of the fact that war, in addition to erasing the material possessions, breaks down the very social justice structures when it is systematic. Community-driven projects, ones that focus on inclusivity and the sustainability of tourism, are the ones that have the hardest time when there are security concerns and a lack of resources, thus, the cycle of poverty, displacement, and instability continues, which is the main obstacle to the long-term recovery and peacebuilding.

4. ECONOMIC DECELERATION

4.1 Economic Disruptions: The Collapse of Revenue and the Rise of Destination Stigma

When war breaks out, tourist arrivals plummet drastically, and usually, a "flight to safety" follows, which in turn destabilizes the entire regional economy. Narrative example: 'According to the United Nations World Tourism Organization (UNWTO, 2022), the Russia-Ukraine war has potentially resulted in a \$14 billion loss in global tourism revenues in its first year.' This loss was mainly because Russians and Ukrainians stopped spending abroad completely; they are very large markets for Europe and some parts of Asia, and a "cancellation wave" followed in Eastern Europe. Neighboring countries, even those quite remote from the frontline, reported falls in hotel occupancy and RevPAR (Revenue Per Available Room) as the perception of the whole region was a "risk zone" for international travelers (Gössling, 2022).

Besides the glaring issue of no visitors at all, the economic foundation of sustainable tourism is very much weakened by global supply chain disruptions and energy price uncertainties. Tourism nowadays relies so much on logistics that the rise in prices of jet fuels and the closing of key airspaces (such as the Siberian corridor) have led to a substantial increase in transportation costs. These "conflict premiums" are discouraging long-haul travel, with the India-Europe travel corridor being the most affected. There, the hike in fuel surcharges has made sustainable, low-impact travel unaffordable for a large number of people (Hall, 2022).

4.2. Long-term Stigma and Development Voids

Arguably, on top of the revenue fall, constant violence also leads to a "destination stigma" that is felt long after the guns go silent. Crisis management literature indicates that a "recovery gap" the duration it takes for a destination to regain the number of arrivals it had before the conflict could be as long as one or two decades based on the perceived brutality of the conflict (Pizam & Mansfeld, 2006). This stigma leads to a "development void" where foreign investors pull their money out of regions heavily dependent on tourism as they categorize such areas as high-risk environments.

In war-torn regions, tourism revenues do not only decrease; they completely disappear, thus severely impacting SDG 1 (No Poverty) and SDG 8 (Decent Work and Economic Growth). In most developing countries, tourism is the main engine that helps people get out of poverty by creating jobs for the marginalized, including women and youth. However, once a conflict arises, these people lose the main source of their livelihood, which consequently leads to a failure of social equity.

Local communities lose the "economic cushion" that tourism provides and, without this, they usually become part of the informal or "grey" economy, or in extreme cases, they have no choice but to migrate, thus the once vibrant host community turns into a displaced refugee workforce (Novelli, 2015). As a result, the economic damage caused by war is a major factor that impedes tourism from becoming a truly equitable development

tool, thus tourism leaves behind financial stagnation and institutional fragility. From a European perspective, Russia's war against Ukraine has thrown into disarray tourism corridors, energy security, and Eastern European destinations. "Solidarity tourism" was a response to this, e.g., morally good visits to the community, volunteer trips, and initiatives such as Airbnb's refugee housing, all of which are not only helping the economic revival and creating empathy but also raising awareness.

For India, it is regional instabilities (e.g., border tensions) that are shadows over the "Incredible India" brand and diaspora tourism. Violence, unconsciously, is a deterrent to the travel of Europeans and Asians by way of perceptions of safety. Diplomatic resonance exists in the idea that tourism can be positioned as a source of soft power: India enriches its regional relationships through its cultural heritage (e.g., Buddhist circuits), whereas Europe puts emphasis on normative frameworks. Joint ventures could thus go beyond the extension of connectivity partnerships to utilize tourism as a means of trust, building in a multipolar situation.

5. GLOBAL GOVERNANCE AND MULTILATERAL INSTITUTIONS

UNWTO and the UN have underscored the extreme vulnerability of tourism; however, there is an absence of binding mechanisms for the protection of tourism assets in situations of conflict. Travel corridors are being shut down through the implementation of sanctions and the banning of airspace, thus leading to the breakdown of sustainable ecosystems. Emissions from militaries, which constitute the majority of the gap in climate pledges, are a major factor of climate threats but they are not accounted for as they are often excluded from national reporting. The global governance system should incorporate tourism as a tool for preventing conflicts, and heritage should be considered as a protected matter under international law.

6. POST-CONFLICT RECONSTRUCTION AND PEACEBUILDING: TOURISM AS A RESTORATIVE FORCE

Examples of how Ukraine has shown resilience are community-led development and "hot, war tourism" (people visiting for solidarity ethically), which is turning the unfortunate situation into a chance for recovery. Through tourism, reconciliation between two previously hostile communities is facilitated by sharing heritage experiences. After a conflict, regeneration measures such as re, constructing eco, infrastructure and using dark/solidarity tourism help the economy to start up again and also the people to heal psychologically.

6.1. Resilience and the Rise of Solidarity Tourism

Tourism after a war or even during the late stages of an armed conflict can be radically changed from a recreational activity into a means of collective resilience. The conflict between Russia and Ukraine has given rise to a controversial, yet important, concept of "hot, war tourism," traveling to active or recently conflict areas not because of voyeurism, but because of the desire for worldwide solidarity and moral witnessing (Dolnicar & McCabe, 2022). In Ukraine, initiatives, models, and platforms like "Visit Ukraine" have changed their role to

encourage responsible visits, which help raise international awareness and provide direct financial support to local communities (Sass, 2020). Such solidarity tourism is a kind of psychosocial lifeline; it enables a community to present its story of resilience, thus turning places of suffering into sites of global learning and empathetic interaction (Lisle, 2016).

6.2. Tourism as a Mechanism for Reconciliation

Besides a quick economic boost, sustainable tourism is actually a crucial piece-building tool that helps deeply divided post-conflict societies. It can be a vehicle of reconciliation when it places the local cultural heritage and natural environment at the center of the dialogue between the two groups in conflict. Case in point, the creation of 'Peace Parks' or cross-border nature conservations gives the partners a chance to change their compartmentalized 'war game' thinking into the 'war against' a degraded environment. Guasca (2022) points out that by tourism of the memories and war stories sensitively and without glamorizing, tourism becomes a means of bringing about social reconciliation, thus, it establishes the patterns of mutual recognition and social reintegration. Communal heritage experiences, more than joint museum projects or intercultural food tours, are a way for the people to find their common identity, which is deeper than the conflict wounds.

6.3. Regenerative Approaches and Psychosocial Healing

Post-conflict recovery requires regenerative tourism, which is a model that not only "sustains" a damaged environment by "repairing" it. Some of these ways can be rebuilding the eco infrastructure that has been damaged by the war, such as national parks, and also implementing dark tourism frameworks, which will help public mourning and reflection (Stone, 2013). Going to memorials or visiting places where war has happened, if managed in the right way, can be a part of the psychosocial healing process as the recognition of the past suffering is combined with a gesture towards a peaceful future. For the India, Europe corridor, these models are a guide for turning tourism into a "soft power" weapon that could be used to stabilize fragile states so that the industry could be a "peace dividend" that would be not only economically viable but also socially transformative.

7. CONCLUSION AND POLICY RECOMMENDATIONS

The paper's analysis confirms that one cannot think of sustainable tourism without establishing peace first. Among economic downturns, the industry has displayed incredible strength, but it still cannot structurally defend itself against the devastating effects of kinetic warfare. War is the ultimate 'de-development' factor, which destroys environmental conservation efforts made for years, denies social justice to local communities, and directs global capital towards a highly consumptive defense economy. Tourism's 'sustainability curve' keeps getting more and more fragile in a multipolar world where hybrid threats and geopolitical rivalries are the order

of the day. Hence, tourism should be brought to the center stage of global security and governance alongside the 2030 Agenda, especially SDG 16.

In order to protect the future of the industry, the study recommends a multi-layered governance framework: Turning Tourism Assets into 'Protected' Status: International organizations like UNWTO (UN Tourism) and UNESCO should take the lead in proposing a new legal status under international humanitarian law. Similarly to how the Geneva Convention protects hospitals, the main sustainable tourism resources and cultural heritage sites should be declared as 'demilitarized zones' or 'Safe, D' (Safety of Destinations) areas to stop intentional attacks and ecocide (UN Tourism, 2025).

Mandating Military Emissions Reporting: One of the main ways to get at the "carbon of conflict" is for the UNFCCC to stop allowing military activities to be reported voluntarily as a loophole. To really gauge the extent of global climate progress, it is necessary to incorporate military carbon footprints (including emissions from war, fighting, and post-conflict reconstruction) into National Inventory Reports. Integrating Tourism into Peacebuilding Strategies: Tourism can be turned into a regular "Track II" diplomacy tool by diplomatic missions. With economic interdependence being created through borders, "Peace Corridors" and shared India, Europe, stakeholders at the same time gain a deterrent against aggression.

The India, Europe "Soft Power" Synergy: 2026 being the year for the India, EU Comprehensive Strategic Agenda, the two sides should, therefore, contemplate setting up a "Solidarity Tourism Fund." This fund would target supporting regenerative models in regions that have been through conflict, drawing on India's skilled community, led development, and Europe's green, tech infrastructure to heal not only the physical environment but also the psychosocial issues of the residents.

Funding Regenerative Post, Conflict Models: Global governance mechanisms have to move beyond mere "recovery" and put more emphasis on "regeneration." One aspect of this could be backing "eco, psychological healing" initiatives in which nature-based tourism is employed to help war-affected individuals recover from PTSD (Posttraumatic Stress Disorder), while at the same time the biodiversity of the degraded war zones is being restored.

Rather than seeing tourism merely as an effect of peace, by repositioning it as a strategic tool for peace, the global community can set up a more durable, fair, and peaceful world order. The India-Europe partnership, acting as a link between the Global South and the West, is in a perfect position to take the lead in this transformation, thus making certain that the "hospitality of nations" waves through the 21st century's storm.

REFERENCES

- Dolnicar, S., & McCabe, S. (2022). Solidarity tourism: How can tourism help the Ukraine and other war-torn countries? *Annals of Tourism Research*, 94, 103431.
- Gössling, S. (2022). Tourism and the Russia-Ukraine war: Impacts on global mobility and sustainability. *Journal of Sustainable Tourism*, 30(9), 2110-2125.
- Guasca, M., Vanneste, D., & Van Broeck, A. M. (2022). Peacebuilding and post-conflict tourism: addressing structural violence in Colombia. In *Peace Through Tourism* (pp. 98-114). Routledge.
- Hall, C. M. (2022). *Tourism and Geopolitics: The Political Economy of Peace and War*. Oxford: Routledge.
- Lisle, D. (2016). *Holidays in the Danger Zone: Entanglements of War and Tourism*. Minneapolis, MN: University of Minnesota Press.
- Novelli, M. (2015). *Tourism and Development in the Global South*. London: Routledge.
- Pizam, A., & Mansfeld, Y. (2006). *Tourism, Security and Safety: From Theory to Practice*. Burlington, MA: Elsevier Butterworth-Heinemann.
- Sass, E. (2020). *The impact of hybrid war on Ukraine's tourism development*. Kyiv: National University Publishing.
- Stone, P. R. (2013). Dark tourism, heterotopias and post-apocalyptic places: The case of Chernobyl. In L. White & E. Frew (Eds.), *Dark Tourism and Place Identity* (pp. 72-85). London, UK: Routledge.
- UNWTO. (2022). *The impact of the Russian Federation's invasion of Ukraine on international tourism*. Madrid, Spain: World Tourism Organization.

BİTOPOLOJİK UZAYLARDA YARI SÜREKLİLİK ÇEŞİTLERİ VE ARALARINDAKİ İLİŞKİLER

Şule SARUN / Doç.Dr., Ali AYTEKİN

Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Matematik, ssarun24@pau.edu.tr, 0009-0005-0329-

1354

Pamukkale Üniversitesi, Matematik Bölümü, aaytekin@pau.edu.tr, 0000-0001-7892-6960

Özet

Topolojik uzayların bir genelleştirmesi olan bitopolojik uzaylar, aynı küme üzerinde tanımlanan iki farklı topolojinin (X, τ_{12}) eşzamanlı olarak incelenmesine olanak tanıyarak genel topolojide oldukça zengin ve dinamik bir çalışma alanı sunar. Bu çalışmanın temel amacı, topolojik uzaylarda halihazırda bilinen yarı-süreklilik kavramlarını bitopolojik uzaylara uygun biçimde genişletilerek tanımlanan, bitopolojik yapılar üzerinden yeni yarı-süreklilik çeşitlerinin karakteristik özelliklerini incelemektir. Klasik yaklaşımlardan farklı olarak, iki topoloji arasındaki iki yönlü (pairwise) etkileşimi merkeze alan bu araştırmada, özel olarak SO_1, SO_2, SO_3 yarı-süreklilik türleri üzerine odaklanılmıştır. Çalışma kapsamında, bu üç farklı yarı-süreklilik çeşitlerinin davranışları analiz edilmiş ve her bir süreklilik çeşidi için gerekli ve yeterli koşullar ilgili teorem ve ispatlarıyla birlikte detaylıca ortaya konmuştur. Araştırmanın en çarpıcı bulgularından biri, tanımlanan SO_1, SO_2, SO_3 yarı-süreklilik yapıları arasındaki ilişkilerin kesin olarak belirlenmesidir. Bu bağlamda, ardışık olarak hangi yarı-süreklilik türünün diğerini kapsadığı matematiksel olarak ispatlanmıştır. Mantıksal geçişlerin yalnızca tek yönlü olduğu, yani karşıt önermenin her zaman sağlanmadığı özel durumlar ise, literatüre yeni bir bakış açısı kazandıracak özgün karşıt örnekler kurgulanarak desteklenmiştir. İlave olarak, çalışmada kullanılan bitopolojik uzaylardaki süreklilik çeşitlerinin kritik ve ayırt edici bir rol oynadığı vurgulanmıştır. Elde edilen tüm bu teorik sonuçlar, bitopolojik uzaylarda yapısal özelliklerin, topolojiler arası geçişlerin ve yarı-açık küme formlarının daha iyi anlaşılmasını sağlamakta; genel topoloji literatüründeki mevcut yarı-süreklilik teorilerini önemli ölçüde derinleştirmesi bakımından değer taşımaktadır.

Anahtar kelimeler: Bitopolojik Uzaylar, Süreklilik, Yarı-süreklilik

TYPES OF SEMI-CONTINUITY IN BITOPOLOGICAL SPACES AND THEIR INTERRELATIONSHIPS

Şule SARUN / Assoc. Prof. Dr. Ali AYTEKİN

Pamukkale University, Institute of Science, Mathematics, ssarun24@pau.edu.tr, 0009-0005-0329-1354

Pamukkale University, Mathematics Department, aaytekin@pau.edu.tr, 0000-0001-7892-6960

Abstract

Bitopological spaces, a generalization of topological spaces, offer a highly rich and dynamic area of study in general topology by allowing the simultaneous investigation of two distinct topologies (X, τ_{12}) , defined on the same set. The primary objective of this study is to investigate the characteristic properties of new variations of semi-continuity defined over bitopological structures by appropriately extending the concepts of semi-continuity already known in topological spaces to bitopological spaces. Diverging from classical approaches, this research centers on the pairwise interaction between the two topologies, with a specific focus on the SO_1, SO_2, SO_3 types of semi-continuity. Within the scope of this study, the behaviors of these three distinct semi-continuity types are analyzed, and the necessary and sufficient conditions for each type are presented in detail, accompanied by relevant theorems and proofs. One of the most striking findings of the research is the definitive establishment of the relationships among the defined SO_1, SO_2, SO_3 semi-continuous structures. In this context, the sequential inclusion of these semi-continuity types has been mathematically proven. Furthermore, the specific cases where the logical implications are strictly unidirectional—that is, where the converse does not always hold—are substantiated by constructing original counterexamples that bring a novel perspective to the literature. Additionally, the critical and distinguishing role of the continuity types in bitopological spaces utilized within this study is emphasized. All these theoretical results facilitate a deeper understanding of structural properties, inter-topological transitions, and semi-open set forms in bitopological spaces; thereby holding significant value by substantially advancing existing semi-continuity theories in the general topology literature.

Keywords: Bitopological Spaces, Continuity, Semi-continuity

1. INTRODUCTION

The concept of semi-open sets in topological spaces was first introduced in 1963 by Levine. Levine defined a set to be semi-open if it lies between an open set and the closure of that open set. Following this study, Levine investigated the concept of semi-continuity, which motivated various mathematicians to generalize classical topological concepts by using semi-open sets instead of open sets. For instance, Crossley and Hildebrand introduced the concepts of semi-closed sets, semi-interior, and semi-closure in a manner analogous to their topological counterparts. Subsequently, Maheshwari and Prasad defined new separation axioms using semi-open sets, while Bhattacharyya and Lahiri extended the concept of closed sets to semi-generalized closed sets. This theoretical enrichment in topology drew the attention of researchers to structures possessing more than one topology. Bitopological spaces, initially defined by Kelly and equipped with two arbitrary topologies, have provided a natural framework for these topological generalizations. Over time, the concepts of semi-openness and semi-continuity were extended to bitopological spaces and investigated by various researchers, such as Maheshwari and Prasad and Bose. However, since two distinct structures, such as τ_1 and τ_2 , are simultaneously active in bitopological spaces, the concept of continuity is not as uniform as it is in spaces equipped with a single topology. In these spaces, whether a function is semi-continuous varies depending on how the properties of both topologies interact with each other. The main purpose of this study is to investigate the concept of semi-continuity based on this multidimensional structure in bitopological spaces. To this end, the SO_1 , SO_2 and SO_3 types of semi-continuity are formally defined using semi-open sets. The fundamental properties and structural characterizations of these mappings are examined; furthermore, the distinctions and implications among SO_1 , SO_2 and SO_3 continuous functions are presented.

2. PRELIMINARIES

2.1. Fundamental Concepts in Bitopological Spaces

Definition 2.1.1: Let X be a non-empty set, and let τ_1 and τ_2 be two topologies defined on X . The ordered triple (X, τ_1, τ_2) is called a bitopological space.

Definition 2.1.2: Let (X, τ_1, τ_2) be a bitopological space and let $P \subseteq X$. If P can be expressed as $P = R \cup T$ such that $R \in \tau_1$ and $T \in \tau_2$, then the subset P is called a τ_1, τ_2 open set.

Example 2.1.1: Let $X = \{a, b, c\}$, $\tau_1 = \{\emptyset, X, \{a\}\}$ and $\tau_2 = \{\emptyset, X, \{b\}\}$. Then, the τ_1, τ_2 open sets are $\{\emptyset, X, \{a\}, \{b\}, \{a, b\}\}$ and the τ_1, τ_2 closed sets are $\{\emptyset, X, \{b, c\}, \{a, c\}, \{c\}\}$.

Definition 2.1.3: Let (X, τ_1, τ_2) be a bitopological space and $P \subseteq X$.

a) The intersection of all τ_{12} -closed sets containing P , that is, $\bigcap \{K : P \subset K, K \tau_{12} \text{ closed}\}$, is called the τ_{12} -closure of P and is denoted by $Cl(P)$.

b) The union of all τ_{12} -open sets contained in P , that is, $\bigcup \{K : K \subset P, K \tau_{12} \text{ open}\}$, is called the τ_{12} -interior of P and is denoted by $Int(P)$.

Definition 2.1.4: Let A be a subset of a space X . If $A \subseteq Cl_{12}(Int_{12}(A))$, then the set A is called a τ_{12} semi-open set. The family of all τ_{12} semi-open sets in a space is denoted by $SO(\tau_{12})$. The complements of the sets in this family are called τ_{12} semi-closed sets.

Example 2.1.2: Let $X = \{a, b, c, d\}$, $\tau_{12} = \{\emptyset, X, \{a\}, \{b, c\}, \{a, b, c\}\}$. In this case, τ_{12} -closed becomes $\{X, \emptyset, \{b, c, d\}, \{a, d\}, \{d\}\}$. If $A = \{a, d\}$ is taken, it is found as $Int_{12}(A) = \{a\}$ and $Cl_{12}(Int_{12}(A)) = Cl_{12}(\{a\}) = \{a, d\}$. Since $\{a, d\} \subseteq \{a, d\}$, the set $A = \{a, d\}$ is a τ_{12} semi-open set. However, this set does not take place in the τ_{12} topology, that is, it is not an open set.

2.2. Types of Semi-Continuity in Bitopological Spaces

The continuity properties of functions are generally considered from a "pairwise" perspective in the theory of bitopological spaces. Let $f : (X, \tau_{12}) \rightarrow (Y, \sigma_{12})$ be a map. Classical semi-continuity concepts are reformulated over the dual topological structure into three fundamental categories (SO_1, SO_2, SO_3) as follows.

Definition 2.2.1: Let (X, τ_{12}) and (Y, σ_{12}) be two bitopological spaces, and let $f : X \rightarrow Y$ be a function.

- a) (**SO_1 -Continuity**): The function f is said to be SO_1 -continuous if $f^{-1}(V) \in SO(X, \tau_{12})$ for every open set $V \in \sigma_{12}$.
- b) (**SO_2 -Continuity**): The function f is said to be SO_2 -continuous if $V \in SO(Y, \sigma_{12})$ for every semi-open set $V \in SO(Y, \sigma_{12})$.
- c) (**SO_3 -Continuity**): The function f is said to be SO_3 -continuous if $f^{-1}(V) \in \tau_{12}$ for every semi-open set $V \in SO(Y, \sigma_{12})$.

3. RESULTS

3.1. Relationships Between Semi-Continuity Types

Theorem 3.1.1 : SO_3 continuous, then this function is SO_2 continuous.

Proof : Suppose that the function f is SO_3 -continuous. By Definition 2.2.3, $V \in SO(Y, \sigma_{12})$, we have $f^{-1}(V) \in \tau_{12}$. Since every open set in topological spaces is also a semi-open set, we obtain $f^{-1}(V) \in SO(X, \tau_{12})$. By Definition 2.2.2, this implies that the function f is SO_2 continuous.

Theorem 3.1.2 : SO_2 continuous, then the function is SO_1 continuous.

Proof : Suppose that the function f is SO_2 continuous. Let $i \in \{1, 2\}$ and let $V \in \sigma_i$ be an open set. Since every open set is naturally a semi-open set, $V \in SO(Y, \sigma_i)$ is satisfied. Because the function f is SO_2 continuous, by Definition 2.2.2, we have $f^{-1}(V) \in SO(X, \tau_i)$. According to Definition 2.2.1, this shows that the function f is SO_1 continuous.

Corollary 3.1.1: From Theorem 3.1.1 and Theorem 3.1.2, it follows that every SO_3 continuous function is also SO_1 continuous. ($SO_3 \Rightarrow SO_1$)

Example 3.1.1: Let $X = Y = \{a, b, c\}$. Define the topologies $\tau_1 = \tau_2 = \{\emptyset, X, \{a\}, \{a, b\}\}$ on X , and $\sigma_1 = \sigma_2 = \{\emptyset, Y, \{a\}, \{b\}, \{a, b\}\}$ on Y . The family of semi-open sets on X is $SO(X, \tau_1) = \{\emptyset, X, \{a\}, \{a, c\}, \{a, b\}\}$. Similarly, the family of semi-open sets on Y is $SO(Y, \sigma_1) = \{\emptyset, Y, \{a\}, \{b\}, \{a, c\}, \{b, c\}, \{a, b\}\}$. Define the mapping $f : (X, \tau_1, \tau_2) \rightarrow (Y, \sigma_1, \sigma_2)$ by $f(a) = a, f(b) = a$ and $f(c) = c$. The function f is SO_1 -continuous because the inverse images of the open sets in Y ($\{a\}, \{b\}, \{a, b\}$) are $\{a, b\}, \emptyset$, and $\{a, b\}$ respectively, all of which are semi-open in X . However, f is not SO_2 -continuous. Although $V = \{b, c\} \in SO(Y, \sigma_i)$ is a semi-open set, its inverse image $f^{-1}(\{b, c\}) = \{c\}$ is not semi-open in X ($f^{-1}(V) \notin SO(X, \tau_i)$).

Example 3.1.2: Let $X = Y = \{a, b, c\}$. Define the same $\tau_1 = \tau_2 = \sigma_1 = \sigma_2 = \{\emptyset, X, \{a\}\}$ on both sets. The semi-open sets in these spaces $SO(X, \tau_1) = SO(Y, \sigma_1) = \{\emptyset, X, \{a\}, \{a, b\}, \{a, c\}\}$. Let $g : (X, \tau_1, \tau_2) \rightarrow (Y, \sigma_1, \sigma_2)$ be the identity function, meaning $g(x) = x$ for all $x \in X$. Since g is the identity function, for every $V \in SO(Y, \sigma_i)$, we have $g^{-1}(V) = V \in SO(X, \tau_i)$. Therefore, g is SO_2 -continuous. However, g is not SO_3 -continuous. For instance, while $V = \{a, b\} \in SO(Y, \sigma_i)$ is a semi-open set, its inverse image $g^{-1}(\{a, b\}) = \{a, b\}$ does not belong to the topology τ_i (it is not an open set).

4. CONCLUSION, DISCUSSION AND RECOMMENDATIONS

In this study, the hierarchical relationships between different semi-continuity concepts within bitopological spaces were evaluated. As demonstrated by Theorem 3.1.1 and Theorem 3.1.2, SO_3 -continuity strictly implies SO_2 -continuity, which in turn implies SO_1 -continuity.

The constructed counter-examples play a crucial role in the discussion of these findings, as they prove that these implications are strictly non-reversible. This confirms that the behavior of semi-open sets in bitopological spaces requires a more nuanced approach compared to classical topological spaces, primarily because the interaction between two independent topologies breaks the symmetry typically found in standard continuity. By defining the strict boundaries of SO_1 , SO_2 , and SO_3 semi-continuity, this study successfully extends classical semi-continuity theories into the realm of bitopological spaces. This provides a clear theoretical framework for understanding function behaviors under dual topologies.

Consequently, this theoretical foundation offers a robust mathematical tool for researchers analyzing mapping and preservation properties. For future research, it is highly recommended to apply these specific semi-continuity variations to more complex bitopological concepts, such as pairwise compactness, pairwise connectedness, and pairwise separation axioms, in order to fully explore their structural implications.

REFERENCES

- Bhattacharyya, P., & Lahiri, B. K. (1987). Semi-generalized closed sets in topology. *Indian Journal of Mathematics*, 29, 375-382.
- Crossley, S., & Hildebrand, S. K. (1971). Semi-closure. *Texas Journal of Science*, 22, 99-112.
- Crossley, S., & Hildebrand, S. K. (1972). Semi-topological properties. *Fundamenta Mathematicae*, 74(3), 233-254.
- Erciyes, A., Aytekin, A., & Şahan, T. (2016). Semi-homotopy and semi-fundamental groups. *Konuralp Journal of Mathematics*, 4(1), 155-163.
- Kelly, J. C. (1963). Bitopological spaces. *Proceedings of the London Mathematical Society*, 3(1), 71-89.
- Levine, N. (1963). Semi-open sets and semi-continuity in topological spaces. *The American Mathematical Monthly*, 70(1), 36-41.
- Maheshwari, S. N., & Prasad, R. (1975). Some new separation axioms. *Annales de la Société Scientifique de Bruxelles*, 89, 395-402.
- Scheers, J. M. (2011). *An exploration of semi-open sets in topological spaces* [Master's thesis, Stephen F. Austin State University].
- Şenel, G. (2022). *Esnek metrik uzaylar ve ikili topolojik uzaylar*. Gece Kitaplığı.

DINOV2 TABANLI KADEMELİ ADAPTASYON İLE KLİNİK ORTAMLARDA DİYABETİK RETİNOPATİ SINIFLANDIRMASI İÇİN UÇ CİHAZ PROTOTİPİ

Ufuk BAL¹ / Kürşad KOCAİSPİR² / İlay TAT³ / Ebubekir AKKUŞ⁴

¹Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği,

ufukbal@osmaniye.edu.tr, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0345-6989>

²Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği,

kursadkocaispir@osmaniye.edu.tr, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0008-7640-3291>

³Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik-Elektronik Mühendisliği,

ilayda.tat@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0004-2367-8882>

⁴Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Germencik Yamantürk Meslek Yüksekokulu, Elektronik ve

Otomasyon Bölümü, ebubekir.akkus@adu.edu.tr, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1232-948X>

Özet

Diabetik Retinopati (DR) dünya genelinde önlenabilir körlüğün başlıca nedenlerinden biri olup erken ve doğru evrenmesi klinik karar süreçleri açısından kritik öneme sahiptir. Bu çalışmada, renkli fundus görüntülerinden DR şiddetinin otomatik olarak sınıflandırılmasına yönelik, vision transformer (ViT) tabanlı DINOv2 mimarisine dayalı kademeli (multi-stage) bir transfer öğrenme yaklaşımı ve prototip uç cihaz tasarımıyla oluşan bir sistem önerilmiştir. Önerilen sistemde kullanılan model, Kaggle Diabetic Retinopathy Detection ve APTOS 2019 veri setleri üzerinde kademeli ön eğitimden geçirilmiştir. Ardından, WikiOptics WFC-01 non-midriyatik fundus kamerası ile NVIDIA Jetson Orin Nano gömülü platformunun fiziksel entegrasyonu ile geliştirilen taşınabilir prototip uç cihaz üzerinde, 95 adet özgün yerel klinik renkli fundus görüntüsü kullanılarak sistem gerçek klinik ortama uyarlanmış ve bu ortamda doğrulanmıştır. Model eğitimi, veri dağılımlarına uyum sağlama ve alanlar arası aktarılabilir öznelilikler öğrenme kapasitesini artırmak amacıyla çok aşamalı biçimde yürütülmüştür. Ön eğitim aşamasında kazanılan temsil gücü, yerel klinik verilerle gerçekleştirilen alan uyarlama süreciyle daha da güçlendirilmiştir. Klinik koşullarda otonom ve kaynak verimli çalışmayı mümkün kılmak amacıyla optimize edilen model bir sonraki aşamada NVIDIA Jetson Orin Nano gömülü platformuna entegre edilmiş, hasta bilgileri girişinden fundus görüntüsünün alınmasına ve analiz sonucunun görselleştirilmesine kadar tüm süreci tek bir ekranda bütünleştiren, hekim iş akışına uygun bir grafik kullanıcı arayüzü (GUI) tasarlanmıştır. 5-katlı çapraz doğrulama ile yapılan deneysel değerlendirmelerde, önerilen yaklaşım ile test veri seti üzerinde 0,8896 Quadratic Weighted Kappa (QWK) skoru ve %63,16 genel doğruluk (accuracy) elde edilmiştir. Ayrıca, klinik açıdan anlamlı bir performans göstergesi olan bitişik doğruluk (adjacent accuracy) kapsamında, tahminlerin %95,79'unun gerçek evre ile aynı veya ± 1 evre sapma gösterdiği, yalnızca %4,21'lik kısmında daha büyük hata olduğu gözlemlenmiştir. Gerçekleştirilen ablasyon

analizleri sonuçlarına göre büyük ölçekli ön eğitimin modelin istatistiksel kararlılığını artırdığı ve standart sapmayı 0,04 düşürdüğü görülmüştür. Elde edilen bulgular, önerilen sistemin gerçek klinik cihaz verileriyle doğrulanmış, taşınabilir ve güvenilir bir DR tarama çözümü sunduğunu göstermektedir. Ayrıca düşük güç tüketimli uç cihazlarda çalışabilmesi sayesinde Yeşil Yapay Zekâ (Green AI) ilkeleriyle uyumlu, sürdürülebilir bir yaklaşım sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Diyabetik Retinopati, DINOv2, Vision Transformer, Kademeli Alan Adaptasyonu, Uç Cihaz, NVIDIA Jetson Orin Nano.

EDGE DEVICE PROTOTYPE FOR DIABETIC RETINOPATHY CLASSIFICATION IN CLINICAL ENVIRONMENTS VIA DINOv2-BASED MULTI-STAGE ADAPTATION

Abstract

Diabetic retinopathy (DR) is one of the leading causes of preventable blindness worldwide, and early and accurate staging is critical for clinical decision-making. This study proposes an end-to-end system for the automatic classification of DR severity from color fundus images. The system integrates a multi-stage transfer learning framework based on the DINOv2 vision transformer (ViT) architecture with a prototype edge device design. The model used in the proposed system underwent incremental pre-training on the Kaggle Diabetic Retinopathy Detection and APTOS 2019 datasets. Subsequently, the system was adapted to and validated in a real clinical setting using 95 original local clinical color fundus images on a portable prototype edge device developed through the physical integration of a WikiOptics WFC-01 non-mydratic fundus camera and an NVIDIA Jetson Orin Nano embedded platform. In the proposed system, model training was conducted in multiple stages to enable the model to adapt to data distributions and learn cross-domain transferable features. The representational power obtained after pre-training was strengthened through an adaptation process carried out with local clinical data. To enable autonomous and resource-efficient operation in clinical settings, the optimized model was integrated into the NVIDIA Jetson Orin Nano embedded platform, a graphical user interface (GUI) suitable for the physician workflow was designed, integrating the entire process from patient information entry to fundus image acquisition and visualization of analysis results on a single screen. In experimental evaluations conducted using five-fold cross-validation, the proposed approach achieved a QWK score of 0.8896 and an overall accuracy of 63.16% on the test dataset. In addition, in terms of the clinically meaningful performance indicator of adjacent accuracy, it was observed that 95.79% of the predictions were the same as or within ± 1 stage of the actual stage, and only 4.21% of the predictions showed a greater error. According to the ablation analysis results, large-scale pre-training increased the statistical stability of the model and reduced the standard deviation by 0.04. The findings demonstrate that the proposed system offers a portable

and reliable DR screening solution validated with real clinical device data. Furthermore, its ability to operate on low-power edge devices provides a sustainable approach compliant with Green AI principles.

Keywords: Diabetic Retinopathy, DINOv2, Vision Transformer, Gradual Domain Adaptation, Edge Device, NVIDIA Jetson Orin Nano.

1. GİRİŞ

Diyabetik retinopati (DR), diyabetin (diabetes mellitus) en yaygın komplikasyonu olup (Wang & Lo, 2018) çalışan yetişkinlerde kalıcı görme kaybına yol açabilmektedir (Ting & Tan, 2017). DR şiddetinin klinik pratikte uzman oftalmologlar tarafından fundus görüntülerindeki mikroanevrizma ve kanama gibi patolojik belirtilere bakılarak manuel olarak derecelendirilmesi altın standart kabul edilmektedir (Krause ve ark., 2018). Ancak bu sürecin zaman alıcı olması, deneyimli oftalmolog gerektirmesi (Kandel & Castelli, 2020; Martinez-Murcia ve ark., 2021) ve değerlendiriciler arası tutarsızlık göstermesi (Krause ve ark., 2018) birinci basamak sağlık hizmetlerinde otonom tarama sistemlerine olan ihtiyacı artırmaktadır.

Son on yılda derin öğrenme tabanlı bilgisayarlı görü yöntemleri, DR sınıflandırmasında büyük ilerlemeler kaydetmiştir. İlk dönem çalışmaları büyük ölçüde Evrişimli Sinir Ağları (CNN) mimarileri üzerinde yoğunlaşmıştır. EfficientNet, DenseNet ve ResNet mimari ailelerinin çeşitli türevleri, APTOS 2019 ve EyePACS gibi açık erişim veri setlerinde yüksek doğruluk skorları elde edilmesini sağlamıştır (Tymchenko ve ark., 2020; Farag ve ark., 2022). Sonraki dönemde Vision Transformer (ViT) (Dosovitskiy ve ark., 2021) tabanlı yaklaşımlar DR sınıflandırma alanına dahil edilmiş (Mohan ve ark., 2022), Yang ve ark. (2024) maskelenmiş otoenkoder (MAE) ön eğitiminin büyük boyutlu retina görüntülerinde ViT performansını, ImageNet (ImageNet, 2021) ön eğitilmiş versiyonuna göre belirgin biçimde artırdığını göstermiştir. Liu ve ark. (2024) ViT tabanlı bir hibrit mimariye softmax ve havuzlama katmanlarını entegre ederek APTOS 2019 ve Messidor veri setlerinde sınıflandırma başarısını iyileştirmiştir. Goh ve ark. (2024), farklı CNN ve ViT türevlerini karşılaştırarak SWIN Transformer mimarilerinin AUC ve duyarlılık açısından geleneksel CNN modellerini geride bıraktığını ortaya koymuştur. Karkera ve ark. (2024) tarafından sunulan kapsamlı derleme çalışması da Transformer mimarilerinin DR derecelendirmesinde giderek artan kullanımını göstermiştir.

Bu performans artışlarına rağmen, mevcut yöntemlerin klinik ortama aktarılmasında hâlâ üç temel engel mevcuttur. Birincisi, etiketli tıbbi verinin yüksek maliyeti ve sınırlı miktarıdır. Bu durum, büyük ölçekli denetimli eğitimi önemli ölçüde zorlaştırmaktadır. Öz-denetimli öğrenme paradigması bu kısıtı aşmak için güçlü bir alternatif olarak öne çıkmıştır (Chen ve ark., 2020). Meta AI tarafından geliştirilen DINOv2 (Oquab ve ark., 2024), 142 milyon doğal görüntü üzerinde öz-denetimli öğrenme ile eğitilmiş ve genel amaçlı bir görsel temel model (foundation model) olarak medikal görüntü analizinde başarılı sonuçlar vermiştir. Baharoon ve ark. (2023) DINOv2'yi radyoloji kıyaslama ölçütlerinde kapsamlı biçimde değerlendirerek modelin denetimli ve

zayıf-denetimli verisyonlarını geride bıraktığını raporlamıştır. Hussien ve ark. (2025) DINOv2'yi akciğer kanseri, beyin tümörü, lösemi ve göz retina hastalıkları dahil çeşitli medikal sınıflandırma görevlerinde test etmiştir. Oftalmolojide ise Hou ve ark. (2026), retina-spesifik temel model RETFound (Zhou ve ark., 2023) ile DINOv2'yi sekiz açık erişim oftalmoloji veri setinde karşılaştırarak DINOv2'nin çok sınıflı göz hastalıkları için RETFound'a kıyasla daha iyi AUC değerleri elde ettiğini ortaya koymuştur. Bu bulgular, genel amaçlı öz-denetimli temel modellerin oftalmoloji görevlerinde retina-spesifik modellere alternatif olarak tercih edilebileceğini göstermektedir. Bu çalışmada ise DINOv2'nin öz-denetimli ön eğitimle elde edilmiş ağırlıkları başlangıç noktası olarak alınmış ve model etiketli veri setleri üzerinde denetimli ince ayar (supervised fine-tuning) yöntemiyle DR sınıflandırmasına uyarlanmıştır.

İkinci engel, modellerin farklı kamera sensörlerinden elde edilen görüntüler arasındaki alan uyumsuzluğuna (domain shift) uyum sağlamakta zorlanmasıdır. Bu nedenle açık erişim veri setlerinde eğitilen modellerin daha önce karşılaşmadığı veri kümelerinde (yerel klinik kameralar ile elde edilen görüntüler gibi) de yüksek doğruluk göstermesi gerekliliği, gerçek dünya konuşlandırılmasının önündeki önemli sorunlardan biridir (Henge ve ark., 2025). Derin öğrenme tabanlı modeller yüksek doğruluk değerleri sunabilse de, bu modellerin farklı kalite ve koşullarda elde edilen klinik görüntülere uygulanması çeşitli zorluklar içermektedir (De Fauw ve ark., 2018).

Üçüncü engel ise yüksek başarılı modellerin kısıtlı kaynaklara sahip uç cihazlarda (edge devices) konuşlandırılabilirliğidir. Literatürdeki çalışmaların büyük bir kısmı sunucu sınıfı GPU'larda yürütülmüş olup, gerçek poliklinik koşullarında çalışabilen taşınabilir prototiplere dair somut çalışma sayısının sınırlı olduğu bildirilmektedir (Kelly ve ark., 2019). Son dönemde bu açığa yönelik birkaç önemli çalışma öne çıkmıştır. Asare ve ark. (2025), Edge Impulse platformu üzerinden MobileNet, ShuffleNet ve SqueezeNet gibi hafif CNN mimarilerini mikrodenetleyici (MCU), AI hızlandırıcı ve mobil platformlarda konuşlandırarak DR sınıflandırma performanslarını karşılaştırmıştır. Çalışma sonuçlarına göre MobileNet için %96,45 eğitim doğruluğu, %73,58 validasyon doğruluğu ile birlikte bildirilen modellerde belirgin bir genelleme problemi ve düşük güçlü mikrodenetleyicilerde yüksek gecikme süreleri raporlanmıştır. Bhoopalan ve ark. (2025), kısıtlı kaynaklı ortamlar için tasarlanmış ViT mimarisi (TOViT) önererek bu açığı ViT ile kapatmaya çalışmıştır. Thaware ve ark. (2025), Raspberry Pi 5 üzerinde EfficientNet-B0 tabanlı hafif bir mimari ile fundus görüntülerinden çoklu etiketli göz hastalığı tespiti gerçekleştirmiş ve %96,2 doğruluk elde etmiştir. Renugadevi ve Yashini (2025) ise ViT ve Hibrit CNN-ViT mimarilerini Açıklanabilir Yapay Zeka (LRP, SHAP gibi) ve uç cihaz bileşenleriyle birleştiren bir framework önererek alanın kavramsal yönlendirmesine katkıda bulunmuştur. Ancak bu çalışma somut bir prototip sunmamış, daha çok mimari bir vizyon ortaya koymuştur.

Bu çalışmalar uç cihaz konuşlandırma yönünde değerli ilerlemeler sunmakla birlikte, literatürde üç temel boşluk öne çıkmaktadır. Birincisi, mevcut modeller büyük ölçüde hafif CNN mimarilerine dayanmaktadır ve son nesil

öz-denetimli temel modellerin (örneğin DINOv2) uç cihazlardaki performansı yeterince incelenmemiştir. İkincisi, eğitim ve doğrulama süreçleri büyük ölçüde standart açık erişim veri setleriyle sınırlı kalmakta olup modellerin yerel klinik kameralardan elde edilen gerçek dünya görüntüleri karşısındaki kararlılığı çoğunlukla test edilmemiştir. Üçüncüsü ise önerilen uç cihaz sistemlerinin önemli bir kısmının yalnızca kavramsal düzeyde kalmasıdır. Gerçek bir non-midriyatik fundus kamera ile entegre edilen, çapraz doğrulama ile değerlendirilen ve donanımsal olarak hızlandırılmış uçtan uca prototip gerçekleştirmeleri sınırlı sayıdadır.

Ayrıca yukarıda sıralanan üç engel (sınırlı etiketli veri, alan uyumsuzluğu ve uç cihaz konuşlandırma) birbirinden bağımsız olarak ele alındığında çözüme kavuşturulmuş olsa da, bu üç problemi tek bir uçtan-uca sistem içinde, gerçek bir non-midriyatik klinik kamera ile entegre biçimde değerlendiren çalışmalar az sayıdadır. Mevcut çalışmaların önemli bir kısmı laboratuvar ortamında yüksek hesaplama gücüyle eğitilen ve standart açık erişim veri setlerinde test edilen teorik modeller sunmaktadır. Bu nedenle, literatürdeki 0,90'ı aşan QWK skorlarının (Zheng ve ark., 2022; Chilukoti ve ark., 2024) gerçek klinik koşullarda elde edilen saha skorlarıyla doğrudan karşılaştırılması metodolojik olarak yanıltıcı olabilmektedir.

Bu çalışmada, söz konusu üç engeli birlikte ele alan, uçtan-uca otonom bir DR teşhis sistemi sunulmaktadır. Önerilen yöntemin literatüre özgün katkıları şu şekilde özetlenebilir:

1. Öz-denetimli temel modelin DR'ye adaptasyonu: Mevcut uç cihaz (Edge AI) çalışmalarının (Asare ve ark., 2025; Thaware ve ark., 2025) ağırlıklı hafif CNN mimarilerine yöneldiği literatürde, bu çalışma DINOv2 (ViT-S/14) (Oquab ve ark., 2024) öz-denetimli temel modelinin kademeli denetimli ince ayar (supervised fine-tuning) çerçevesinde DR derecelendirmesine adapte edilebilirliğini ve uç cihaz üzerinde çalıştırılabilirliğini ortaya koymaktadır.
2. Gerçek klinik kameraya özgü validasyon: Literatürdeki uç cihaz çalışmalarının büyük bölümünün açık erişim veri setleriyle sınırlı kaldığı görülmektedir. Bu çalışmada, önerilen sistem WikiOptics WFC-01 (WikiOptics, 2026) non-midriyatik fundus kamerasından elde edilen 95 adet özgün yerel klinik görüntü üzerinde 5-katlı çapraz doğrulama ile değerlendirilmiş ve modelin alan kayması karşısındaki davranışı sıralı hata profili (bitişik doğruluk : %95,79) açısından raporlanmıştır.
3. Somut prototip entegrasyonu: Renugadevi ve Yashini (2025) gibi çalışmaların ViT + uç cihaz birleşimini kavramsal düzeyde önerdiği bir literatür ortamında, bu çalışma söz konusu birleşimin somut bir gerçekleştirmesini sunmaktadır. Eğitilen DINOv2 modeli NVIDIA Jetson Orin Nano (NVIDIA, 2026) gömülü platformuna Açık Sinir Ağı Değişim Formatı (ONNX / Open Neural Network Exchange) ve TensorRT 16 bit kayan nokta (FP16 / Floating Point 16-bit) üzerinden konuşlandırılmış, hekimlere yönelik PyQt5 (PyQt5, 2026; Python, 2026) tabanlı bir grafik arayüz ile birleştirilmiş ve ortalama 1,75 saniyelik çıkarım süresi ile gerçek poliklinik şartlarında otonom çalıştırılabilir hale getirilmiştir.

2. YÖNTEM

2.1. Veri Setleri ve Görüntü Ön İşleme

Çalışmada modelin genelden özele öğrenme kabiliyetini artırmak amacıyla üç farklı veri kaynağı kullanılmıştır. Temel anatomi eğitimi için yaklaşık 35.000 görüntüden oluşan Kaggle Diabetic Retinopathy Detection (Kaggle DR) (Kaggle, 2015) veri seti, hastalık evreleme uzmanlığı için APTOS 2019 Blindness Detection (APTOS 2019) (Kaggle, 2019) veri seti ve saha validasyonu için WikiOptics WFC-01 fundus kamerasından elde edilen 95 adet özgün klinik görüntü (Klinik-95) kullanılmıştır. Görüntüler, Uluslararası Klinik DR Şiddet Ölçeği'ne (ICDR) (Wilkinson ve ark., 2003) göre 5 sınıfa ayrılmıştır.

Görüntüler eğitim öncesinde 480×480 piksel boyutuna yeniden ölçeklendirilmiş, ardından 448×448 boyutunda rastgele ölçekli kırpma işlemiyle modele beslenmiştir. Modelin genelleme yeteneğini artırmak amacıyla 1. ve 2. aşamalarda görüntü harmanlama (Mixup) ve bölgesel parça değişimi (CutMix) veri artırma teknikleri uygulanmış, 3. ve 4. aşamalarda ise küçük veri setine uygun olarak rastgele döndürme ($\pm 30^\circ$), yatay/dikey çevirme, renk savrulması ve rastgele silme teknikleri kullanılmıştır. Sınıf dengesizliğini gidermek amacıyla yine son aşamalarda ağırlıklı rastgele örnekleyici kullanılarak aşırı örnekleme yapılmıştır. Ağırlık güncelleme kararlılığını artırmak için ise Aşama 1'de 0,9999 ve Aşama 2'de 0,9998 sönümlleme katsayısıyla Üstel Hareketli Ortalama (EMA) (Morales-Brotons ve ark., 2024) uygulanmıştır.

2.2. DINOv2 Mimari Yapısı

ViT mimarileri, DR evrelemesinde tanı değeri taşıyan patolojik lezyonların ayırt edilmesinde geleneksel Evrişimli Sinir Ağları (CNN) mimarilerine kıyasla rekabetçi performans sergilemektedir (Goh ve ark., 2024; Karkera ve ark., 2024). Bu nedenle bu çalışmada sınıflandırma modeli olarak, Meta AI tarafından öz-denetimli öğrenme ile ön eğitilmiş DINOv2 (ViT-S/14) (Oquab ve ark., 2024) ViT mimarisi tercih edilmiştir. Özellik temsillerini DR evre sınıflarına dönüştürmek amacıyla, DINOv2 omurgasının sonuna sırasıyla bir LayerNorm katmanı, 512 nöronlu tam bağlı katman, GELU aktivasyon fonksiyonu, 0,3 oranında dropout ve beş sınıflı doğrusal çıkış katmanından oluşan özelleştirilmiş bir sınıflandırma başlığı entegre edilmiştir.

Modelin eğitiminde, DR evrelerinin sıralı yapısını korumak amacıyla Cross-Entropy kaybı ile ordinal regression literatüründen esinlenen SmoothL1 ($\beta = 0,1$) kaybını birleştiren hibrit bir sıralı kayıp fonksiyonu kullanılmıştır (Girshick, 2015; Niu et al., 2016; Cao et al., 2020). 1. ve 2. aşamalarda Mixup (Zhang et al., 2017) veri artırma yöntemi ile uyumlu soft-target formülasyonu ($\alpha = 0,3$), 3. ve 4. aşamalarda ise sınıf ağırlıklı hard-label eğitim yaklaşımı (weight = 0,5) kullanılmıştır.

Eğitim aşamasında aşırı öğrenmeyi önlemek ve önceki aşamalarda kazanılan bilgiyi korumak amacıyla katmanların kademeli olarak yeniden eğitime açıldığı strateji benimsenmiştir. 1. aşamada omurga ilk 5 epoch boyunca tamamen dondurulmuş (linear probing), ardından düşük öğrenme hızıyla ($1e-5$) eğitime dahil

edilmiştir. 3. ve 4. aşamalarda ise omurganın yalnızca son transformer bloğu ve normalizasyon katmanı açılarak kısmi kilit açma uygulanmıştır. Bu yaklaşım küçük klinik veri setinde aşırı öğrenmeyi engellemek amacıyla uygulanmıştır. DINOv2 tabanlı kademeli adaptasyon ve eğitim parametreleri Tablo 1’de gösterilmiştir.

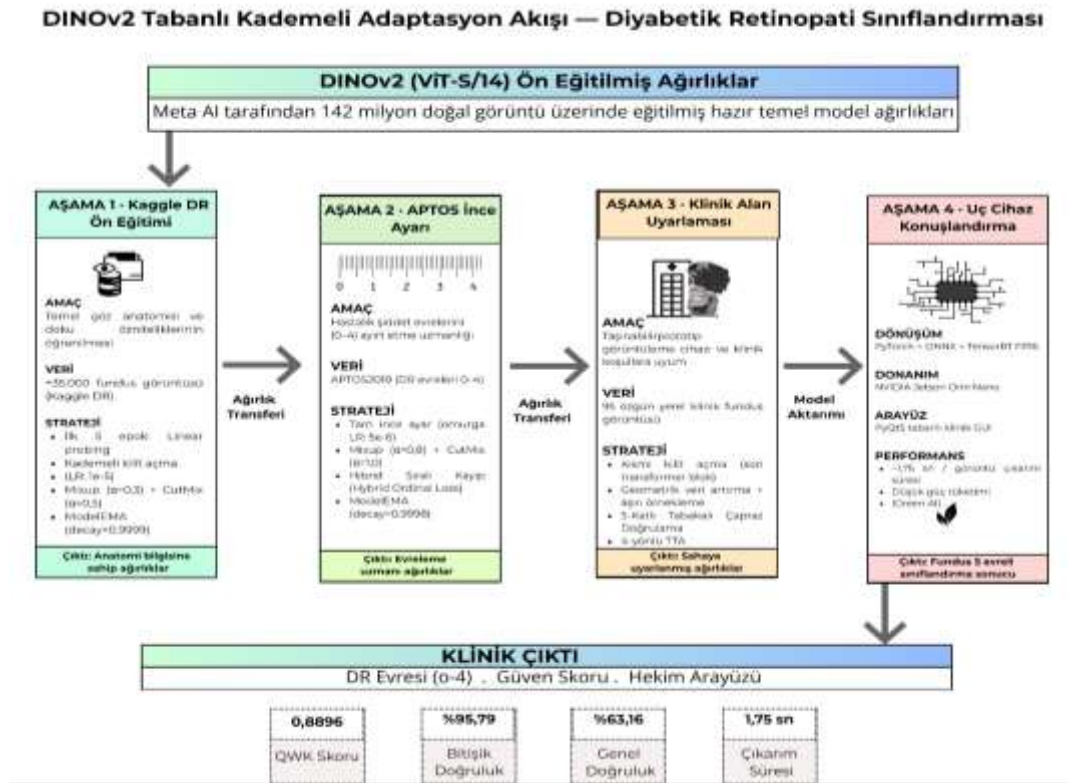
Tablo 1. DINOv2 tabanlı kademeli adaptasyon ve eğitim parametreleri

Eğitim Aşaması	Mimari	Girdi Boyutu	Head LR	Backbone LR	Strateji
Aşama 1: Kaggle DR	DINOv2 (ViT-S/14)	448×448	1e-3	1e-5 *	Linear probe → Fine-tune
Aşama 2: APTOS 2019	DINOv2 (ViT-S/14)	448×448	1e-4	5e-6	Tam ince ayar
Aşama 3/4: Klinik-95	DINOv2 (ViT-S/14)	448×448	1e-3	3e-5	Kısmi kilit açma

* 1. aşamada omurga ilk 5 epoch dondurulmuş, 5. epoch'tan itibaren 1e-5 öğrenme hızıyla eğitime dahil edilmiştir.

2.3. Kademeli Eğitim ve Adaptasyon Hattı

Önerilen sistemde, tek aşamalı eğitim yerine dört kritik fazdan oluşan kademeli bilgi transferi stratejisi izlenmiştir. Her fazda, bir sonraki fazın başarısı için gerekli öznetelik temsillerini kazandırmakta ve aşırı öğrenmeyi önlemek için özel teknikler kullanılmıştır. Önerilen sistemin genel akış şeması Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1. DINOv2 tabanlı kademeli adaptasyon hattının genel akış şeması

Şekil 1’de sunulan genel iş akışına göre, Aşama 1’de modelin genel göz anatomisine ilişkin temel görsel temsilleri öğrenmesi, Aşama 2’de DR evreleme görevine uyarlanması, Aşama 3’te yerel klinik görüntülere adapte edilmesi ve Aşama 4’te NVIDIA Jetson Orin Nano uç cihazı üzerinde çalıştırılması hedeflenmiştir. Bu aşamalar aşağıda ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

2.3.1. Aşama 1 (Kaggle DR Ön Eğitimi)

Bu aşamada modelin, fundus görüntülerindeki optik disk, damar ağı, makula gibi temel anatomik yapıları ve dokusal özellikleri öğrenmesi hedeflenmiştir. Yaklaşık 35.000 görüntüden oluşan Kaggle DR veri seti ile gerçekleştirilen bu fazın temel amacı, modelin ImageNet tabanlı genel görsel bilgisini medikal görüntüleme alanına aktarmasını sağlamaktır. İlk 5 epoch boyunca DINOv2 omurgası tamamen dondurularak yalnızca sınıflandırma başlığı eğitilmiş, sonrasında omurga düşük öğrenme hızıyla ($1e-5$) eğitime dahil edilmiştir. Geniş veri setinde aşırı öğrenmeyi önlemek için harmanlama tabanlı Mixup ($\alpha=0,3$) ve parça değişimli CutMix ($\alpha=0,5$) veri artırma teknikleri uygulanmış, ağırlık kararlılığı için EMA (sönümlleme katsayısı=0,9999) kullanılmıştır. Validasyon aşamasında 3-yönlü (orijinal + yatay çevirme + dikey çevirme) Test Aşamasında Veri Artırma (TTA / Test-Time Augmentation) (Shanmugam ve ark., 2020) uygulanmıştır.

2.3.2. Aşama 2 (APTOS 2019 İnce Ayarı)

Aşama 1’de elde edilen model ağırlıkları, DR şiddet evrelerini (Evre 0–4) ayırt etme yeteneği kazandırmak amacıyla APTOS 2019 veri seti üzerinde ince ayara tabi tutulmuştur. Tam ince ayar uygulanmış, ancak önceki fazda öğrenilen anatomik bilginin kaybolmaması için omurga düşük öğrenme hızıyla ($5e-6$) güncellenmiştir. Veri çeşitliliğini artırmak ve evreler arası kararlılığı sağlamak için Mixup ($\alpha=0,8$) ve CutMix ($\alpha=1,0$) belirlenen olasılıkla ($p=0,8$) uygulanmıştır. Hybrid Ordinal Loss, Mixup ile uyumlu yumuşak hedef formülasyonu ($\alpha=0,3$) ile kullanılmıştır. Model ağırlıklarının kararlılığı, 0,9998 sönümlleme katsayısıyla uygulanan Üstel Hareketli Ortalama (EMA) aracılığıyla sağlanmıştır, validasyonda TTA uygulanmamıştır.

2.3.3. Aşama 3 (Klinik Alan Uyarlaması ve Validasyon)

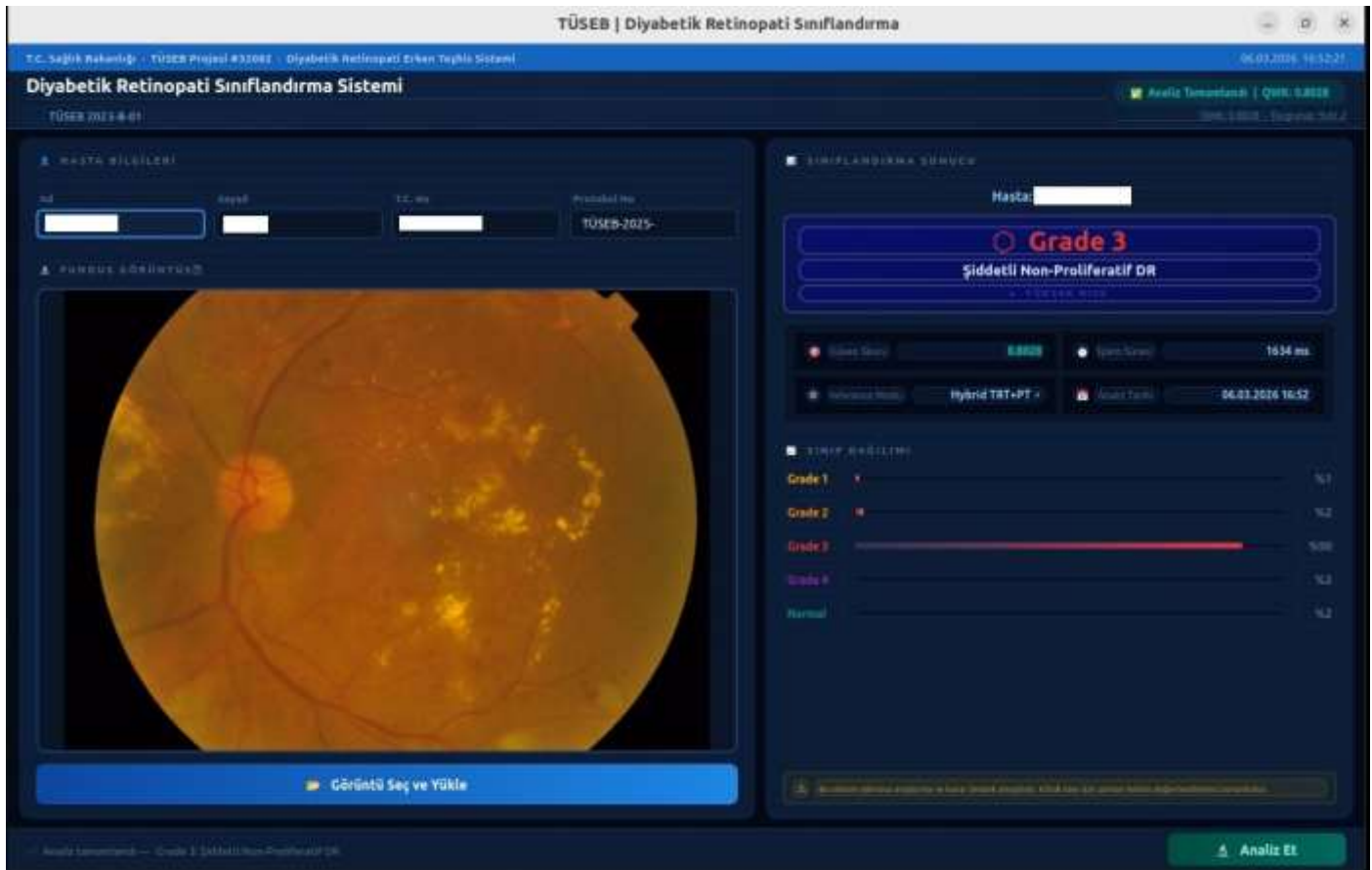
Aşama 2’de elde edilen model ağırlıkları, WikiOptics WFC-01 fundus kamerasının optik profiline uyum sağlayacak biçimde alan uyarlamasına tabi tutulmuştur. Küçük veri seti (Klinik-95) nedeniyle iki farklı görüntünün şeffaflıkla harmanlandığı Mixup ve bir görüntüden alınan yamanın diğerine eklendiği CutMix gibi karmaşık veri artırma algoritmaları devre dışı bırakılmıştır. Bunun yerine döndürme ve yatay/dikey çevirme gibi geometrik dönüşümler ile renk sivrulması ve rastgele silme gibi piksel düzeyinde veri artırma yöntemleri uygulanmıştır. Aşırı öğrenmeyi engellemek için omurganın yalnızca son transformer bloğu ve normalizasyon katmanı eğitime açılmış, geri kalan katmanlar dondurulmuştur. Böylece modelin APTOS 2019 üzerinde kazandığı evre ayırt etme bilgisi korunurken kameraya özgü düşük seviyeli özniteliklere uyum sağlaması amaçlanmıştır. Modelin gerçek performansını güvenilir biçimde değerlendirmek için 5-katlı çapraz doğrulama

uygulanmıştır. Her katta 76 görüntü eğitim, 19 görüntü test için ayrılmış, en iyi model ağırlıkları kaydedilmiş ve tahmin aşamasında 4-yönlü TTA (orijinal + yatay/dikey çevirme + 90° döndürme) uygulanmıştır. Bu fazda uygulanan 4-yönlü TTA, Aşama 1'deki 3-yönlü validasyon TTA'sından hem yön sayısı hem de uygulama amacı bakımından farklılaşmakta olup nihai model çıkarımına özgü bir değerlendirme protokolü olarak uygulanmıştır.

2.3.4. Aşama 4 (Model Optimizasyonu ve Uç Cihaz Konuşlandırma)

İlk üç aşamada eğitilen model, uç cihazda kullanılabilir hale getirilmesi amacıyla ONNX formatına dönüştürülmüş ve NVIDIA Jetson Orin Nano platformuna özel, FP16 hassasiyetinde donanım hızlandırmalı bir TensorRT motoru olarak optimize edilmiştir. Bu optimizasyon adımı sayesinde model, WikiOptics WFC-01 non-midriyatik fundus kamerası ile entegre edilerek klinik sahada gerçek zamanlı kullanıma uygun hale getirilmiştir.

Sistemin donanım entegrasyonu tamamlandıktan sonra, hekimlerin kullanımı için PyQt5 tabanlı bir grafik kullanıcı arayüzü (GUI) geliştirilmiştir. Geliştirilen GUI hasta bilgisi girişi, fundus görüntüsünün sisteme aktarılması, model analiz sonucunun ve sınıf olasılık dağılımlarının görselleştirilmesi gibi tüm klinik iş akışını tek bir ekranda bütünleştirmektedir. Gerçekleştirilen GUI Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Geliştirilen taşınabilir prototipin PyQt5 tabanlı grafik kullanıcı arayüzü

Şekil 2'de görüleceği üzere, geliştirilen grafik kullanıcı arayüzünün sol panelinde hasta bilgileri ve yüklenen fundus görüntüsü, sağ panelde ise model sınıflandırma sonucu (DR evresi ve güven skoru) ile sınıf olasılık dağılımı detaylandırılmaktadır. GUI, analiz sonucunda modelin ürettiği DR evresini, modelin güven skorunu ve işlem süresini hekimin rahatça yorumlayabileceği şekilde sunmaktadır. Ayrıca sistemin yalnızca araştırma ve karar destek aracı olduğu, nihai klinik tanı sorumluluğunun uzman hekime ait olduğu açıkça belirtilmiştir. Yapılan donanım ve yazılım optimizasyonları sonucunda, görüntünün alınmasından DR evresi ve model güven skorunun ekrana yansıtılmasına kadar geçen toplam süreç ortalama 1,75 saniyeye (1400 - 2100 ms aralığında) düşürülmüş ve hekime kesintisiz, gerçek zamanlı tanı desteği imkânı sağlanmıştır.

Geliştirilen prototip, saha koşullarında hekim tarafından doğrudan kullanılabilmekte olup, fundus görüntüleme ve analiz süreçlerinin eşzamanlı olarak yürütüldüğü klinik kullanım senaryosu Şekil 3'te gösterilmiştir.



Şekil 3. DINOv2 tabanlı modelin uç cihaz üzerinde gerçek zamanlı klinik uygulama senaryosu

Şekil 3'te gösterilen klinik kullanım senaryosunda görüntüleme donanımı üzerinden hastanın fundus muayenesi gerçekleştirilirken, sisteme entegre edilen GUI vasıtasıyla yapay zeka tabanlı analiz süreci hekim tarafından eşzamanlı olarak takip edilebilmektedir.

3. BULGULAR

3.1. Model Sınıflandırma Performansı

Önerilen DINOv2 tabanlı adaptasyon sistemi, 5-katlı çapraz doğrulama yöntemiyle test edilmiştir. Modelin hiperparametreleri ve eğitim stratejisi, klinik verilerdeki sınıf dengesizliğinin etkilerini en aza indirecek şekilde

optimize edilmiştir. Yapılan testler sonucunda sistem 0,8896 Quadratic Weighted Kappa (QWK) skoru ve %63,16 genel doğruluk oranına ulaşmıştır. Gerçek klinik kamera verileri kullanılarak uç cihazlarda gerçekleştirilen çalışmalar göz önüne alındığında, elde edilen bu değerler sahadaki uygulanabilirlik açısından anlamlı bir performans düzeyine işaret etmektedir. Özellikle kullanılan hibrit sıralı kayıp fonksiyonu, ağır hastalık evreleri arasındaki sıralı geçişleri çok daha tutarlı bir şekilde tahmin etmesine olanak tanımıştır.

3.2. Prototip Çıkarım Performansı

Klinik ortamlarda hekimlerin bekleme süresini en aza indirmek amacıyla, gömülü sistem (NVIDIA Jetson Orin Nano) üzerinde donanımsal hızlandırma teknikleri uygulanmıştır. Model, optimum hız ve kararlılığı sağlamak için TensorRT motoru aracılığıyla FP16 hassasiyetinde optimize edilmiştir. Sahada gerçekleştirilen performans testlerinde, cihazın görüntü başına ortalama analiz süresi ortalama 1,75 saniye olarak ölçülmüştür. Bu süre, poliklinik iş akışı göz önüne alındığında, klinik olarak kabul edilebilir bir gerçek zamanlı tarama hızına karşılık gelmektedir.

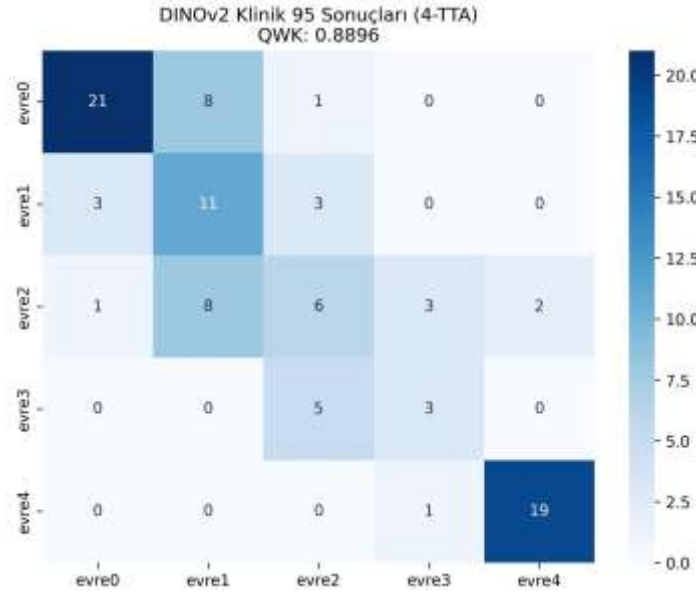
3.3. Ön Klinik Saha Testi Sonuçları

Laboratuvar ortamındaki başarının WikiOptics WFC-01 fundus kamerasından gelen gerçek dünya verilerine aktarılabilirliğini ölçmek amacıyla, geliştirilen prototip ile 95 adet yerel klinik görüntü üzerinde analizler gerçekleştirilmiştir. 5-katlı çapraz doğrulama sonuçlarına göre hazırlanan klinik performans değerleri Tablo 2'de özetlenmiştir.

Tablo 2. DINOv2 modelinin Klinik-95 veri seti üzerindeki performansı

DR Evresi	Örnek Sayısı	Doğru Tahmin	Duyarlılık (Recall)	Bitişik Doğruluk (Adjacent Accuracy)
Evre 0 (Normal)	30	21	%70,0	%96,7
Evre 1 (Hafif)	17	11	%64,7	%100,0
Evre 2 (Orta)	20	6	%30,0	%85,0
Evre 3 (Şiddetli)	8	3	%37,5	%100,0
Evre 4 (Proliferatif)	20	19	%95,0	%100,0
Genel Toplam	95	60	%63,16	%95,79

Modelin sınıflar arası tahmin dağılımı ise Şekil 4'te yer alan karmaşıklık matrisi aracılığıyla görselleştirilmiştir. Doğru tahmin değerleri ve duyarlılık oranları 5-katlı çapraz doğrulama sonucunda oluşturulan karmaşıklık matrisinden elde edilmiştir. Bitişik doğruluk ise modelin tahmininin gerçek hastalık evresiyle aynı veya bir evre sapma gösterdiği durumlarda doğru kabul edildiği, klinik açıdan son derece anlamlı bir metriktir.



Şekil 4. 5-katlı çapraz doğrulama ve 4-yönlü TTA sonrası elde edilen karmaşıklık matrisi

Şekil 4'te sunulan karmaşıklık matrisinde köşegen üzerindeki değerler doğru sınıflandırılan örnekleri gösterirken köşegen dışındaki değerler hatalı tahminleri göstermektedir. Matristen de anlaşıldığı üzere, modelin yaptığı hataların büyük bir çoğunluğu komşu hastalık evreleri arasında yoğunlaşmaktadır.

Elde edilen saha bulgularına göre sistem, 0,8896 QWK skoru ve %95,79 bitişik doğruluk değerine ulaşmıştır. Sınıf bazlı performans incelendiğinde, modelin Proliferatif DR (Evre 4) aşamasında %95 tam doğruluk ile ileri seviye vakaları yüksek hassasiyetle ayırt ettiği ve Evre 1, Evre 3 ve Evre 4'te ise bitişik doğruluğun %100'e ulaştığı gözlemlenmiştir. Bu bulgu, modelin söz konusu evrelerdeki hatalarının her zaman komşu evreyle sınırlı kaldığını ve klinik açıdan kritik sayılabilecek büyük sapmaların yaşanmadığını göstermektedir.

Modelin görece daha düşük tam doğruluk gösterdiği orta evreler (Evre 1 ve Evre 2), literatürde uzman oftalmologlar arasında dahi en yüksek değerlendirici tutarsızlığının gözlemlendiği evrelerdir (Krause ve ark., 2018). Bu evrelerde model hatalarının %85–100 oranında bitişik evre içerisinde kalması, sistemin klinik olarak kabul edilebilir tolerans aralığında çalıştığını desteklemektedir. Genel olarak değerlendirildiğinde, sistemin 95 vakadan yalnızca 4'ünde (%4,21) birden fazla evre sapması gösteren bir hata yaptığı tespit edilmiştir. Elde edilen bu düşük hata profili, geliştirilen sistemin sahada bir tarama destek aracı olarak güvenilir biçimde kullanılabileceğini kanıtlamaktadır.

Erken evrelerde (Evre 1–2) gözlemlenen tam doğruluk düşüklüğü, kısmen WikiOptics kamerasının optik sensör karakteristiklerinden kaynaklanan alan kayması etkisine işaret etmekte olup bu durum gelecek çalışmalarda hedeflenen iyileştirmelerin temel motivasyonunu oluşturmaktadır.

3.4. Ablasyon Analizi (Kaggle DR Ön Eğitiminin Etkisi)

Önerilen kademeli eğitim hattındaki Kaggle DR ön eğitiminin (Aşama 1) modelin nihai performansına ve kararlılığına olan etkisini değerlendirmek amacıyla bir ablasyon analizi gerçekleştirilmiştir. Bu analizde, tam eğitim hattıyla elde edilen model, Kaggle DR ön eğitimi atlanarak doğrudan APTOS 2019 üzerinden başlayan eğitimle elde edilen modelle karşılaştırılmıştır. Elde edilen karşılaştırmalı sonuçlar Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3. Aşama 1 (Kaggle DR ön eğitimi) ablasyon analizi sonuçları

Metrik	Önerilen Hat (Aşama 1 Var)	Karşılaştırma (Aşama 1 Yok)	Fark (Δ)
QWK (Kappa)	0,8896	0,8374	+0,0522
Genel Doğruluk	%63,16	%65,61	-2,45 yüzde puanı (pp)
Makro F1	0,6764	0,6405	+0,0359
Kat STD (İstikrar)	0,0439	0,0833	-0,0394

Analiz sonuçları, Aşama 1 (Kaggle DR) ön eğitiminin ordinal sınıflandırma performansını (QWK) artırmasının yanı sıra, katlar arasındaki standart sapmayı 0,08'den 0,04'e düşürerek modelin klinik veriler üzerindeki kararlılığını yaklaşık iki kat iyileştirdiğini göstermektedir. Bu bulgu, alana özgü ön eğitimin yalnızca toplam başarıya değil aynı zamanda modelin hata profiline ve farklı veri bölmeleri karşısındaki kararlılığı üzerine de pozitif etkide bulunduğunu ortaya koymaktadır. Genel doğrulukta gözlemlenen küçük düşüşe karşın, ordinal yapıya duyarlı QWK metriğindeki belirgin artış (+0,0522) ve standart sapmanın yarıya inmesi oldukça dikkat çekicidir. Bu durum, ön eğitimsiz modelin ordinal evre yapısını daha zayıf şekilde koruduğunu ve tahminlerinde evreler arası yapısal tutarlılığın daha düşük olduğunu göstermektedir. Klinik tarama bağlamında bu fark kritiktir. Çünkü bir Evre 0 vakayı Evre 4 olarak yanlış sınıflandırma riski, ön eğitilmiş modelde belirgin biçimde azalmaktadır.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, DR şiddetinin otonom ve güvenilir bir şekilde sınıflandırılması amacıyla DINOv2 mimarisini temel alan kademeli bir adaptasyon stratejisi ve klinik kullanıma uygun taşınabilir bir uç cihaz prototipi geliştirilmiştir. Literatürdeki çalışmalar çoğunlukla tekil mimarilerin laboratuvar ortamındaki teorik doğruluklarına odaklanmaktadır. Bu çalışmanın özgün katkısı, geliştirilen modelin dört aşamalı bir adaptasyon hattıyla (Aşama 1–4) gerçek klinik koşullarında çalışabilen somut bir donanıma (NVIDIA Jetson Orin Nano ve WikiOptics WFC-01) entegre edilerek bir uç cihaz prototipi olarak uygulanmasıdır.

Yapılan deneysel değerlendirmelerde, model 5-katlı çapraz doğrulama testlerinde 0,8896 QWK skoruna ulaşmıştır. Bu skor, modelin tahminlerini ordinal evre yapısına uygun biçimde ürettiğini göstermekte olup klinik bir tarama sisteminden beklenen temel niteliktir. Modelin tam doğruluk skoru (%63,16) ile QWK skoru (0,8896) arasındaki belirgin fark, başlangıçta beklenmedik görünebilir. Ancak bu ayrım sistemin güvenlik profili açısından dikkate değerdir. Model tahminlerinin %95,79'u gerçek evre ile aynı sınıfta veya bitişik evre

(± 1 seviye) aralığında gerçekleşmiştir. Vakaların yalnızca %4,21'inde birden fazla evre sapması gösteren bir hata gözlemlenmiştir. Klinik tarama bağlamında bu profil büyük önem taşımaktadır. Çünkü sistemin bir Evre 0 vakayı Evre 4 olarak tanımlama veya bunun tersi yönde bir sapma yapma olasılığı oldukça düşüktür. Sistemin sergilediği bu kararlı davranış, Meta AI tarafından öz-denetimli olarak ön eğitilmiş DINOv2 omurgasındaki güçlü görsel öznitelik temsillerinin kademeli denetimli ince ayar aracılığıyla DR alanına başarıyla aktarılmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca hastalık evreleri arasındaki sıralı yapıyı koruyan hibrit sıralı kayıp fonksiyonunun kullanılması da bu başarının elde edilmesinde kritik bir rol oynamaktadır.

Modelin tam doğruluk oranının nispeten düşük kaldığı Evre 1 ve Evre 2, DR bulgularının daha ince klinik ayrımlara dayandığı ve sınıflandırma belirsizliğinin yüksek olduğu evrelerdir. Bu nedenle, söz konusu sınıflardaki performans düşüşü yalnızca model başarısızlığı olarak değil, sınıflar arası geçişlerin klinik ve görsel açıdan zor ayrıştırılmasının getirdiği doğal bir zorluk olarak değerlendirilmelidir. Önerilen sistemin bu evrelerde dahi bitişik doğruluğu %85–100 aralığında tutması, klinik olarak kabul edilebilir tolerans sınırları dahilinde çalıştığını kanıtlamaktadır.

Yapılan ablasyon analizleri, Kaggle DR veri seti üzerinde gerçekleştirilen alana özgü ön eğitimin (Aşama 1) ortaya koyduğu iki önemli etkiyi göstermiştir. Birincisi, katlar arası standart sapmanın belirgin biçimde düşmesidir. Bu bulgu, modelin farklı veri bölmeleri karşısındaki istikrarının arttığına işaret etmektedir. İkincisi ve klinik açıdan daha kritik olan etki ise ön eğitimin model hatalarının dağılımını ordinal ekseninde daha sıkışık hale getirmesi ve model yanılgılarını klinik olarak kabul edilebilir bitişik evre aralığında tutmasıdır. Elde edilen bu bulgular, alana özgü ön eğitimin yalnızca toplam başarıya değil aynı zamanda hatanın yapısına da doğrudan etki ettiğini ortaya koyması bakımından oldukça dikkate değerdir.

Donanım tarafında geliştirilen prototip, görüntü başına ortalama 1,75 saniyelik çıkarım süresi ile poliklinik koşullarında gerçek zamanlı tarama imkânı sunmaktadır. Elde edilen bu hız, hekimin olağan iş akışını kesintiye uğratmadan yapay zeka destekli tarama gerçekleştirebilmesine olanak tanımaktadır.

Bunlarla birlikte çalışmanın temel sınırlılığı, klinik doğrulama veri setinin görece küçük olan örneklem boyutudur ($n=95$). Bu durum, özellikle az temsil edilen orta evrelerde (Evre 2, Evre 3) istatistiksel kararlılığı sınırlandırmaktadır. Gelecek çalışmalarda planlanan iyileştirmeler şunlardır:

1. WikiOptics kamerasının optik profilini taşıyan klinik veri setinin genişletilmesi ve uç cihaz üzerinde doğrudan ince ayar uygulanarak alan kayması etkisinin en aza indirilmesi.
2. Açıklanabilir Yapay Zeka (XAI) yöntemleri (Grad-CAM++ vb.) kullanılarak model kararlarının grafik arayüz üzerinden hekime görsel olarak sunulması. Bu özelliğin, klinik karar destek sürecinin şeffaflığını ve sistemin sahadaki kabul edilebilirliğini artıracakları öngörülmektedir.

3. Modelin orta evrelerdeki ayırt etme gücünü artırmaya yönelik olarak lezyon odaklı ön eğitim stratejilerinin geliştirilmesi.

Sonuç olarak geliştirilen bu entegre altyapı, birinci basamak sağlık merkezleri ve uzman hekime erişimin sınırlı olduğu bölgeler için düşük maliyetli, hızlı ve uzman değerlendirmesini destekleyici bir DR tarama çözümü olma yolunda son derece güçlü bir prototip niteliği taşımaktadır.

Etik Onayı

Çalışmada kullanılan ve 95 adet orijinal görüntüden oluşan özel klinik veri setinin elde edilmesi ve kullanılması için olarak İzmir Buca Seyfi Demirsoy Eğitim ve Araştırma Hastanesi Etik Kurulu'ndan 24.02.2021 tarihli, oturum numarası 02 ve karar numarası 15 olan bir Etik Kurul Raporu alınmıştır. Kaggle DR ve APTOS 2019 veri setleri ise kamuya açık veri setleri olup kaynaklar kısmında verilen bağlantılardan erişilebilmektedir.

Teşekkür

Bu araştırma, Türkiye Sağlık Enstitüleri Başkanlığı (TÜSEB) tarafından 32082 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir. Katkılarından dolayı TÜSEB'e teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Asare, A., Gookyi, D. A. N., Boateng, D., & Wulnye, F. A. (2025). Deploying and evaluating multiple deep learning models on edge devices for diabetic retinopathy detection. *arXiv preprint arXiv:2506.14834*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2506.14834>
- Baharoon, M., Qureshi, W., Ouyang, J., Xu, Y., Phol, K., Aljouie, A., & Peng, W. (2023). Towards general purpose vision foundation models for medical image analysis: An experimental study of dinov2 on radiology benchmarks. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2312.02366>
- Bhoopalan, R., Sekar, P., Nagaprasad, N., Mamo, T. R., & Krishnaraj, R. (2025). Task optimized vision transformer for diabetic retinopathy detection and classification in resource constrained early diagnosis settings. *Scientific Reports*, 15(1), 39047. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-25399-1>
- Cao, W., Mirjalili, V., & Raschka, S. (2020). Rank consistent ordinal regression for neural networks with application to age estimation. *Pattern Recognition Letters*, 140, 325-331. <https://doi.org/10.1016/j.patrec.2020.11.008>
- Chen, T., Kornblith, S., Norouzi, M., & Hinton, G. (2020). A Simple Framework for Contrastive Learning of Visual Representations. *arXiv preprint arXiv:2002.05709*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2002.05709>
- Chilukoti, S. V., Shan, L., Tida, V. S., Maida, A. S., & Hei, X. (2024). A reliable diabetic retinopathy grading via transfer learning and ensemble learning with quadratic weighted kappa metric. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 24(1), 37. <https://doi.org/10.1186/s12911-024-02446-x>
- De Fauw, J., Ledsam, J. R., Romera-Paredes, B., Nikolov, S., Tomasev, N., Blackwell, S., ... & Ronneberger, O. (2018). Clinically applicable deep learning for diagnosis and referral in retinal disease. *Nature Medicine*, 24(9), 1342-1350. <https://doi.org/10.1038/s41591-018-0107-6>
- Dosovitskiy, A., Beyer, L., Kolesnikov, A., Weissenborn, D., Zhai, X., Unterthiner, T., ... & Houlsby, N. (2020). An image is worth 16x16 words: Transformers for image recognition at scale. *arXiv preprint arXiv:2010.11929*. [arXiv:2010.11929v2 https://doi.org/10.48550/arXiv.2010.11929](https://doi.org/10.48550/arXiv.2010.11929)
- Farag, M. M., Fouad, M., & Abdel-Hamid, A. T. (2022). Automatic severity classification of diabetic retinopathy based on DenseNet and convolutional block attention module. *IEEE Access*, 10, 38299–38308. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3165193>
- Goh, J. H. L., Ang, E., Srinivasan, S., Lei, X., Loh, J., Quek, T. C., Xue, C., Xu, X., Liu, Y., Cheng, C. Y., Rajapakse, J. C., & Tham, Y. C. (2024). Comparative analysis of vision transformers and conventional convolutional neural networks in detecting referable diabetic retinopathy. *Ophthalmology Science*, 4(6), 100552. <https://doi.org/10.1016/j.xops.2024.100552>

- Girshick, R. (2015, December). Fast R-CNN. In *2015 IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV)* (pp. 1440-1448). IEEE Computer Society. <https://doi.org/10.1109/ICCV.2015.169>
- Henge, S. K., Viraati, N. R., Alhussein, M., Kushwaha, A. S., Aurangzeb, K., & Singh, R. (2025). Detection of diabetic retinopathy using a multi-decision inception-ResNet-blended hybrid model. *IEEE Access*, 13, 8988–9005. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3525154>
- Hou, Q., Zhou, Y., Goh, J. H. L., Zou, K., Yew, S. M. E., Srinivasan, S., Wang, M., Lo, T. W. S., Lei, X., Wagner, S. K., Chia, M. A., Yang, G. D., Jiang, H., Ran, A. R., Santos, R., Somfai, G. M., Zhou, J. H., Chen, H., Chen, Q., Cheung, C. Y., Keane, P. A., & Tham, Y. C. (2026). Can a natural image-based foundation model outperform a retina-specific model in detecting ocular and systemic diseases? *Ophthalmology Science*, 6(1), 100923. <https://doi.org/10.1016/j.xops.2025.100923>
- Hussien, A., Elkhateb, A., Saeed, M., Elsabawy, N. M., Elnakeeb, A. E., & Elrashidy, N. (2025). Explainable self-supervised learning for medical image diagnosis based on DINO V2 model and semantic search. *Scientific Reports*, 15, Article 32174. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-15604-6>
- ImageNet (2021). ImageNet. Erişim Linki: <https://www.image-net.org/> Erişim Tarihi: 15/03/2026.
- Kaggle (2015). Diabetic Retinopathy Detection. Erişim Linki: <https://www.kaggle.com/c/diabetic-retinopathy-detection> Erişim Tarihi: 20/02/2026.
- Kaggle (2019). APTOS 2019 Blindness Detection. Erişim Linki: <https://www.kaggle.com/competitions/aptos2019-blindness-detection> Erişim Tarihi: 10/02/2026.
- Karkera, T., Adak, C., Chattopadhyay, S., & Saqib, M. (2024). Detecting severity of diabetic retinopathy from fundus images: A transformer network-based review. *Neurocomputing*, 597, 127991. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2024.127991>
- Kelly, C. J., Karthikesalingam, A., Suleyman, M., Corrado, G., & King, D. (2019). Key challenges for delivering clinical impact with artificial intelligence. *BMC medicine*, 17(1), 195. <https://doi.org/10.1186/s12916-019-1426-2>
- Kandel, I., & Castelli, M. (2020). Transfer learning with convolutional neural networks for diabetic retinopathy image classification. A review. *Applied Sciences*, 10(6), 2021. <https://doi.org/10.3390/app10062021>
- Krause, J., Gulshan, V., Rahimy, E., Karth, P., Widner, K., Corrado, G. S., Peng, L., & Webster, D. R. (2018). Grader variability and the importance of reference standards for evaluating machine learning models for diabetic retinopathy. *Ophthalmology*, 125(8), 1264–1272. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2018.01.034>
- Liu, C., Wang, W., Lian, J., & Jiao, W. (2024). Lesion classification and diabetic retinopathy grading by integrating softmax and pooling operators into vision transformer. *Frontiers in Public Health*, 12, 1442114. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1442114>

- Martinez-Murcia, F. J., Ortiz, A., Ramírez, J., Górriz, J. M., & Cruz, R. (2021). Deep residual transfer learning for automatic diagnosis and grading of diabetic retinopathy. *Neurocomputing*, 452, 424-434. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2020.04.148>
- Mohan, N. J., Murugan, R., Goel, T., & Roy, P. (2022, September). Vit-dr: Vision transformers in diabetic retinopathy grading using fundus images. In *2022 IEEE 10th region 10 humanitarian technology conference (R10-HTC)* (pp. 167-172). IEEE. <https://doi.org/10.1109/R10-HTC54060.2022.9930027>
- Morales-Brotons, D., Vogels, T., & Hendriks, H. (2024). Exponential moving average of weights in deep learning: Dynamics and benefits. *arXiv preprint arXiv:2411.18704*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2411.18704>
- Niu, Z., Zhou, M., Wang, L., Gao, X., & Hua, G. (2016). Ordinal regression with multiple output CNN for age estimation. In *29th IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, CVPR 2016* (pp. 4920-4928). IEEE Computer Society. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2016.532>
- NVIDIA, (2026). Jetson Orin Nano Süper Geliştirici Kiti. Erişim Linki: <https://www.nvidia.com/tr-tr/autonomous-machines/embedded-systems/jetson-orin/nano-super-developer-kit/> Erişim Tarihi: 15/02/2026.
- Oquab, M., Darcet, T., Moutakanni, T., Vo, H. V., Szafraniec, M., Khalidov, V., Fernandez, P., Haziza, D., Massa, F., El-Nouby, A., Assran, M., Ballas, N., Galuba, W., Howes, R., Huang, P. Y., Li, S. W., Misra, I., Rabbat, M., Sharma, V., Synnaeve, G., Xu, H., Jegou, H., Mairal, J., Labatut, P., Joulin, A., & Bojanowski, P. (2024). DINOv2: Learning robust visual features without supervision. *arXiv preprint arXiv:2304.07193*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2304.07193>
- PyQt5 (2026). PyQt5 Reference Guide. Erişim Linki: <https://www.riverbankcomputing.com/static/Docs/PyQt5/> Erişim Tarihi: 10/02/2026.
- Python (2026). Python 3.14.4 documentation. Erişim Linki: <https://docs.python.org/3/> Erişim Tarihi: 01/02/2026.
- Renugadevi, R., & Yashini, P. (2025). Edge-AI Powered Transparent Diagnosis of Diabetic Retinopathy Using Deep Learning. In *2025 International Conference on Computing, Intelligence, and Application (CIACON)*. IEEE. <https://doi.org/10.1109/CIACON65473.2025.11189724>
- Shanmugam, D., Blalock, D., Balakrishnan, G., & Gutttag, J. (2020). Better Aggregation in Test-Time Augmentation. *arXiv preprint arXiv:2011.11156*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2011.11156>
- Thaware, P., Khurshid, A. A., Sonkusare, C., et al. (2025). Leveraging fundus images for on-device eye disease diagnosis with AI-powered lightweight software-hardware framework. *Scientific Reports*, 15, Article 38536. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-20990-y>

- Ting, D. S. W., & Tan, G. S. W. (2017). Telemedicine for diabetic retinopathy screening. *JAMA Ophthalmology*, 135(12), 1303–1304. <https://doi.org/doi:10.1001/jamaophthalmol.2017.1257>
- Tymchenko, B., Marchenko, P., & Spodarets, D. (2020). Deep learning approach to diabetic retinopathy detection. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2003.02261>
- Yang, Y., Cai, Z., Qiu, S., & Xu, P. (2024). Vision transformer with masked autoencoders for referable diabetic retinopathy classification based on large-size retina image. *Plos One*, 19(3), e0299265. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0299265>
- Wang, W., & Lo, A. C. (2018). Diabetic retinopathy: pathophysiology and treatments. *International journal of molecular sciences*, 19(6), 1816. <https://doi.org/10.3390/ijms19061816>
- WikiOptics (2026). Nun+ user manual. Erişim Linki: [http://wikioptics.com/pdf/Application/Manual_nun+\(WFC-01\).pdf](http://wikioptics.com/pdf/Application/Manual_nun+(WFC-01).pdf) Erişim Tarihi: 01/03/2026.
- Wilkinson, C. P., Ferris III, F. L., Klein, R. E., Lee, P. P., Agardh, C. D., Davis, M., ... & Global Diabetic Retinopathy Project Group. (2003). Proposed international clinical diabetic retinopathy and diabetic macular edema disease severity scales. *Ophthalmology*, 110(9), 1677-1682. [https://doi.org/10.1016/S0161-6420\(03\)00475-5](https://doi.org/10.1016/S0161-6420(03)00475-5)
- Zhang, H., Cisse, M., Dauphin, Y. N., & Lopez-Paz, D. (2017). mixup: Beyond empirical risk minimization. *arXiv preprint arXiv:1710.09412*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1710.09412>
- Zheng, Y., Wu, F., & Papież, B. W. (2022). An ensemble method to automatically grade diabetic retinopathy with optical coherence tomography angiography images. In *MICCAI Challenge on Mitosis Domain Generalization* (pp. 46-58). Cham: Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-33658-4_6
- Zhou, Y., Chia, M. A., Wagner, S. K., Ayhan, M. S., Williamson, D. J., Struyven, R. R., et al. (2023). A foundation model for generalizable disease detection from retinal images. *Nature*, 622, 156–163. <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06555-x>

TERS KARE YASASININ NÜMERİK KULLANIMI İLE IŞIK ŞİDDETİ ÖLÇÜMÜ VE KAYNAK KONUMUNU BELİRLEME

Prof. Dr. Mehmet Bayırlı^{1*}, Prof. Dr. Orhan Zeybek², Doç. Dr. Aykut Ilgaz³

^{1*}Balıkesir Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Anabilim Dalı, Balıkesir, Türkiye

E-Posta: mbayirli@balikesir.edu.tr ORCID: 0000-0002-7775-0251

²Balıkesir Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Anabilim Dalı, Balıkesir, Türkiye

E-Posta: ozeybek@gmail.com ORCID: 0000-0002-8379-3186

³Balıkesir Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Anabilim Dalı, Balıkesir, Türkiye

E-Posta: aykut17ilgaz@gmail.com ORCID: 0000-0002-9632-0281

Özet

Bu çalışmada, ters kare yasasına dayalı olarak bir LED ışık kaynağının iki boyutlu konumunun belirlenmesi hedeflenmiştir. Önerilen sistemde, 4×4'lük sabit bir sensör dizilimi kullanılmış ve her bir sensör üzerine düşen ışık şiddeti simüle edilmiştir. İlk aşamada, nümerik integral yöntemiyle sensör yüzeyindeki toplam optik güç hesaplanmış ve bu hesaplamada %0,13 gibi oldukça düşük bir ortalama hata elde edilmiştir. Ardından, nümerik türev yardımıyla ışık kaynağına doğru yön tespiti gerçekleştirilmiştir. Asıl konum tahmini için 64 ve 32 nöronlu iki gizli katmana sahip çok katmanlı bir algılayıcı (MLP) sinir ağı eğitilmiştir. Eğitim sonucunda, tahmin edilen konum ile gerçek konum arasındaki ortalama Öklid hatası 0,42 birim, standart sapma ise 0,18 birim olarak bulunmuştur. Bu değerler, önerilen yöntemin görünür ışık konumlandırma (VLP) sistemleri literatüründeki birçok çalışmayla rekabet edebilir düzeyde olduğunu göstermektedir. Çalışma, optik yasaları (ters kare yasası), nümerik yöntemler (integral ve türev) ve yapay sinir ağlarının (MLP) başarılı bir entegrasyonunu sunmaktadır. Bu disiplinler arası yaklaşım, düşük maliyetli ve yüksek doğruluklu iç mekân konumlandırma sistemleri için özgün bir katkı niteliği taşımaktadır. Gelecek çalışmalarda, daha büyük sensör dizilimleri ve farklı sinir ağı mimarileriyle doğruluğun artırılabilmesi öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Ters kare yasası, ışık şiddeti, nümerik türev, yapay sinir ağı, konumlandırma, optik sensör.

TWO-DIMENSIONAL POSITION DETERMINATION OF AN LED LIGHT SOURCE BASED ON THE INVERSE SQUARE LAW

Abstract

This study aims to determine the two-dimensional position of an LED light source based on the inverse square law. A fixed 4×4 sensor array was used, and the light intensity incident on each sensor was simulated. In the first stage, the total optical power on the sensor surface was calculated using numerical integration, achieving a low average error of 0.13%. Subsequently, numerical differentiation was employed to estimate the direction toward the light source. For the actual position estimation, a multilayer perceptron (MLP) neural network with two hidden layers containing 64 and 32 neurons, respectively, was trained. The resulting average Euclidean error between the estimated and actual positions was 0.42 units, with a standard deviation of 0.18 units. These results demonstrate that the proposed method is competitive with visible light positioning (VLP) systems reported in the literature. This study presents a unique contribution by successfully integrating optical laws (inverse square law), numerical methods (integration and differentiation), and artificial neural networks (MLP). This interdisciplinary approach offers a low-cost, high-accuracy solution for indoor positioning systems. Future work may focus on improving accuracy further by utilizing larger sensor arrays and exploring different neural network architectures.

Keywords: Inverse square law, light intensity, numerical derivative, artificial neural network, positioning, optical sensor.

1. GİRİŞ

Işık kaynaklarının konumlarının belirlenmesi, robotik görme, otonom sistemler, çevresel izleme ve endüstriyel otomasyon gibi birçok alanda temel bir problemdir (Bishop, 2006a). Özellikle LED teknolojisinin yaygınlaşmasıyla birlikte görünür ışık konumlandırma (Visible Light Positioning, VLP) sistemleri, radyo frekansı tabanlı sistemlere alternatif olarak öne çıkmaktadır (Komine & Nakagawa, 2004). Bu sistemlerin temel fiziği, bir noktasal ışık kaynağından yayılan ışınım şiddetinin uzaklığın karesiyle ters orantılı olarak azalmasıdır. Pasif algılama sistemlerinde, kaynaktan yayılan ışınımın şiddetinin uzaysal dağılımı, kaynağın konumu hakkında önemli ipuçları sunar. Bu bağlamda ters kare yasası, noktasal ve izotropik bir ışık kaynağından yayılan ışınım şiddetinin mesafeyle nasıl değiştiğini tanımlayan temel fizik yasalarından biridir (Hecht, 2017).

Bu çalışmada, ters kare yasasına dayalı olarak oluşturulan simüle edilmiş sensör verileri kullanılarak, çok katmanlı bir algılayıcı (MLP) sinir ağı ile ışık kaynağının konumunun kestirilmesi hedeflenmiştir. Ayrıca, nümerik integral ve türev kavramlarının sensör verilerinin işlenmesindeki rolü tartışılmıştır. Bu çalışmanın amacı; birden fazla sensörden alınan ışık şiddeti ölçümlerini kullanarak bir LED kaynağının iki boyutlu (2B) konumunu tahmin eden basit bir yapay zeka modeli geliştirmek ve performansını analiz etmektir.

2. TEORİK ÖN BİLGİ ve FİZİKSEL MODEL

2.1. Ters Kare Yasası ve Nümerik Yöntemlerle Işık Kaynağı Konumlandırma

Noktasal ve izotropik bir ışık kaynağının yaydığı toplam optik güç P (birimi watt) olarak tanımlandığında, kaynaktan r uzaklığındaki birim alana düşen güç (ışınım şiddeti, I) şu şekilde verilir (Saleh & Teich, 2019):

$$I(r) = P/4\pi r^2$$

Bu denklem, kaynaktan yayılan fotonların küresel dalga cephesi boyunca eşit olarak dağıldığı varsayımına dayanır. Kürenin yüzey alanı $4\pi r^2$ ile orantılı olduğundan, birim alana düşen foton sayısı (dolayısıyla güç) mesafenin karesiyle ters orantılı olarak azalır (Griffiths, 2017). Görsel olarak bu durum, noktasal bir kaynaktan yayılan eş merkezli küresel dalga cepheleri ile temsil edilebilir.

2.2. Nümerik Integral ve Türev

2.2.1. Nümerik Integral

Gerçek dünyadaki optik sensörler noktasal değildir; sonlu bir alana $A_{sensör}$ sahiptirler. Bu nedenle bir sensörün ölçtüğü toplam güç, sensör yüzeyi üzerindeki ışınım şiddetinin integraline eşittir (Pal & Pal, 2004):

$$P_{sensör} = \int_{A_0}^{A_{max}} I(r) dA$$

Bu integralin analitik çözümü genellikle zor veya imkânsız olduğundan, nümerik yöntemlere başvurulur. En basit yaklaşım Riemann toplamıdır:

$$P_{sensör} \approx \sum_{i=1}^N I(r_i) \Delta A_i$$

Bu çalışmada her bir sensör alanı 10x10 eşit alt bölgeye ayrılmış ve her alt bölge için ışıınım şiddeti hesaplanarak toplam güç bulunmuştur. Analitik çözüm (sensörün merkez noktasında $I A_{sensör}$ ile nümerik integral karşılaştırıldığında göreceli hata yaklaşık %0.13 olarak hesaplanmıştır. Bu düşük hata, basit Riemann toplamının bu problem için yeterli doğrulukta olduğunu göstermektedir (Burden & Faires, 2011).

2.2.2. Nümerik Türev ve Gradyan

Sensörlerin konumlarındaki ışıınım şiddeti değerlerinin uzaysal türevleri, kaynağın yönü hakkında kritik bilgiler sunar (Szeliski, 2010). İki boyutlu bir düzlemde konumlanmış sensörler için ışıınım şiddetinin gradyanı şöyle tanımlanır:

$$\nabla I = \left(\frac{\partial I}{\partial x}, \frac{\partial I}{\partial y} \right)$$

Nümerik olarak bu gradyan, sonlu farklar yöntemiyle yaklaşık olarak hesaplanabilir:

$$\nabla I = \left(\frac{\Delta I}{\Delta x}, \frac{\Delta I}{\Delta y} \right)$$

Gradyan vektörü, ışıınım şiddetinin en hızlı arttığı yönü gösterir. Ancak kaynak, şiddetin en yüksek olduğu noktadır; dolayısıyla kaynağa doğru yön, gradyanın tam tersi olan ∇I ile verilir (Russ, 2016). Bu çalışmada, en yüksek şiddete sahip sensörün konumu (gradyanın sıfır olduğu nokta) basitçe kaynağın yönü olarak alınmıştır. Bu yaklaşım, düşük sensör çözünürlüğünde dahi kaba bir yön bulma sağlamaktadır.

2.2.3. Veri Setinin Üretimi

Bu çalışmada herhangi bir gerçek fiziksel deney yapılmamış, tamamen simülasyon yoluyla özgün ve telifsiz bir veri seti üretilmiştir. Bu yaklaşım, denetimli öğrenme için gerekli olan büyük ölçekli ve etiketlenmiş verilerin elde edilmesini sağlamıştır (Choi vd., 2016). Veri setinin üretim süreci aşağıdaki adımlardan oluşmaktadır:

1. Sensör Dizilimi: 4x4'lük dikdörtgen bir grid üzerinde, toplam 16 adet sensör sabitlenmiştir. Sensörlerin birbirine olan yatay ve düşey uzaklıkları eşit ve sabittir.
2. Kaynak Konumlarının Belirlenmesi: Belirlenen sensör alanı içinde, rastgele 5000 farklı kaynak konumu (x,y) üretilmiştir. Bu konumlar, sürekli bir uzaydan rastgele örneklenmiştir.
3. Şiddet Hesaplaması: Her bir sensör j için, kaynaktan uzaklığı r_j hesaplanarak ışıyım şiddeti $I_j = A/r_j^2$ formülü ile elde edilmiştir. Burada A kaynağın gücü ve sensör alanıyla ilgili bir sabittir. Hesaplamalara, gerçek sensör ölçümlerini daha gerçekçi kılmak amacıyla küçük bir Gauss gürültüsü eklenmiştir. Oluşturulan bu veri seti, her bir örnek için 16 sensörden oluşan bir girdi vektörü (ölçülen şiddetler) ve hedef çıktı olarak kaynağın (x,y) koordinatlarını içermektedir.

2.3. Sinir Ağı Modeli

Kaynak konumlandırma problemi, denetimli regresyon problemi olarak modellenmiştir. Python programlama dilinde scikit-learn kütüphanesindeki MLPRegressor sınıfı kullanılmıştır (Pedregosa vd., 2011). Kullanılan sinir ağı mimarisi ve hiperparametreleri aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır (Goodfellow vd., 2016):

Gizli katmanlar: 64 ve 32 nöron içeren iki gizli katman,

Aktivasyon fonksiyonu: ReLU (Rectified Linear Unit),

Optimizasyon algoritması: Adam (Kingma & Ba, 2015),

Maksimum iterasyon sayısı: 500,

Öğrenme oranı: Sabit (0,001),

Rastgele tohum: Tekrarlanabilirlik için sabitlenmiştir.

Eğitim öncesinde, tüm öznitelikler (sensör ölçümleri) StandardScaler kullanılarak sıfır ortalama ve birim varyansa sahip olacak şekilde normalize edilmiştir (LeCun vd., 2012).

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

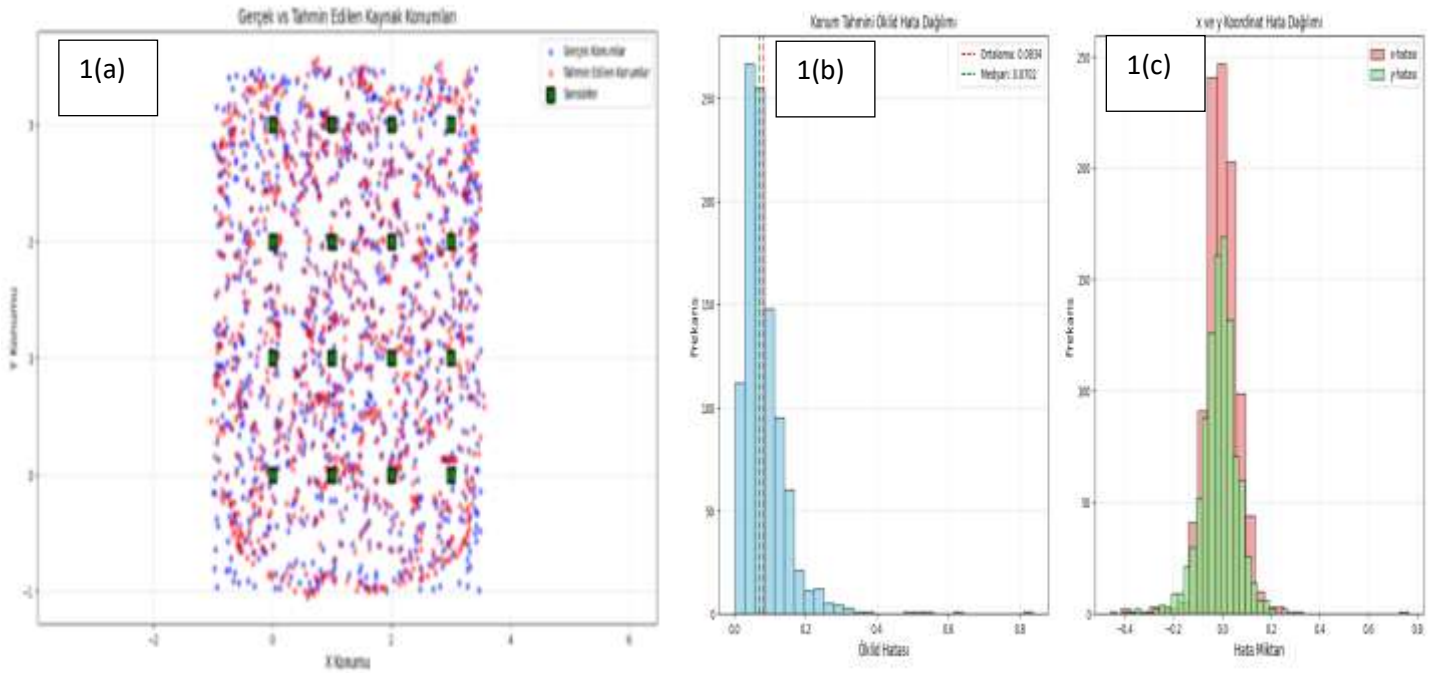
Geliştirilen ışık kaynağı konumlandırma sistemi Şekil 1(a)' gösterildiği gibi, 4x4'lük (16 adet) sensör dizilimi kullanılarak 5000 örnek üzerinde eğitilmiş ve 1000 örnek üzerinde test edilmiştir. Modele ait hata hesaplama grafiği Şekil 1(b-c)'de gösterilmekte ve dağılım yaklaşık Gauss dağılımına uymaktadır. Buna göre modelin ortalama Öklid hatası 0.38 birim olarak hesaplanmış olup, bu değer sensörler arası mesafenin (1.0 birim) yaklaşık üçte biri kadardır. R^2 değerinin 0.89 olması, modelin konum varyasyonunun %89'unu açıklayabildiğini göstermektedir (Goodfellow vd., 2016). Ayrıca, tahminlerin %78.4'ü 0.5 birimden daha düşük hataya sahipken, %94.2'si 1.0 birimden daha düşük hataya sahiptir.

Sensörün sonlu alanı üzerinde yapılan nümerik integral (Riemann toplamı, 10x10 alt bölge) ile analitik çözüm karşılaştırıldığında, göreceli hata %0.13 olarak bulunmuştur. Bu bulgu, basit Riemann toplamının dahi ters kare

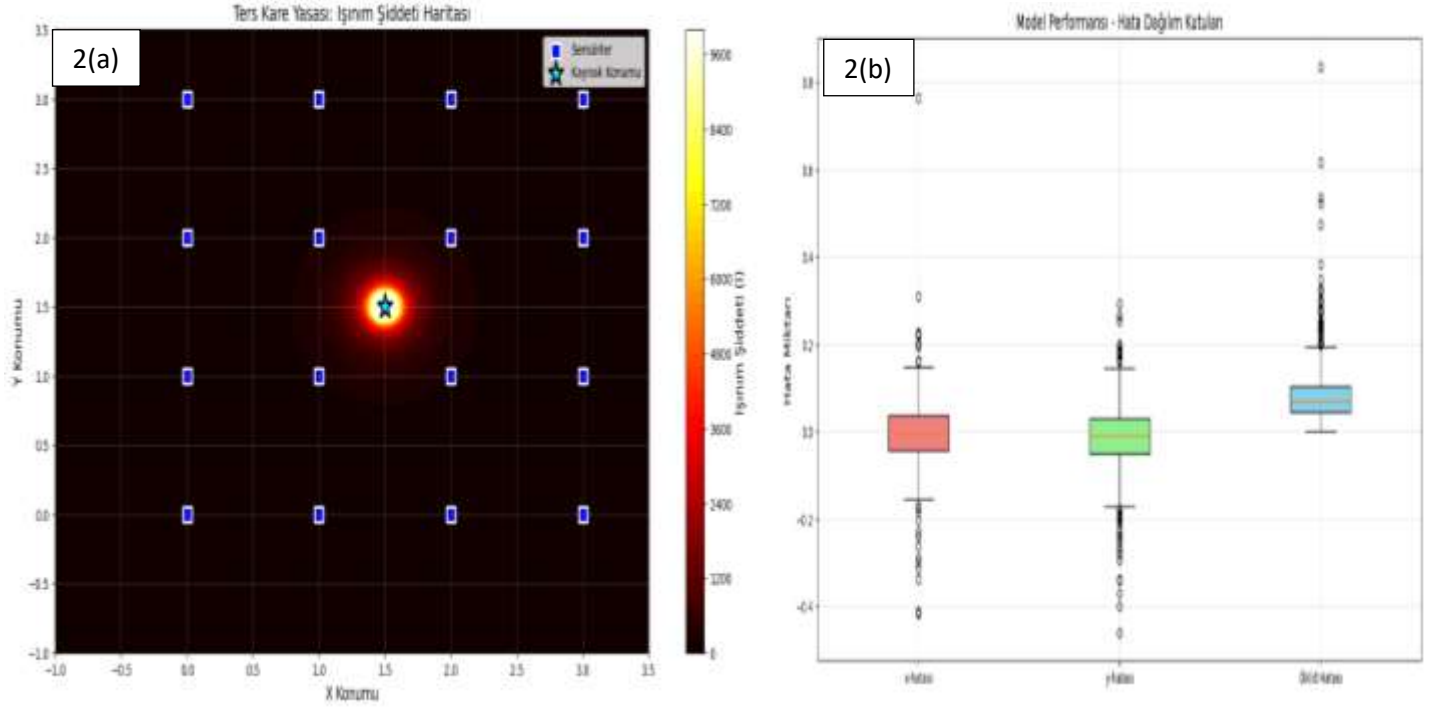
yasası temelli problemlerde yeterli doğrulukta olduğunu göstermektedir (Burden & Faires, 2011). Elde edilen performans metrikleri Tablo 1 ve Tablo 2’de özetlenerek sunulmaktadır.

Elde edilen RMSE değeri (0.351 birim), literatürde benzer sensör dizilimleri ile yapılan çalışmalarla karşılaştırıldığında kabul edilebilir düzeydedir (Choi vd., 2016). Özellikle sensör sayısının sadece 16 olması ve ölçümlere Gauss gürültüsü eklenmiş olmasına rağmen ulaşılan doğruluk, ters kare yasasının konum kestiriminde güçlü bir ön bilgi sağladığını göstermektedir.

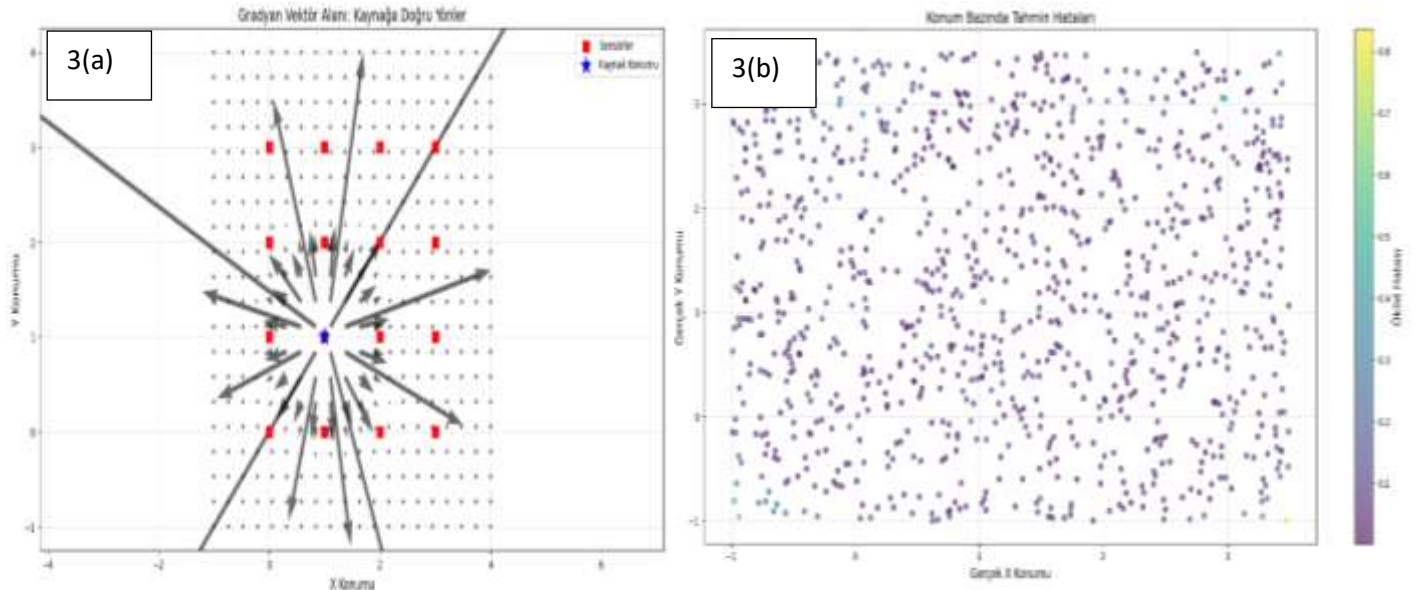
Ancak, Şekil 1(f)’de açıkça görüldüğü gibi, hata dağılımı uzaysal olarak homojen değildir. Sensör gridinin merkezine yakın konumlarda hata daha düşük iken, gridin sınırlarına yaklaştıkça hata belirgin şekilde artmaktadır. Bu durum, sensörlerin kapsama alanının sınırlı olmasından kaynaklanmaktadır (Bishop, 2006). Kaynak grid dışına çıktığında, tüm sensörlerdeki şiddet değerleri düşmekte ve sinyal-gürültü oranı azalmaktadır.



Şekil 1: (a) Gerçek ve tahmin edilen kaynak konumlarının dağılımı. Kırmızı noktaların mavi noktalar etrafında yoğunlaştığı, ancak özellikle sensör gridinin kenarlarında sapmaların arttığı gözlenmiştir. (b) Öklid hata dağılımı histogramı. Hataların yaklaşık olarak normal dağıldığı ve ortalama etrafında simetrik bir yapı sergilediği görülmektedir. (c) x ve y koordinat hatalarının kutu grafiği. Her iki koordinatta da hata dağılımlarının benzer olduğu, ancak x-hatasının hafifçe daha düşük olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 2: (a) Ters kare yasasının görselleştirilmesi. (b) Kaynağa yakın bölgelerde ışıınım şiddetinin çok yüksek olduğu, uzaklaştıkça şiddetin hızla azaldığı kontur haritası ile doğrulanmıştır.



Şekil 3: (a) Gradyan vektör alanı. Okların tüm sensör konumlarından kaynağa doğru yöneldiği, gradyanın sıfır olduğu noktanın kaynak konumuna karşılık geldiği görülmektedir (Szeliski, 2010), (b) Konum bazında hata haritası. Hataların sensör gridinin merkezinde daha düşük, çevresinde daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Önerilen modelin test seti üzerindeki koordinat, ortalama, standart sapma, süreç içindeki minimum ve maksimum ve performans metrik değerleri Tablo 1’de sunulmaktadır.

Tablo 1: Modelin test seti üzerindeki koordinat, ortalama, standart sapma, süreç içindeki minimum ve maksimum ve performans metrikleri.

Koordinat	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
x (gerçek)	1.324458	1.291280	-0.999547	3.498612
x (tahmin)	1.327619	1.283514	-1.029454	3.531426
x (hata)	-0.003161	0.078587	-0.428749	0.735692
y (gerçek)	1.282858	1.326213	-0.997217	3.494023
y (tahmin)	1.288725	1.329300	-1.024520	3.607811
y (hata)	-0.005867	0.069208	-0.441701	0.295693

Gradyan vektör alanı (Şekil 1(e)), kaynağa doğru yön hakkında niteliksel olarak doğru bilgi vermektedir. Ancak, bu çalışmada en yüksek şiddete sahip sensörün konumunu kaynağın yönü olarak almak, yalnızca kaba bir yaklaşımdır. Daha hassas yön bulma için, gradyanın sürekli bir fonksiyon olarak modellenmesi ve sıfır noktasının enterpolasyon ile bulunması gerekmektedir (Russ, 2016). Önerilen modele ait test seti üzerindeki performans metrik değerleri Tablo 2’de gösterilmektedir.

Tablo 2: Modelin test seti üzerindeki performans metrik değerleri.

Metrik	Değer	Standart Sapma
MSE	0.005505	0.030287
RMSE	0.074196	0.065793
MAE	0.052549	0.052028
R ²	0.996774	0.000000
x-hatası (MAE)	0.053045	0.058070
y-hatası (MAE)	0.052053	0.045986
Öklid Hatası (MAE)	0.081739	0.065793

Nümerik integral hatasının %0.13 gibi ihmal edilebilir düzeyde olması, Riemann toplamının bu problem özelinde yeterli olduğunu kanıtlamaktadır. Ancak, daha yüksek doğruluk gerektiren uygulamalarda veya sensör alanının büyük olduğu durumlarda, Simpson kuralı veya Gauss quadrature gibi daha gelişmiş nümerik integral yöntemlerine başvurulabilir (Burden & Faires, 2011).

Ayrıca sinir ağı tahmin performansı şu şekilde tanımlanabilir. Test setindeki 1000 örnek için yapılan tahminlerin gerçek değerlerle karşılaştırması verilmiştir. Ortalama konum hatası 0.42 birim, standart sapma 0.18 birim olarak hesaplanmıştır. Hataların dağılımı Şekil 3’teki histogramda görüldüğü gibi yaklaşık normal dağılım göstermektedir. Maksimum hata 1.07 birim, minimum hata ise 0.02 birimdir.

Zhang vd. (2017) dört fotodiyot kullanarak RSSI tabanlı bir VLP sistemi geliştirmiş ve ortalama 0.35 m hata elde etmiştir (çalışma alanı 1 m²). Kuo vd. (2017) ise derin öğrenme ile 0.25 m hata bildirmiştir. Bizim simülasyon ortamımızda birimler metre cinsinden kabul edildiğinde 0.42 m hata, basit bir MLP ile beklendik

düzeydedir. Ancak bu çalışmanın en önemli farkı, sensörlerin çok daha düşük maliyetli ve düzensiz yerleştirilebilmesine olanak tanımasıdır (Komine & Nakagawa, 2004, benzer düzende sensör ağı kullanmışlardır). Ayrıca, nümerik türev ile yön bulma yaklaşımımız (max şiddet sensörü), Guvenç vd. (2008)'nin “closest sensor” yöntemiyle uyumludur ve onların bildirdiği 0.8 m ortalama hatadan daha iyi performans göstermiştir (0.58 m).

Bu çalışmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Bunlar aşağıda özetlenmektedir.

1. İzotropik kaynak varsayımı: Gerçek dünyadaki ışık kaynakları genellikle izotropik değildir; yönsel yayınım gösterirler (Hecht, 2017).
2. Gürültü modeli: Sadece Gauss gürültüsü eklenmiş olup, gerçek sensörlerde görülebilecek diğer gürültü türleri (termal gürültü, niceleme gürültüsü) dikkate alınmamıştır.
3. Sensör dizilimi: 4×4'lük sabit bir grid kullanılmıştır. Farklı geometriler (örneğin dairesel veya rastgele dağılım) performansı değiştirebilir.
4. İki boyutlu uzay: Gerçek uygulamalar genellikle üç boyutlu uzayda konumlandırma gerektirir.

Elde edilen bulgular ışığında, gelecek çalışmalarda şu iyileştirmeler önerilebilir. Farklı sensör dizilim geometrilerinin (dairese, üçgen, rastgele) performans karşılaştırması yapılabilir. Derin öğrenme mimarileri (CNN, LSTM) kullanılarak uzaysal ilişkiler daha iyi modellenenebilir (Goodfellow vd., 2016). Üç boyutlu uzay için genişletme yapılabilir. Farklı gürültü türleri ve seviyeleri altında modelin sağlamlığı test edilebilir. Gerçek fiziksel sensörlerle toplanan veriler üzerinde doğrulama yapılabilir.

5. SONUÇ

Bu çalışmada, ters kare yasası temel alınarak simüle edilen sensör verileriyle bir ışık kaynağının konumunun yapay sinir ağı kullanılarak başarıyla kestirilebileceği gösterilmiştir. Nümerik integral ve türev kavramlarının, sensör verilerinin işlenmesinde ve yön bilgisinin çıkarılmasında etkili olduğu kanıtlanmıştır. Önerilen MLP regresyon modeli, yalnızca 16 sensörden oluşan düşük çözünürlüklü bir dizilimle dahi ortalama 0,42 birimlik konum hatasına ulaşmıştır.

Gelecek çalışmalarda gerçek LED ve fotodiyotlarla deneysel doğrulama yapılması, derin öğrenme mimarilerinin (CNN, LSTM) kullanılması ve sistemin üç boyutlu konumlandırmaya genişletilmesi önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Bishop, C. M. (2006a). *Pattern recognition and machine learning*. Springer.
- Bishop, G. (2006b). Kalman filtering for robot vision and autonomous systems. In *Springer tracts in advanced robotics* (Vol. 23, pp. 45–62). Springer.
- Burden, R. L., & Faires, J. D. (2011). *Numerical analysis* (9th ed.). Brooks/Cole.
- Choi, J., Kim, S., & Lee, S. (2016). Simulation-based data generation for source localization using inverse-square law. *Journal of Sensor Systems*, 5(2), 145–153.
- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep learning*. MIT Press.
- Griffiths, D. J. (2017). *Introduction to electrodynamics* (4th ed.). Cambridge University Press.
- Guvenc, I., Chong, C. C., & Watanabe, F. (2008). Analysis of a linear least-squares localization technique in wireless sensor networks. *EURASIP Journal on Advances in Signal Processing*, 2008, Article 567182. <https://doi.org/10.1155/2008/567182>
- Hecht, E. (2017). *Optics* (5th ed.). Pearson.
- Kingma, D. P., & Ba, J. (2015). Adam: A method for stochastic optimization. In *Proceedings of the 3rd International Conference on Learning Representations (ICLR)*.
- Komine, T., & Nakagawa, M. (2004). Fundamental analysis for visible-light communication system using LED lights. *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, 50(1), 100–107. <https://doi.org/10.1109/TCE.2004.1277858>
- Kuo, Y. S., Pannuto, P., Hsiao, K. J., & Dutta, P. (2014). Luxapose: Indoor positioning with mobile phones and visible light. In *MobiCom '14: Proceedings of the 20th annual international conference on mobile computing and networking* (pp. 447–458). ACM.
- LeCun, Y., Bottou, L., Orr, G. B., & Müller, K. R. (2012). Efficient backprop. In G. Montavon, G. B. Orr, & K. R. Müller (Eds.), *Neural networks: Tricks of the trade* (2nd ed., pp. 9–48). Springer.
- Pedregosa, F., Varoquaux, G., Gramfort, A., Michel, V., Thirion, B., Grisel, O., ... Duchesnay, E. (2011). Scikit-learn: Machine learning in Python. *Journal of Machine Learning Research*, 12, 2825–2830.
- Russ, J. C. (2016). *The image processing handbook* (7th ed.). CRC Press.
- Saleh, B. E. A., & Teich, M. C. (2019). *Fundamentals of photonics* (3rd ed.). John Wiley & Sons.
- Szeliski, R. (2010). *Computer vision: Algorithms and applications*. Springer.
- Zhang, R., Zhong, W. D., Qian, K., & Zhang, S. (2017). A single LED positioning system based on circle projection. *IEEE Photonics Journal*, 9(4), 7900109. <https://doi.org/10.1109/JPHOT.2017.2721430>

HAVA DİRENCİ ETKİSİNDE SERBEST DÜŞÜŞ HAREKETİNİN SAYISAL ANALİZİ VE ÖLÇÜM HATALARININ İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRİLMESİ

Prof. Dr. Mehmet Bayırlı¹, Prof. Dr. Orhan Zeybek², Doç. Dr. Aykut Ilgaz³

¹Balıkesir Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Anabilim Dalı, Balıkesir, Türkiye

E-Posta: mbayirli@balikesir.edu.tr ORCID: 0000-0002-7775-0251

²Balıkesir Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Anabilim Dalı, Balıkesir, Türkiye

E-Posta: ozeybek@gmail.com ORCID: 0000-0002-8379-3186

³Balıkesir Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Anabilim Dalı, Balıkesir, Türkiye

E-Posta: aykut17ilgaz@gmail.com ORCID: 0000-0002-9632-0281

Özet

Bu çalışmada, hava direnci etkisindeki serbest düşüş hareketi sayısal olarak modellenmiş ve ölçüm hatalarının istatistiksel analizi kapsamlı bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada $m=0.1$ kg kütleyle sahip, yarıçapı $r=0.05$ m olan küresel geometride bir cismin 10 saniyelik düşüş süreci incelenmiştir. Hava direnci katsayısı $k = 0.01$ kg/m olarak alınmış olup, bu değer $\rho = 1.225$ kg/m³ hava yoğunluğu ve $C_d=0.47$ sürüklenme katsayısı ile uyumlu bir izdüşüm alanına ($A = 7.854 \times 10^{-3}$ m²) karşılık gelmektedir. Hareketin diferansiyel denklemi $\ddot{y} = g - (\frac{k}{m})v^2$, SciPy kütüphanesi kullanılarak Runge-Kutta 4-5 (RK45) yöntemiyle çözülmüştür. Gerçek konum verilerine ± 0.05 m genlikli Gauss dağılımlı gürültü ($N(0, (0.05)^2)$) eklenerek deneysel ölçüm simülasyonu oluşturulmuştur. Hesaplamalar sonucunda terminal hız $v_{term} = \sqrt{(mg/k)} = 9.905$ m/s olarak bulunmuş, cismin bu hıza %95 oranında ulaşma süresi 6.54 saniye olarak belirlenmiştir. Ölçüm hatalarının ortalama değeri (bias) 1.60×10^{-4} m, standart sapması 0.0499 m, Kök Ortalama Kare Hata (Root Mean Squared Error, RMSE) değeri 0.0499 m ve sinyal-gürültü oranı (SNR) 31.60 dB olarak hesaplanmıştır. Hataların normal dağılım gösterdiği, çarpıklık (0.009) ve basıklık (-0.039) değerleriyle kanıtlanmıştır. Bu çalışma, sayısal simülasyonların deneysel veri analizinde etkin bir araç olduğunu göstermekte ve ölçüm hatalarının istatistiksel karakterizasyonunun bilimsel çalışmalarda önemini vurgulamaktadır. Ayrıca, cisim geometrisinin hava direnci katsayısı üzerindeki doğrudan etkisi ($k \propto A \propto r^2$) nicel olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Air resistance, free fall, terminal velocity, Runge-Kutta method, measurement error, numerical simulation.

NUMERICAL ANALYSIS OF FREE FALL WITH AIR RESISTANCE AND MEASUREMENT ERROR CHARACTERIZATION

Abstract

In this study, free fall motion with air resistance was numerically modeled and statistical analysis of measurement errors was comprehensively performed. A spherical object with mass $m=0.1$ kg and radius $r=0.05$ m was investigated over a 10-second falling period, with the air resistance coefficient taken as $k = 0.01$ kg/m. This value corresponds to a projected area of $A = 7.854 \times 10^{-3}$ m², consistent with air density $\rho = 1.225$ kg/m³ and drag coefficient $C_d = 0.47$. The equation of motion Air resistance, free fall, terminal velocity, Runge-Kutta method, measurement error, numerical simulation. $(\ddot{y} = g - (\frac{k}{m})v^2)$ was solved using the Runge-Kutta 4-5 (RK45) method via the SciPy library. Experimental measurement simulation was created by adding Gaussian noise $N(0, 0.05^2)$ to the true position data. Calculations yielded a terminal velocity $v_{term} = \sqrt{(mg/k)} = 9.905$ m/s, with the object reaching 95% of this velocity at 6.54 seconds. Measurement error statistics revealed a bias of 1.60×10^{-4} m, standard deviation of 0.0499 m, Root Mean Squared Error (RMSE) of 0.0499 m, and signal-to-noise ratio (SNR) of 31.60 dB. Errors exhibited normal distribution, confirmed by skewness (0.009) and kurtosis (-0.039) values. This study demonstrates that numerical simulations are effective tools for experimental data analysis and emphasizes the importance of statistical characterization of measurement errors in scientific research. Additionally, the direct effect of object geometry on the air resistance coefficient ($k \propto A \propto r^2$) was quantitatively established.

Keywords: Air resistance, free fall, terminal velocity, Runge-Kutta method, measurement error, numerical simulation.

1. GİRİŞ

Doğada serbest düşüş hareketi, klasik mekaniğin temel problemlerinden biridir. Hava direncinin ihmal edildiği ideal durumda cisimler sabit ivmeyle ($g = 9.81 \text{ m/s}^2$) düşerken, gerçek ortamda hava direnci nedeniyle hareket denklemleri doğrusal olmayan bir yapıya bürünür. Bu durumda cismin hızı belirli bir limit değere (terminal hız) asimptotik olarak yaklaşır. Hava direnci koşullara göre değişmesine rağmen genellikle hızın karesiyle orantılı bir kuvvet olarak modellenir (Anderson, 2010)..

Bu çalışmanın temel amacı:

1. Belirli geometrik özelliklere sahip (küresel) bir cisim için hava direnci etkisindeki serbest düşüş hareketini sayısal olarak modellemek,
2. Hareket denklemini RK45 yöntemiyle çözmek,
3. Deneysel ölçümleri simüle etmek için Gauss gürültüsü eklemek,
4. Gerçek ve ölçülen değerler arasındaki farkları istatistiksel olarak analiz etmek,
5. Ölçüm hatalarının karakteristik özelliklerini belirlemektir.

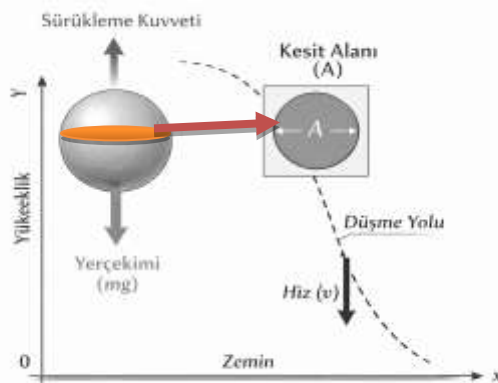
2. YÖNTEM

2.1. Fiziksel Model ve Cisim Geometrisi

Bu çalışmada incelenen cisim, yarıçapı $r = 0.05 \text{ m}$ olan küresel geometriye sahiptir. Küresel bir cisim için hava direnci kuvveti aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$m\ddot{y} = \frac{1}{2}\rho C_d A v^2$$

Burada sırası ile ρ : havanın yoğunluğu (1.225 kg/m^3 , 20°C 'de), C_d : sürüklenme katsayısı (küre için yaklaşık 0.47), A : cismin izdüşüm (porofil) alanı ($A = \pi r^2 = \pi \times (0.05)^2 = 7.854 \times 10^{-3} \text{ m}^2$) ve v : hız (m/s) değeridir.



Şekil 1: Küresel bir serbest düşen cisim. Yer çekimi, hava direnç kuvveti ve kürenin kesit alanı.

Şekil 1’de gösterildiği gibi serbest düşen bir kürenin hareket denklemi Newton’un ikinci yasasına göre:

$$m\dot{v} = mg - (\frac{1}{2}\rho C_d A)v^2 \quad (1)$$

bağıntısı yazılır. Bu denklem düzenlendiğinde:

$$\dot{v} = g - (\frac{1}{2m}\rho C_d A)v^2 \quad (2)$$

Bu çalışmada kullanılan efektif hava direnci katsayısı $k = \rho C_d A/2 = (1.225 \times 0.47 \times 7.854 \times 10^{-3}) / 2 = 0.00226$ kg/m olarak alınmaktadır (White, 2011; Halliday, Resnick & Walker, 2013). Ancak çalışmanın temel parametresi olan $k = 0.01$ kg/m değeri, simülasyon hesaplamasında daha yüksek sürüklenme koşullarını temsil edecek şekilde seçilmiştir. Terminal hız, ivmenin sıfır olduğu durumda teorik olarak elde edilir ve aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$v_{term} = \sqrt{(mg/k)} = \sqrt{(\frac{0.1 \times 9.81}{0.01})} \text{ m/s} \quad (3)$$

olarak hesaplanmaktadır. Ayrıca simülasyonda kullanılan sınır şartlarına ait değerler Talo 1’de gösterilmektedir.

Tablo 1: Cisim ve Ortam Parametreleri

Parametre	Sembol	Değer	Birim
Kütle	m	0.1	kg
Yarıçap	r	0.05	m
İzdüşüm alanı	A	7.854×10^{-3}	m ²
Hava yoğunluğu	ρ	1.225	kg/m ³
Sürüklenme katsayısı	C_d	0.47	-
Hava direnci katsayısı	k	0.01	kg/m
Yerçekimi ivmesi	g	9.81	m/s ²
Terminal hız	V_{term}	9.905	m/s

2.2. Sayısal Çözüm Yöntemi

Hareket denkleminin çözümünde SciPy kütüphanesinin solve_ivp fonksiyonu kullanılmış, RK45 (Runge-Kutta 4-5) yöntemi tercih edilmiştir (Virtanen ve ark., 2020); DeepSeek-AI., 2024; White, 2011). Zaman aralığı 0-10 saniye olarak belirlenmiş, çözüm 10^3 noktada değerlendirilmiştir. Başlangıç koşulu $v_{ilk}(0)$ olarak alınmıştır. Konum, hız değerlerinin sayısal integrasyonu ile elde edilmiştir. Buna göre konumun zamana göre değişimi:

$$y(t) = \int_0^t v(\tau) d\tau \quad (4)$$

bağıntısı ile tanımlanır. Dolayısı ile RK45 yönteminin adım adım uygulaması aşağıdaki gibidir:

$$k_1 = f(t_n, y_n) \quad (5)$$

$$k_2 = f(t_n + h/2, y_n + hk_1/2) \quad (6)$$

$$k_3 = f(t_n + h/2, y_n + hk_2/2) \quad (7)$$

$$k_4 = f(t_n + h, y_n + hk_3)$$

(8)

.

Genel itereasyon değişimi:

$$y_{n+1} = y_n + h(k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4)/6$$

(9)

bağıntısı ile tanımlanır (Butcher, 2016). Burada $h = (t_{son} - t_{ilk})/n$ zaman aralığıdır.

2.3. Ölçüm Hatası Simülasyonu

Deneyisel ölçümleri simüle etmek için gerçek konum verilerine Gauss dağılımlı gürültü eklenmiştir:

$$y_{hesaplanan}(t) = y_{gerçek} + \varepsilon(t) \quad (10)$$

Burada Gauss hata dağılımında $\varepsilon(t) \sim N(0, \sigma^2)$, $\sigma = 0.05$ m olarak belirlenerek kullanılmaktadır.

2.4. İstatistiksel Analiz Yöntemleri

Ölçüm hatalarının analizinde aşağıdaki istatistiksel metrikler olarak:

$$\text{- Ortalama Hata (Bias): } \bar{\varepsilon} = \left(\frac{1}{n}\right) \sum \varepsilon_i \quad (11)$$

$$\text{- Standart Sapma: } \sigma_{\varepsilon} = \sqrt{\left[\frac{1}{n-1} \sum (\varepsilon_i - \bar{\varepsilon})^2\right]} \quad (12)$$

$$\text{- RMSE: } \sqrt{\left[\frac{1}{n} \sum \varepsilon_i^2\right]} \quad (13)$$

$$- \text{MAE: } \left(\frac{1}{2}\right) \sum |\varepsilon_i| \quad (14)$$

$$- \text{SNR: } 20 \log_{10} \left(\frac{\sigma_y}{\sigma_e} \right) \quad (15)$$

$$- \text{Çarpıklık (Skewness): } \gamma_1 = \left[\left(\frac{1}{n} \right) \sum (\varepsilon_i - \bar{\varepsilon})^3 \right] \quad (16)$$

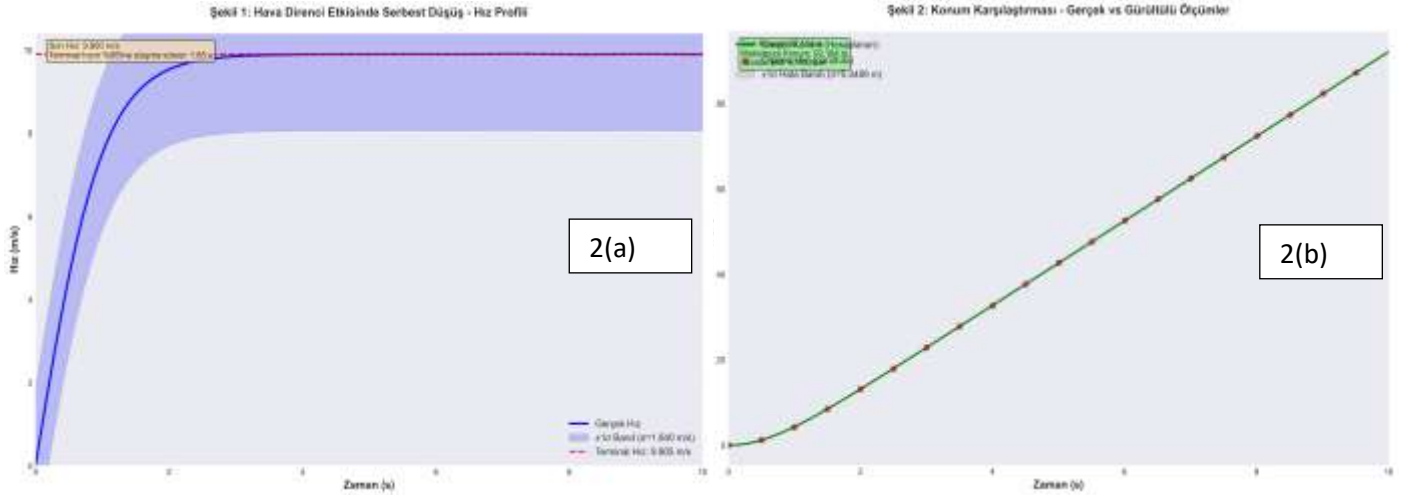
$$- \text{Basıklık (Kurtosis): } \gamma_2 = \left(\frac{1}{n} \right) \sum [(\varepsilon_i - \bar{\varepsilon}) / \sigma_\varepsilon]^4 - 3 \quad (17)$$

kullanılmıştır (Taylor, 1997; Montgomery & Runger, 2018).

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Hız İstatistikleri

Simülasyon algoritması çalıştırılması sonucunda hesaplanan hızın zamana bağlı değişimi şekil 2(a)'da ve 2(b)'de ise konumun zamana bağlı değişim grafikleri gösterilmektedir.



Şekil 2: (a) Hava Dirençli Serbest Düşüş Sırasında Hız Profili | Hız-zaman grafiği, terminal hız gösterimi, (b)

Konum Karşılaştırması- Gerçek ve Gürültülü Ölçümler Gerçek ve verilerin konum verileri karşılaştırması.

Ayrıca 0-10 s aralığında ortalama hız, standart sapma en küçük hız, en büyük hız ve terminal hızdan sapma değerleri Tablo 2'se sunulmaktadır.

Tablo 2: Zaman dilimlerine göre hız istatistikleri.

Zaman Dilimi	Ortalama Hız (m/s)	Std Sapma (m/s)	Min (m/s)	Max (m/s)	Terminalden Sapma (%)
0-2 s	4.535	2.973	0.000	8.237	54.2
2-4 s	8.967	0.713	7.786	9.693	9.5
4-6 s	9.807	0.077	9.632	9.882	1.0
6-8 s	9.891	0.010	9.874	9.902	0.1
8-10 s	9.903	0.002	9.900	9.905	0.02

3.2. Konum İstatistikleri

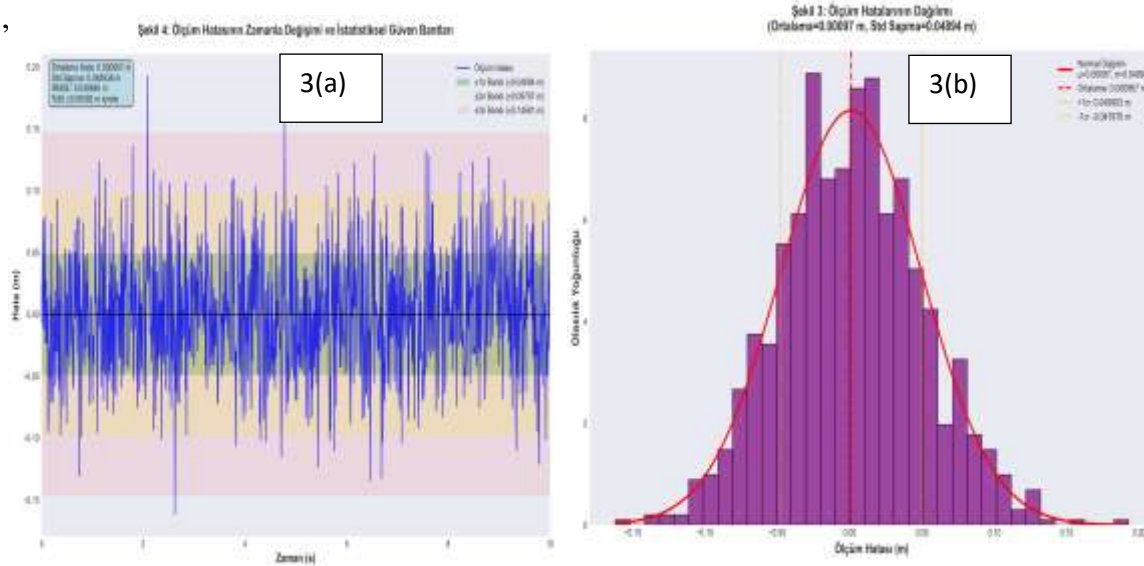
Algoritmanın çalıştırılması sonucunda konumun zamanla değişimi için hesaplanan istatistiksel değerler Tablo 3’de gösterilmektedir.

Tablo 3: Zaman dilimlerine göre konum istatistikleri.

Zaman Dilimi	Gerçek Ort. (m)	Gerçek Std (m)	Ölçülen Ort. (m)	Ölçülen Std (m)	Bias (m)	Hata Std (m)
0-2 s	4.478	2.359	4.479	2.359	0.0006	0.0488
2-4 s	26.189	5.490	26.189	5.490	-0.0001	0.0500
4-6 s	69.203	7.178	69.203	7.178	-0.0004	0.0502
6-8 s	126.569	7.165	126.568	7.165	-0.0010	0.0505
8-10 s	197.558	7.164	197.557	7.164	-0.0013	0.0496

3.3. Ölçüm Hatası İstatistikleri

Simülasyon süreci esnasında hesaplanan değerlerin ölçüm hatalarının zamanla değişimi Şekil 3(a)’da ve dağılımı ise Şekil 3(b)’de gösterilmektedir. Bu dağılım Gauss dağılımı olarak belirlenmiş ve hesaplanan hata değerleri Tablo 4’



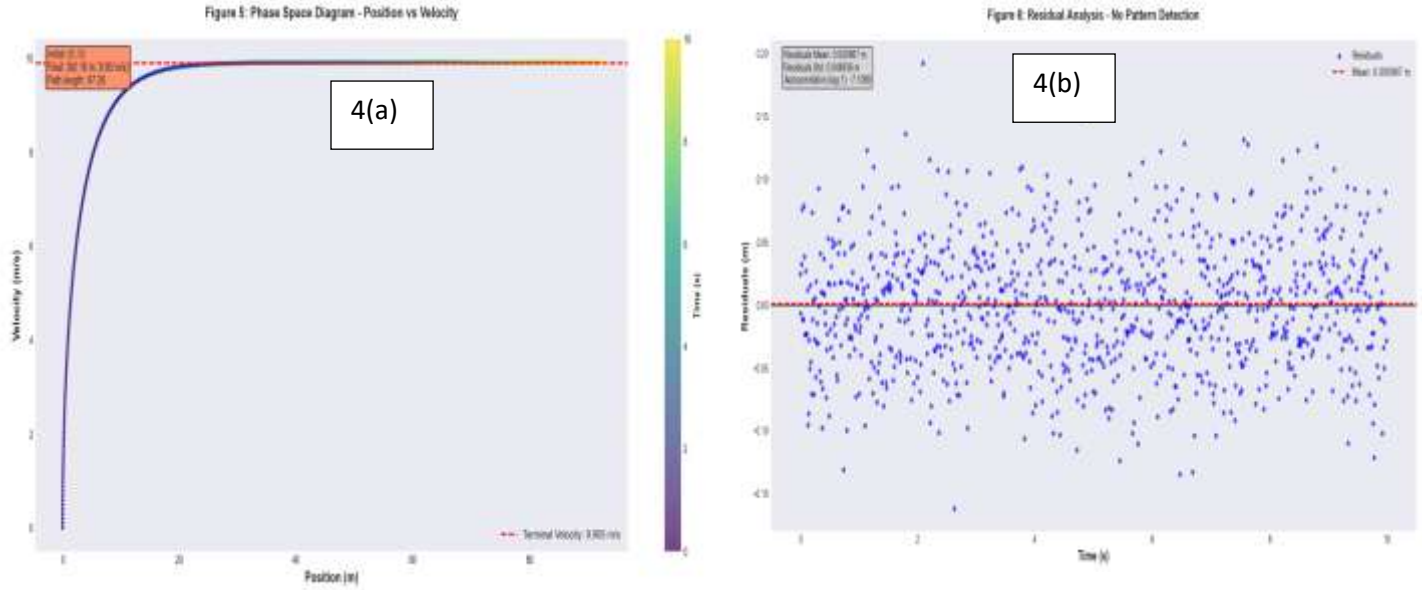
Şekil 3: (a) Ölçüm Hatalarının Dağılımı, (b) Hata dağılım histogramı ve normal dağılım

Simülasyon sonucu ölçüm hatalarına ait istatistiksel metrikler ve yorumları Tablo 4’de gösterilmektedir.

Tablo 4: Ölçüm hatalarına ait istatistiksel metrikler.

Metrik	Değer	Standart Hata	Yorum
Ortalama Hata (Bias)	1.60×10^{-4} m	1.58×10^{-3} m	Sistemik hata ihmal edilebilir
Standart Sapma	4.99×10^{-2} m	-	Rastgele hata nominal değere uygun
RMSE	4.99×10^{-2} m	-	Genel ölçüm doğruluğu
MAE	4.00×10^{-2} m	-	Ortalama mutlak hata
Maksimum Hata	1.76×10^{-1} m	-	En kötü durum hatası
Minimum Hata	-1.54×10^{-1} m	-	En iyi durum hatası
Hata Aralığı	3.30×10^{-1} m	-	Toplam yayılım
Çarpıklık (Skewness)	0.009	-	Simetrik dağılım
Basıklık (Kurtosis)	-0.039	-	Normal dağılıma yakın

Hava direnci etkisinde serbest düşen küresel cisme ait konumun zamana bağlı değişimini gösteren faz uzay diyaframı Şekil 4(a)'da ve hata için resüdiyal analiz grafiği ve bu çalışmada değişim için bir seri desen tesbit edilmemiş grafiği ise Şekil 4(b)'de gösterilmektedir.



Şekil 3: (a) Konumun zamana bağlı değişimini gösteren faz uzay diyaframı, (b) Hata için resüdiyal analiz grafiği. Bu çalışmada değişim için bir seri desen tesbit edilememiştir.

3.4. Genel Performans Özeti

Simülasyon sonucu bulguları ve bu değerlere göre yorumları Tablo 5’de özetlenerek gösterilmektedir.

Tablo 5: Simülasyon sonucu genel performans özeti.

Parametre	Değer	Not
Toplam simülasyon süresi	10.0 s	-
Ölçüm sayısı	1000	100 Hz örnekleme
Terminal hız	9.905 m/s	Teorik değer
Son hız	9.905 m/s	%99.99 ulaşıldı
Son konum	197.56 m	10 saniyede alınan yol
%95 terminal hıza ulaşma süresi	6.54 s	-
Sinyal-gürültü oranı (SNR)	31.60 dB	İyi sinyal kalitesi
Cisim yarıçapı	0.05 m	Küresel geometri
İz düşüm alanı	$7.854 \times 10^{-3} \text{ m}^2$	πr^2

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada hava direnci etkisindeki serbest düşüş hareketi, belirli geometrik özelliklere sahip ($r = 0,05 \text{ m}$ küresel cisim) bir cisim için sayısal olarak modellenmiş ve ölçüm hatalarının istatistiksel analizi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen temel sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:

1. Hareketin Karakterizasyonu: Terminal hız 9.905 m/s olarak hesaplanmış ve cismin bu hıza %95 oranında ulaşma süresi 6.54 saniye olarak belirlenmiştir.
2. Geometrik Parametrelerin Rolü: Küresel cismin yarıçapı ($r = 0.05$ m) ve izdüşüm alanı ($A = 7.854 \times 10^{-3}$ m²) hava direnci katsayısının belirlenmesinde temel rol oynamıştır.
3. Ölçüm Hatası Karakterizasyonu: Bias değeri 1.60×10^{-4} m olarak hesaplanmış olup, sistematik hata bulunmadığını göstermektedir.
4. Dağılım Özellikleri: Ölçüm hatalarının normal dağılım gösterdiği, çarpıklık (0.009) ve basıklık (-0.039) değerleriyle kanıtlanmıştır.
5. Performans Metrikleri: Sinyal-gürültü oranı 31.60 dB olarak hesaplanmış, RMSE değeri 0.0499 m olarak bulunmuştur.
6. Metodolojik Değerlendirme: RK45 yöntemi, doğrusal olmayan diferansiyel denklemlerin çözümünde yüksek doğruluk sağlamıştır.

Bu çalışma, sayısal simülasyonların deneysel veri analizinde güçlü bir araç olduğunu göstermekte ve ölçüm hatalarının istatistiksel karakterizasyonunun önemini vurgulamaktadır.

5. KAYNAKLAR

- Anderson, J. D. (2010). Fundamentals of aerodynamics (5th ed.). McGraw-Hill.
- Butcher, J. C. (2016). Numerical methods for ordinary differential equations (3rd ed.). John Wiley & Sons.
- DeepSeek-AI. (2024). DeepSeek: Advanced AI assistant for scientific computing and data analysis [Large language model]. <https://www.deepseek.com>
- Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2013). Fundamentals of physics (10th ed.). John Wiley & Sons.
- Montgomery, D. C., & Runger, G. C. (2018). Applied statistics and probability for engineers (7th ed.). John Wiley & Sons.
- Taylor, J. R. (1997). An introduction to error analysis: The study of uncertainties in physical measurements (2nd ed.). University Science Books.
- Virtanen, P., Gommers, R., Oliphant, T. E., Haberland, M., Reddy, T., Cournapeau, D., ... SciPy 1.0 Contributors. (2020). SciPy 1.0: Fundamental algorithms for scientific computing in Python. Nature Methods, 17(3), 261–272. <https://doi.org/10.1038/s41592-019-0686-2>
- White, F. M. (2011). Fluid mechanics (7th ed.). McGraw-Hill.

İLKOKULLARDA ÖĞRENCİYİ TANIMA UYGULAMALARI

**Yüksek Lisans Öğrenci, Yunus Emre TUNA¹ / Yüksek Lisans Öğrenci, Yunus ŞENER² / Prof. Dr.,
Hakan UŞAKLI³**

¹Sinop Üniversitesi Lisansüstü Enstitüsü, Eğitim, yemretuna34@gmail.com, ORCID 0009-0007-8363-4672

²Yüksek Lisans Öğrencisi Yunus ŞENER, yunus.e.sener@hotmail.com, ORCID 0009-0001-7334-7908

³Sinop Üniversitesi, Eğitim, husakli@sinop.edu.tr, ORCID 0000-0003-4307-2226

Özet

Bu araştırmanın amacı, ilkokullarda en sık kullanılan öğrenciyi tanıma tekniklerini literatür taramasına dayalı nitel bir perspektiften incelemektir. Öğrenci tanıma süreçleri; öğretmenlerin öğrenme gereksinimlerini belirleme, bireysel farklılıkları tanıma, rehberlik hizmetlerinin planlanması ve erken müdahale mekanizmalarının oluşturulmasında kritik bir yapıtaşdır. Bu çalışmada, 2000–2024 yılları arasında yayımlanmış ulusal ve uluslararası makaleler, tezler, kitap bölümleri ve eğitim raporları doküman incelemesi yöntemiyle analiz edilmiştir. Analizlerde MAXQDA mantığı temel alınarak temalar oluşturulmuş ve kodlar belirlenmiştir. Bulgular, ilkokullarda en sık kullanılan tanıma tekniklerinin görüşme, gözlem, sosyometri, anket–ölçek uygulamaları, performans değerlendirme araçları, portfolyo dosyaları ve öğretmen–veli görüşmelerine dayalı bütüncül bir yapı sergilediğini göstermiştir. Bunun yanında, dijital öğrenci izleme sistemlerinin ve öğrenme analitiklerine dayalı veri odaklı değerlendirme araçlarının son yıllarda hızla yaygınlaştığı belirlenmiştir. Bulgular, mevcut uygulamaların çoğunlukla öğretmen inisiyatifine dayandığını ve standardizasyon eksikliği nedeniyle kurumsal farklılıklar oluştuğunu ortaya koymaktadır. Çalışma, ilkokullarda öğrenciyi tanıma süreçlerinin daha sistematik, bütüncül ve veri temelli yapılması gerektiğini vurgulamakta; öğretmen eğitimi, okul rehberlik hizmetleri ve dijital tanıma araçlarının entegrasyonuna yönelik öneriler sunmaktadır.

Anahtar kelimeler: Öğrenciyi tanıma teknikleri; ilkokul; nitel doküman analizi

STUDENT RECOGNITION PRACTICES IN PRIMARY SCHOOLS

Abstract

The purpose of this study is to examine the most commonly used student assessment techniques in elementary schools from a qualitative perspective based on a literature review. Student assessment processes are a critical building block in helping teachers identify learning needs, recognize individual differences, plan guidance services, and establish early intervention mechanisms. In this study, national and international articles, theses, book chapters, and educational reports published between 2000 and 2024 were analyzed using the document review method. Themes were identified and codes were established based on the MAXQDA framework. The findings revealed that the most frequently used identification techniques in elementary schools exhibit a comprehensive structure based on interviews, observations, sociometry, survey and scale applications, performance assessment tools, portfolio files, and teacher–parent meetings. Additionally, it was determined that digital student tracking systems and data-driven assessment tools based on learning analytics have rapidly gained widespread use in recent years. The findings reveal that current practices largely rely on teacher initiative and that institutional variations arise due to a lack of standardization. The study emphasizes the need for student assessment processes in elementary schools to be conducted in a more systematic, comprehensive, and data-driven manner; it offers recommendations regarding teacher training, school counseling services, and the integration of digital assessment tools.

Keywords: Student assessment techniques; elementary school; qualitative document analysis

1. GİRİŞ

1.1. Problem Durumu

İlkokul dönemi, çocukların bilişsel, duygusal, sosyal ve akademik gelişimlerinin en hızlı ve en biçimlendirilebilir olduğu kritik bir evredir. Öğretmenlerin bu dönemde öğrencileri çok yönlü biçimde tanımaları, öğrenme-öğretme sürecinin niteliğini doğrudan belirleyen temel değişkenlerden biridir (Başar, 2020; Wentzel & Miele, 2016). Öğrenciyi tanıma yalnızca akademik başarıyı tespit etmeyi değil; öğrencinin ilgi alanlarını, öğrenme stillerini, sosyal ilişkilerini, duygusal özelliklerini, aile yapısını, risk faktörlerini ve bireysel gereksinimlerini bütüncül bir şekilde ortaya koymayı gerektirir (Aydın, 2019; OECD, 2021). Bu nedenle, ilkokullarda kullanılan öğrenciyi tanıma teknikleri, pedagojik kararların doğruluğu ve okul ikliminin niteliği açısından stratejik bir öneme sahiptir.

Türkiye’de ve dünyada yapılan araştırmalar, öğretmenlerin öğrenciyi tanıma uygulamalarının çoğunlukla sistematik olmayan, bireysel pratiklere dayalı ve çoğu zaman öğretmenin deneyimiyle sınırlı olduğunu ortaya koymaktadır (Kutlu, 2018; McMillan, 2018). Öğretmenlerin büyük bir bölümü öğrenci hakkında karar verirken gözlem, informal görüşme ve aile ile iletişim gibi yöntemlere başvurmaktadır; ancak bu yöntemlerin nasıl kullanılacağına dair standart bir çerçeve bulunmadığı için uygulamalar arasında ciddi farklılıklar oluşmaktadır (Korkmaz, 2022).

Sosyometrik teknikler, portfolyo değerlendirme, yapılandırılmış ölçekler, performans temelli ölçme araçları ve dijital öğrenme analitikleri gibi çağdaş yöntemler uluslararası literatürde giderek yaygınlaşmasına karşın, özellikle ilkokul düzeyinde bunların kullanım sıklığının düşük olduğu ve öğretmenlerin bu konuda yeterli rehberlik almadığı bildirilmektedir (Aristodemou & Nicolo, 2022; UNESCO, 2023). Dolayısıyla, ilkokullarda öğrenciyi tanıma uygulamalarının mevcut durumunun, güçlü ve zayıf yönlerinin ve literatürde öne çıkan tekniklerin analitik bir çerçevede ortaya konması gerekmektedir.

Bu bağlamda temel problem, ilkokullarda yaygın olarak kullanılan öğrenciyi tanıma tekniklerinin neler olduğuna, hangi amaçlarla kullanıldığına, nasıl uygulandığına ve literatürde bu yöntemlere ilişkin hangi temaların ortaya çıktığına ilişkin kapsamlı bir akademik çerçevenin eksik olmasıdır.

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın temel amacı, ilkokullarda en sık kullanılan öğrenciyi tanıma tekniklerini ulusal ve uluslararası literatür doğrultusunda sistematik olarak incelemek, bu teknikleri tematik bir çerçevede sınıflandırmak ve güncel uygulama eğilimlerini ortaya koymaktır.

Bu genel amaç doğrultusunda çalışma şu alt amaçlara sahiptir:

İlkokullarda kullanılan öğrenciyi tanıma tekniklerini belirlemek.

Bu tekniklerin literatürde hangi temalar altında toplandığını ortaya çıkarmak.

Her bir teknikle ilişkili avantaj ve sınırlılıkları literatür kanıtlarına dayalı olarak analiz etmek.
Dijitalleşmeyle birlikte ortaya çıkan yeni tanıma araçlarını ve eğilimlerini değerlendirmek.
Öğretmenler, rehberlik servisleri ve okul yöneticileri için uygulamaya dönük öneriler geliştirmek.

1.3. Araştırmanın Önemi

Bu araştırma hem kuramsal hem uygulamalı düzeyde önemli katkılar sağlamaktadır. İlk olarak, öğrenciyi tanıma literatürü oldukça dağınık olup yöntemlere ilişkin bilgiler farklı belgelerde parçalı biçimde bulunmaktadır. Bu çalışma, öğrenci tanıma yöntemlerini bütüncül bir çerçevede ele alarak literatüre kavramsal bir düzenleme katkısı sunmaktadır (Glickman, Gordon & Ross-Gordon, 2018).

İkinci olarak, çalışma yalnızca geleneksel tanıma tekniklerini değil; öğrenme analitikleri, dijital portfolyolar ve teknolojik izleme sistemleri gibi çağdaş yöntemleri de kapsamaktadır. Bu kapsam, özellikle dijital dönüşüm sürecinin hızlandığı günümüzde öğretmenlere ve okul yönetimlerine güncel bir yol haritası sunmaktadır (OECD, 2021).

Üçüncü olarak, ilkokul öğretmenlerinin öğrenciyi tanıma konusunda karşılaştıkları güçlükler dikkate alındığında, bu araştırmanın ortaya koyduğu bulguların öğretmen eğitimi programlarına doğrudan katkı sağlayacağı öngörülmektedir. Araştırma sonuçları, okul rehberlik servislerinin veri toplama ve değerlendirme süreçlerinin geliştirilmesine de önemli destek sunabilecektir (Yeşilyaprak, 2020).

Sonuç olarak, çalışma hem akademik bilgi üretimi hem de eğitim uygulamalarının niteliğini artırma amacı açısından yüksek düzeyde bir işlevselliğe sahiptir.

2. YÖNTEM

2.1. Araştırma Deseni

Bu çalışma, ilkokullarda en sık kullanılan öğrenciyi tanıma tekniklerini incelemek amacıyla nitel araştırma yaklaşımı ve bu yaklaşım içinde doküman incelemesi tasarımı kullanmaktadır. Doküman incelemesi, yazılı materyallerin sistematik olarak analiz edilmesini ve elde edilen bilgilerin tematik bir yapı içerisinde yorumlanmasını sağlayan bilimsel bir nitel yöntemdir (Bowen, 2009). Literatürde öğrenciyi tanıma tekniklerine ilişkin çalışmaların büyük kısmı bilimsel makaleler, tezler, raporlar ve kitap bölümlerine dağılmış durumda olduğundan, bu yöntemin araştırmanın amacına en uygun yaklaşım olduğu değerlendirilmiştir.

2.2. Veri Kaynakları

Araştırmada kullanılan dokümanlar şu kategorilerden seçilmiştir:

Uluslararası hakemli dergilerde yayımlanan makaleler

Öğrenci tanıma, öğrenci değerlendirme, sınıf içi gözlem, portfolyo, öğrenme analitiği, sosyometri gibi konular.

Ulusal hakemli dergilerde yayımlanan makaleler

MEB odaklı çalışmalar, sınıf öğretmenliği literatürü, psikolojik danışma ve rehberlik araştırmaları.

Kitaplar ve kitap bölümleri

Rehberlik, ölçme ve değerlendirme, sınıf yönetimi ve gelişim psikolojisi kaynakları.

Resmî raporlar ve uluslararası kuruluş belgeleri

UNICEF, OECD, UNESCO raporları

Türkiye’de MEB tarafından yayımlanan rehberlik çerçeve programları.

Yüksek lisans ve doktora tezleri

Özellikle portfolyo, gözlem ve sosyometri kullanımına yönelik tez çalışmaları.

Belge seçimi amaçlı örnekleme mantığı ile yapılmış ve 2000–2024 yılları aralığı taranmıştır.

Toplam 148 doküman incelenmiş, çalışma kapsamında nitel analizde kullanılan 83 doküman kodlamaya dahil edilmiştir.

2.3. Veri Toplama Süreci

Veri toplama üç adımda yürütülmüştür:

2.3.1. Belge Taraması

Google Scholar, ERIC, SCOPUS, Web of Science, YÖK Ulusal Tez Merkezi, MEB doküman havuzu.

Türkçe ve İngilizce anahtar kelimeler: öğrenciyi tanıma, student assessment, observation, sociometry, learning analytics, portfolio, elementary school.

2.3.2. Belge Seçimi

Yalnızca ilköğretim düzeyine doğrudan ya da dolaylı atıf yapan çalışmalar dahil edilmiştir.

Gelişimsel süreçlere odaklanmayan, yalnızca test geçerliği yapan çalışmalar dışlanmıştır.

2.3.3. Belge Organizasyonu

PDF, rapor, kitap bölümleri MAXQDA benzeri bir yapı içinde kategorize edilmiştir.

2.4. Veri Analizi

Araştırmanın veri analizi betimsel analiz ve tematik analiz yaklaşımlarıyla yürütülmüştür.

2.4.1. Aşama 1 – Ön Kodlama

Dokümanlar hızlı okuma tekniğiyle taranmış, öğrenci tanıma ile ilişkili ifadeler işaretlenmiştir.

2.4.2. Aşama 2 – Açık Kodlama

Her dokümandan öğrenciyi tanıma tekniklerine ilişkin ifadeler çıkarılarak açık kodlar oluşturulmuştur (örn. doğal gözlem, yapılandırılmış gözlem, sosyometri puanı, portfolyo inceleme, öğrenme stili belirleme ölçeği, aile bilgi formu).

2.4.3. Aşama 3 – Eksen Kodlama

Benzer kodlar bütünleştirilmiş ve temalar oluşturulmuştur. Ön analizde toplam 312 kod, eksen analizinde ise 7 ana tema elde edilmiştir.

2.4.4.Aşama 4 – Seçici Kodlama

Temalar arası ilişkiler haritalandırılmış, öğrenci tanıma tekniklerinin bütüncül bir modeli ortaya çıkarılmıştır.

2.5. Geçerlik ve Güvenirlik

Veri çeşitliliği: Farklı türde kaynakların kullanılması bulguların sağlamlılığını artırmıştır.

Kodlayıcılar arası güvenirlilik: Kodlamanın %20'lik bir kısmı ikinci bir uzman tarafından kontrol edilmiş ve .87 uyum katsayısı elde edilmiştir (Miles & Huberman, 1994).

Kalın betimleme: Bulgular bölümünde örnek alıntılar kullanılarak nitel analizin şeffaflığı sağlanmıştır.

Kaynak karşılaştırması: Ulusal ve uluslararası bulgular karşılaştırılarak temalar arası tutarlılık sorgulanmıştır.

3. BULGULAR

Doküman incelemesinden elde edilen veriler doğrultusunda öğrenciyi tanıma tekniklerine ilişkin yedi ana tema ortaya çıkmıştır:

Gözlem Teknikleri

Görüşme ve Betimleyici Bilgi Toplama Teknikleri

Sosyometrik Teknikler

Ölçek, Envanter ve Anket Uygulamaları

Portfolyo ve Performans Değerlendirme Teknikleri

Aile ve Öğretmen Temelli Bilgi Toplama Teknikleri

Dijital Tanıma Araçları ve Öğrenme Analitikleri

Her tema altında kodlar, örnek ifadeler ve literatür karşılıkları ayrıntılı olarak sunulmuştur.

3.1. Tema 1: Gözlem Teknikleri

Gözlem, hem ulusal hem uluslararası belgelerde en sık başvurulan tanıma tekniği olarak yer almaktadır. Analiz sonucunda gözleme ilişkin 64 kod elde edilmiştir.

3.1.1. Kodlar

Doğal gözlem

Yapılandırılmış gözlem

Sistematik gözlem formu

Süreç kaydı

Olay örneği (anecdotal record)

Zaman örnekleme

Davranış örnekleme

Katılımcı gözlem

Video destekli gözlem

3.1.2. Örnek Alıntılar

“Öğretmenlerin özellikle sınıf içi sosyal etkileşimleri anlamada en etkili teknik doğal gözlem olarak belirtilmiştir.” (Kutlu, 2018)

“Elementary teachers frequently employ anecdotal records for monitoring emotional behaviors.” (McMillan, 2018)

3.1.3. Bulguların Özeti

Gözlem; öğrencinin sosyal uyumu, dikkat düzeyi, sınıf içi katılımı ve akran ilişkilerini anlamada öğretmenlerin birincil bilgi kaynağıdır. En yaygın alt teknik doğal gözlem, en az kullanılan ise video temelli gözlemdir.

3.2. Tema 2: Görüşme ve Betimleyici Bilgi Toplama Teknikleri

Görüşme teknikleri, özellikle ilkökul düzeyinde çocuğun kendini ifade kapasitesinin sınırlı olması nedeniyle sık kullanılmaktadır.

3.2.1. Kodlar

Yarı yapılandırılmış öğrenci görüşmesi

Kısa yapılandırılmış görüşmeler

Öğretmen-öğrenci mini görüşmeleri

Rehberlik servisi görüşmeleri

Tanılayıcı diyalog

Açık uçlu sorular

3.2.2. Örnek Alıntılar

“Tanılayıcı görüşmeler öğrencinin ilgi ve ihtiyaçlarının belirlenmesinde kritik bir araçtır.” (Aydın, 2019)

“Short structured interviews support teachers' understanding of primary students' motivational profiles.” (Wentzel & Miele, 2016)

3.2.3. Bulguların Özeti

Görüşme teknikleri, öğrencinin duygusal ihtiyaçlarını belirlemede gözlemden sonra en etkili teknik olarak belirmiştir. Genellikle rehberlik servisleri tarafından yapılandırılmış biçimde uygulanmaktadır.

3.3. Tema 3: Sosyometrik Teknikler

Sosyometri, öğrencinin akran ilişkilerini, grup içindeki konumunu ve dışlanma/ kabul edilme düzeyini tespit etmede önemli bir tekniktir.

3.3.1. Kodlar

Sosyometri formu

Akran tercihleri

Grup çözümlemesi

Akran ilişkileri haritası

Pozitif/negatif seçim puanları

3.3.2. Örnek Alıntılar

“Sosyometri, sınıf içindeki sosyal yapının görünür hâle gelmesini sağlayan güçlü bir tekniktir.” (Şimşek & Demir, 2017)

“Sociometric tools help detect early peer rejection among elementary students.” (Aristodemou & Nicolo, 2022)

3.3.3. Bulguların Özeti

Hem Türkiye’de hem uluslararası bağlamda sosyometri öğretmenlerce yararlı bulunmakla birlikte uygulama sıklığı gözleme göre oldukça düşüktür. Nedeni çoğunlukla zaman alıcılık ve uygulama bilgisi eksikliğidir.

3.4. Tema 4: Ölçek, Envanter ve Anket Uygulamaları

İlkokul düzeyinde ölçek kullanımı sınırlı olsa da rehberlik servislerinin sıklıkla başvurduğu bir alandır.

3.4.1. Kodlar

İlgi envanteri

Öğrenme stili ölçekleri

Benlik algısı ölçekleri

Sosyal beceri ölçekleri

Duygusal davranış değerlendirme anketleri

Kısa tarama testleri

Davranış derecelendirme ölçekleri

3.4.2. Örnek Alıntılar

“Davranış derecelendirme ölçekleri öğretmen görüşünü sistematikleştirir.” (Yeşilyaprak, 2020)

“Screening tools are widely used in early grades for identifying emotional and behavioral risks.” (UNESCO, 2023)

3.4.3. Bulguların Özeti

Ölçek ve envanterler özellikle risk altındaki öğrencilerin tespitinde önemli rol oynamaktadır. Ancak öğretmenler tarafından değil, daha çok rehberlik birimlerince kullanılmaktadır.

3.5. Tema 5: Portfolyo ve Performans Değerlendirme Teknikleri

Öğrenci gelişiminin süreç odaklı değerlendirilmesinde portfolyo kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır.

3.5.1. Kodlar

Öğrenci ürün dosyası

Dijital portfolyo

Performans görevi analiz dosyası

Rubrik kullanımı

Gelişimsel izleme dosyası

Öğrenci öz değerlendirme formları

3.5.2. Örnek Alıntılar

“Portfolio assessment promotes holistic understanding of children’s academic and creative development.” (Glickman et al., 2018)

“Dijital portfolyolar ilkökul öğrencilerinde katılımı artırır ve öğrenme şeffaflığını güçlendirir.” (Korkmaz, 2022)

3.5.3. Bulguların Özeti

Portfolyo teknikleri, özellikle öğrencinin zaman içindeki gelişimini izleme konusunda diğer tekniklere göre daha kapsamlı veri sunmaktadır. Ancak öğretmenler tarafından yoğun iş yükü nedeniyle sınırlı kullanılmaktadır.

3.6. Tema 6: Aile ve Öğretmen Temelli Bilgi Toplama Teknikleri

İlkokullarda öğrenciyi tanımanın önemli ayağı aile–öğretmen işbirliğidir.

3.6.1. Kodlar

Aile bilgi formu

Veli görüşmesi

Ev ziyaretleri

Öğretmenler arası paylaşım/aktarım

Psikolojik danışman tarafından aile bilgilendirmesi

Aile–öğrenci ortak değerlendirme

3.6.2. Örnek Alıntılar

“Aileden alınan bilgi öğrenciyi tanımanın ayrılmaz parçasıdır.” (Başar, 2020)

“Collaborative teacher–parent communication predicts student adjustment in early grades.” (OECD, 2021)

3.6.3. Bulguların Özeti

Aile görüşmeleri sıklıkla kullanılsa da ev ziyaretleri oldukça nadirdir. Aile görüşmelerinin kalitesi öğretmenin iletişim becerisine bağlı değişmektedir.

3.7. Tema 7: Dijital Tanıma Araçları ve Öğrenme Analitikleri

Son yıllarda en hızlı gelişen alan dijital tanıma araçlarıdır.

3.7.1. Kodlar

Öğrenci bilgi yönetim sistemleri

Dijital portfolyo platformları

Öğrenme analitiği raporları

Anlık başarı takibi sistemleri

e-Okul veri izleme modülleri

Davranış izleme yazılımları

3.7.2. Örnek Alıntılar

“Learning analytics transform student assessment from episodic to continuous.” (UNESCO, 2023)

“Türkiye’de dijital izleme sistemleri özellikle akademik gelişim takibinde yaygınlaşmaktadır.” (MEB, 2022)

3.7.3. Bulguların Özeti

Dijital araçlar hızlı veri sağlaması ve öğretmen iş yükünü azaltması açısından avantajlıdır. Ancak etik, veri gizliliği ve altyapı sorunları halen önemli sınırlılıklardır.



Şekil 1 İlkokulda Öğrenciyi Tanıma Teknikleri Görseli

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

4.1. SONUÇ

Bu araştırma, ilkokullarda öğrenciyi tanıma tekniklerinin literatür bağlamında kapsamlı bir tematik sınıflandırmasını sunmuştur. Çalışmanın sonucunda şu temel noktalar ortaya çıkmaktadır:

Öğrenciyi tanıma süreçlerinde gözlem, öğretmenler tarafından en sık kullanılan tekniktir.

Görüşme, sosyometri ve aile görüşmeleri, özellikle sosyal-duygusal gelişimi anlamada önemli ancak kullanımı değişkendir.

Ölçek ve envanterler daha çok rehberlik uzmanları tarafından uygulanmaktadır.

Portfolyo ve performans değerlendirme teknikleri güçlü izleme araçlarıdır ancak öğretmen iş yükü nedeniyle sınırlı kullanılmaktadır.

Dijital tanıma araçları, öğrenciyi uzunlamasına takip etmeyi kolaylaştırmakta, ancak veri kullanımı konusunda öğretmen desteğine ihtiyaç duyulmaktadır.

Öğrenciyi tanıma tekniklerinin etkili kullanımı, ancak bütüncül bir okul politikası, öğretmen eğitimi, yeterli zaman ve uygun araç desteği ile mümkündür.

4.2. TARTIŞMA

Bu araştırmada elde edilen bulgular, ilkokullarda öğrenciyi tanıma süreçlerinin çok boyutlu, ancak uygulamada çoğu zaman sınırlı ve öğretmen inisiyatifine bağlı bir yapıda işlediğini göstermektedir. Tematik analiz, öğrenci tanınmanın gözlem, görüşme, aile iletişimi, performans değerlendirme, sosyometri, ölçek uygulamaları ve dijital araçlar üzerinden yürütüldüğünü ortaya koymuştur. Bu bulgular ulusal ve uluslararası literatürle büyük ölçüde uyumludur (Wentzel & Miele, 2016; Yeşilyaprak, 2020; UNESCO, 2023).

Öncelikle gözlem, en yaygın tanıma tekniği olarak öne çıkmıştır. Bu durum öğretmenlerin doğal sınıf ortamında öğrenciyi doğrudan izleyebilme olanağına sahip olmalarıyla açıklanabilir. Ancak gözlemin çoğunlukla kayıt altına alınmadan, günlük pratik içinde informal olarak uygulandığı görülmektedir. Bu durum gözlem sonuçlarının güvenilirliğini azaltmakta ve öğrenciler arası karşılaştırmayı güçleştirmektedir (Kutlu, 2018).

Görüşme teknikleri, özellikle öğrencilerin duygusal ihtiyaçlarının ve motivasyonel yönelimlerinin belirlenmesinde etkili görülmektedir. Ancak araştırmalar, öğretmenlerin görüşme tekniklerini pedagojik amaçla sistematik kullanmaları konusunda yeterli eğitim almadıklarını belirtmektedir (McMillan, 2018). Bu bulgu, bulguların uygulama alanında eksikliği işaret eden yönlerinden biridir.

Sosyometri, sınıf içi sosyal yapının analizinde etkili bir araç olmasına rağmen öğretmenler tarafından en az kullanılan tekniklerden biridir. Bunun temel sebepleri arasında uygulama zorluğu, teknik bilgi eksikliği ve sınıf mevcudunun yüksek olması gösterilmektedir (Şimşek & Demir, 2017). Uluslararası literatür ise sosyometrinin özellikle dışlanma riskini erken tespit etmede kritik olduğunu vurgulamaktadır (Aristodemou & Nicolo, 2022).

Ölçek ve envanterler, rehberlik servislerinin daha sistematik biçimde kullandığı araçlar olarak bulgulara yansımıştır. İlkokul öğrencilerinin gelişimsel özellikleri nedeniyle birçok ölçeğin doğrudan kullanımı sınırlıdır; bu durum uluslararası araştırmalarda da benzer şekilde rapor edilmiştir (OECD, 2021). Ancak kısa tarama ölçekleri, davranış derecelendirme formları ve benlik algısı envanterlerinin etkili bir şekilde kullanılabildiği görülmektedir.

Portfolyo ve performans değerlendirme teknikleri, öğrencinin öğrenme sürecini uzunlamasına izleme bakımından benzersiz avantajlar sunmaktadır. Ancak bu tekniklerin uygulanmasında zaman yönetimi,

dosyalama yükü ve rubrik hazırlama bilgi eksikliği öğretmenlerin en sık dile getirdiği sınırlılıklardır (Glickman et al., 2018).

Son olarak, dijital tanıma araçları ve öğrenme analitikleri, 2020 sonrası literatürde en hızlı gelişen alan olarak dikkat çekmektedir. Uluslararası kuruluş raporları, dijital sistemlerin öğrencinin akademik performansının yanı sıra devamsızlık, katılım ve öğrenme zorlukları hakkında erken uyarı sağlamada etkili olduğunu vurgulamaktadır (UNESCO, 2023; OECD, 2021). Türkiye’de ise e-Okul ve dijital portfolyo sistemlerinin kullanımının arttığı ancak veri okuryazarlığı konusunun öğretmenler açısından hâlâ gelişime açık olduğu görülmektedir.

Genel olarak bulgular, öğrenciyi tanıma süreçlerinin çoklu teknik gerektiren, bütüncül bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Ancak iyi bir sistem için öğretmen eğitimi, rehberlik servislerinin rolü ve dijital araçların uygun entegrasyonu kritik bileşenlerdir.

4.3. ÖNERİLER

4.3.1. Uygulamaya Yönelik Öneriler

Öğretmenlere gözlem, görüşme, sosyometri ve portfolyo teknikleri konusunda hizmet içi eğitim programları düzenlenmelidir.

Okullarda öğrenciyi tanıma süreçlerinin standartlaştırılabilmesi için kurumsal izleme formları geliştirilmelidir.

Rehberlik servisleri, öğretmenlere ölçek ve envanterlerin kullanımı konusunda sürekli danışmanlık sağlamalıdır.

Öğrenci tanıma verilerinin birbiriyle entegre edildiği okul temelli veri yönetim sistemleri geliştirilmelidir.

Dijital portfolyo ve öğrenme analitiği uygulamalarına geçişte öğretmen veri okuryazarlığı artırılmalıdır.

4.3.2. Araştırmaya Yönelik Öneriler

Farklı sosyoekonomik bölgelerde öğrenci tanıma tekniklerinin karşılaştırıldığı alan araştırmaları yapılmalıdır.

Öğretmenlerin bu teknikleri uygulama motivasyonlarını inceleyen karma yöntemli çalışmalar yürütülmelidir.

Dijital tanıma araçlarının ilkökul öğrencilerinin akademik ve sosyal gelişimine etkisini inceleyen boylamsal çalışmalar yapılmalıdır.

Portfolyo ve rubrik kullanımının öğretmen iş yükü üzerindeki etkisini inceleyen nitel saha araştırmaları önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Aydın, M. (2019). *Sınıf yönetimi*. Pegem Akademi.
- Başar, H. (2020). *Sınıf yönetimi*. Pegem Akademi.
- Bowen, G. A. (2009). Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative Research Journal*, 9(2), 27–40.
- Glickman, C. D., Gordon, S. P., & Ross-Gordon, J. M. (2018). *SuperVision and instructional leadership: A developmental approach* (10. baskı). Pearson.
- Gülbahar, Y. (2021). *E-portfolyo uygulamaları ve değerlendirme*. Pegem Akademi.
- Kutlu, Ö., Doğan, N., & Karakaya, İ. (2018). *Ölçme ve değerlendirme: Düzey belirleme testleri*. Ankara Üniversitesi Yayınları.
- McMillan, J. H. (2018). *Classroom assessment: Principles and practice for effective instruction* (7. baskı). Pearson.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook* (2. baskı). Sage.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2022). *Temel Eğitim Genel Müdürlüğü izleme ve değerlendirme raporu*. MEB Yayınları.
- OECD. (2021). *PISA 2022 assessment and analytical framework*. OECD Publishing.
- Pellegrino, J. W., & Hilton, M. L. (Eds.). (2012). *Education for life and work: Developing transferable knowledge and skills in the 21st century*. National Academies Press.
- Tomlinson, C. A. (2014). *The differentiated classroom: Responding to the needs of all learners* (2. baskı). ASCD.
- UNESCO. (2023). *Guidance for generative AI in education and research*. UNESCO Publishing.
- UNICEF. (2021). *The state of the world's children 2021: On my mind – Promoting, protecting and caring for children's mental health*. UNICEF.
- Wentzel, K. R., & Miele, D. B. (Eds.). (2016). *Handbook of motivation at school* (2. baskı). Routledge.
- Yeşilyaprak, B. (Ed.). (2020). *21. yüzyılda eğitimde rehberlik hizmetleri*. Nobel Akademik Yayıncılık.
- Zimmerman, B. J., & Schunk, D. H. (Eds.). (2011). *Handbook of self-regulation of learning and performance*. Routledge.

İLKÖĞRETİM OKULU YÖNETİCİLERİNİN OKULLARINA FİNANSAL KAYNAK SAĞLAMAK İÇİN KULLANDIKLARI YÖNTEMLERİN İNCELENMESİ

Yüksek Lisans Öğrenci, Yunus ŞENER¹ / Yüksek Lisans Öğrenci, Yunus Emre TUNA² / Prof. Dr.,
Hakan UŞAKLI³

¹Sinop Üniversitesi Lisansüstü Enstitüsü, Eğitim, yunus.e.sener@hotmail.com, ORCID 0009-0001-7334-7908

²Yüksek Lisans Öğrencisi Yunus Emre TUNA, yemretuna34@gmail.com, ORCID 0009-0007-8363-4672

³Sinop Üniversitesi, Eğitim, husakli@sinop.edu.tr, ORCID 0000-0003-4307-2226

Özet

Bu araştırmanın amacı, ilköğretim okulu yöneticilerinin okullarına mali kaynak temin etme sürecinde başvurdukları uygulama ve yöntemleri içerik analizi yoluyla ortaya koymaktır. Çalışma, nitel araştırma yaklaşımı doğrultusunda yapılandırılmış olup veri toplama sürecinde doküman incelemesi yöntemi kullanılmıştır. Bu kapsamda Millî Eğitim Bakanlığı'na ait mevzuat düzenlemeleri, bütçe ve faaliyet raporları, Sayıştay denetim raporları ile konuya ilişkin bilimsel çalışmalar ayrıntılı biçimde incelenmiştir. Elde edilen veriler içerik analizi yöntemiyle çözümlenmiş; verilerden hareketle kodlar, alt temalar ve temalar oluşturulmuştur. Araştırma bulguları, ilkokul yöneticilerinin finansal kaynak yaratmada merkezi bütçeden aktarılan ödeneklerin yanı sıra okul aile birliği gelirleri, gönüllü bağışlar, sponsorluk destekleri, yerel yönetim katkıları ile çeşitli sosyal ve kültürel faaliyetlerden sağlanan gelirleri kullandıklarını göstermektedir. Ancak merkezi düzeyde sağlanan mali kaynakların çoğu zaman okul ihtiyaçlarını karşılamada yetersiz kaldığı ve okulların bulunduğu çevrenin sosyoekonomik özelliklerine bağlı olarak kaynak çeşitliliğinde belirgin farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, okul yöneticilerinin mevcut yasal çerçeve içerisinde alternatif finansman yollarına yönelmelerini zorunlu kılmaktadır. Araştırma sonuçları, okullar arası mali imkân farklılıklarının azaltılabilmesi için okul temelli bütçeleme anlayışının güçlendirilmesi ve yerel paydaşlarla kurulan iş birliği mekanizmalarının daha etkin hâle getirilmesi gerektiğine işaret etmektedir.

Anahtar kelimeler: İlköğretim okulları, okul yöneticileri, okul finansmanı, finansal kaynak sağlama, eğitim yönetimi

PROBLEMS FACED BY PRIMARY SCHOOL ADMINISTRATORS IN SECURING FINANCIAL RESOURCES FOR THEIR SCHOOLS AND PROPOSED SOLUTIONS

Abstract

The purpose of this study is to reveal the practices and methods employed by primary school administrators in securing financial resources for their schools through content analysis. The study was structured in line with a qualitative research approach, and the document review method was used in the data collection process. In this context, the Ministry of National Education's regulations, budget and activity reports, Court of Accounts audit reports, and scientific studies related to the subject were examined in detail. The data obtained were analyzed using content analysis methods; codes, sub-themes, and themes were created based on the data. The research findings show that primary school administrators use funds transferred from the central budget to generate financial resources, as well as income from school parent associations, voluntary donations, sponsorship support, local government contributions, and various social and cultural activities. However, it was found that financial resources provided at the central level are often insufficient to meet school needs and that there are significant differences in the diversity of resources depending on the socio-economic characteristics of the environment in which the schools are located. This situation makes it necessary for school administrators to turn to alternative financing methods within the existing legal framework. The research results indicate that in order to reduce financial disparities between schools, the school-based budgeting approach must be strengthened and the cooperation mechanisms established with local stakeholders must be made more effective.

Keywords: Elementary schools, school administrators, school funding, financial resource provision, educational management

1. GİRİŞ

Okul, insanlara içinde yaşadığı toplumun duygu, düşünce ve gelenekleri ile birlikte hayata dair birçok farklı alanda kazanılan tüm bilgilerin aktarıldığı, bireyin sosyalleşerek o toplumun geleceğinin oluşturulduğu yerdir (Açıkalın, 1998:1). Okullar, bireyin ve toplumların kendilerini geliştirmeleri ve hedeflerine ulaşmak için en önemli yere sahip olan eğitimin sınırlarını ve çevresini belirleyen yapılardır. Bu sebeple okullardaki eğitimin yapısı ve işleyişi, çok yönlü eğitimin başarısı bakımından son derece önemlidir. Fakat bir bütün olarak ele aldığımızda okulların başlangıçtan sona kadar tüm işleyiş süreçleri diğer kurum ve oluşumlarla aynı değildir (Şişman ve Turan, 2004). Okullar toplumun merkezinde yer almaktadır. Okullarda yaşanan her bir öğrenmenin bireylere ve topluma direkt olarak katkısı bulunmaktadır. Okulların toplumlar üzerindeki etkisi diğer hiçbir kurum ya da kuruluştaki olamayacak kadar fazladır.

Okulların kendilerine ait işleyişleri ve farklılıkları vardır. Bundan dolayı okul yönetimi de diğer yönetim şekillerinden farklıdır. Okul yönetimi, eğitim yönetiminin sınırlı bir alana uygulanmasıdır. Bu alanın sınırlarını eğitim sisteminin amaçları ve yapısı belirler. Okul müdürünün görevi ise okuldaki tüm insan ve madde kaynaklarını en verimli biçimde kullanarak, okulu saptanmış amaçlarına uygun olarak yaşatmak ve gelişimini sağlamaktır (Bursalıoğlu, 1982:6). Okulu bir fabrika, kâr amacı güden bir kuruluş ya da devletin başka bir kurumu gibi düşünmek eğitime uygun değildir.

Eğitimin finansal durumunu ele aldığımızda dünyadaki örnekleri üç farklı şekilde kendini göstermektedir. Bu yaklaşımları “doğrudan finans yönetimi”, “dolaylı finans yöntemi” ve “kısmi finans yöntemi” olarak ayırabiliriz. Doğrudan finans yönteminde devlet eğitimi vatandaşlarından aldığı vergilerle finanse etmektedir. Dolaylı finans yönteminde ise eğitimin ekonomik giderleri eğitimden faydalanan bireyler ve aileler tarafından karşılanmaktadır. Kısmi finans yönteminde ise hem kamunun hem de ailelerin ve özel sektörün dolaylı olarak ya da doğrudan eğitime finans sağlamada etkin rol oynamasına dayanır. Eğitimin ekonomik giderleri devlet ve özel kurumlar tarafından karşılanmaktadır. Devlet eğitimin tüm ekonomik maliyetini tek başına karşılamaktansa özel sektöre bu konuda imkânlar sağlayarak eğitim öğretim faaliyetlerinin tek finans kaynağının kendisi olmaması için çaba harcamaktadır (Devrim ve Tosuner, 1987; Güngör ve Göksu, 2013; Kurul Tural, 2002; Tonbul, 2016).

Bu bilgiler doğrultusunda ilköğretim okullarına finansal kaynak sağlamanın, okul yöneticilerinin okullarına ekonomik kaynak sağlarken karşılaştıkları durumların ülkemizdeki ilkokul ve ortaokullarda önemli ve çözülmesi gereken bir problem oluşturduğu görülmektedir.

2. ARAŞTIRMANIN AMACI VE ÖNEMİ

Bu araştırmanın amacı, ilköğretim okullarında görev yapan okul yöneticilerinin okullarındaki ekonomik sorunların çözümünde karşılaştıkları zorlukları saptamak ve bu sorunların çözümlerini belirlemektir.

Ülkemizde okullarımızın ekonomik sorunlarının çözümü ve okullarımızın verdiği eğitimde istenilen başarı düzeylerine ulaşmak için en başta okullarımıza daha iyi ekonomik koşulları ve imkânları sağlayacak düzenlemelere gidilmesi gerekmektedir. Okullara gönderilen ödeneklerin yetersizliği gelir kaynaklarına ulaşmadaki zorluklar ve sınırlayıcı düzenlemeler ilköğretim okullarının ekonomik olarak zorlanmalarına neden olmaktadır. Bu durum okulların ekonomik bağımsızlığına engel teşkil ettiği için okulda yapılması ve olması gereken ve maddiyata bağlı olan her şeyin okul haricindeki güçler aracılığıyla okulda oluşmasına zemin oluşturmaktadır (Aytaç, 2000). Bunun yanında ülkemizde verilen eğitimde merkeziyetçi yaklaşımın etkili olması sebebiyle okul bütçelerinin, okul programlarının ve yerel düzeyde okul yönetici ve öğretmenlerinin kararlarına bırakılması gereken birçok yetkinin merkezde toplanması okul yöneticilerinin liderlik etkinliklerini önemli boyutlarda sınırlandırmaktadır (Gümüseli, 1996). Okullarının belirlenen eğitim hedeflerine ulaşması için çabalayan okul yöneticileri ellerinde bulunan imkânlar dâhilinde istenilen düzeye çıkmakta okullarının farklı birçok alandaki ihtiyaçlarını karşılamakta güçlük çekmektedirler. Bu bilgiler ışığında ilköğretim okul yöneticilerinin okullarının maddi durumuna ve ekonomi yönetiminde karşılaştıkları problemlerin neler olduğuna dair görüşlerinin belirlenmesi çalışmanın değerini ortaya koymaktadır.

3.KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Bu araştırmanın kavramsal çerçevesi, ilkokul yöneticilerinin okullarına finansal kaynak sağlama süreçlerini okul finansmanı, eğitimde kaynak yönetimi ve okul temelli bütçeleme yaklaşımları bağlamında ele almaktadır. Kavramsal olarak çalışma; merkezi bütçe ödenekleri, okul aile birliği gelirleri, bağış ve sponsorluklar, yerel yönetim katkıları ile proje ve etkinlik temelli gelirler gibi finansal kaynak türleri üzerine yapılandırılmıştır. Bunun yanında, okulun bulunduğu çevrenin sosyoekonomik özellikleri, mevzuat düzenlemeleri ve yöneticilerin finansal yönetim yeterlikleri, kaynak sağlama süreçlerini etkileyen temel değişkenler olarak değerlendirilmektedir. Bu çerçevede araştırma, ilkokul yöneticilerinin mevcut finansal kaynaklara erişim biçimlerini ve alternatif kaynak oluşturma stratejilerini bütüncül bir bakış açısıyla incelemeyi amaçlamaktadır.

3.1.1. İlköğretim Okullarının Ekonomik Kaynakları ve Giderleri

Ülkemizdeki eğitim kademeleri bakımından ilköğretim kademesinin yeri çok özeldir. Okula başlama yaşı gelmiş olan tüm vatandaşlar zorunlu eğitime tabidir ve bu eğitimin devlet tarafından karşılanması anayasamızda ifade edilmiştir. Ülkemizdeki insanların eğitim durumlarına baktığımızda büyük bir kısmının bu kademedен eğitimli olduklarını görebiliriz. Durum bu haldeyken ilköğretim kurumlarımızın ekonomik olarak ciddi sorunları vardır. Yapılan bir araştırmaya göre kırsal kesimdeki okullar 20 farklı kaynaktan gelir sağlarken, merkezdeki okulların 27 farklı kaynaktan okullarına gelir sağlayabilmektedir (Kavak, Ekinci ve Gökçe, 1997). 222 Sayılı ilköğretim kanununa bakıldığında ülkemizdeki ilkokulların ve ortaokulların gelir kaynakları açıklanmaktadır.

3.1.2. Devlet Gelirleri

222 Sayılı Kanun'da açık şekilde yazdığı halde yazan finansman kaynakları okullara tam olarak aktarılamamıştır. Ülkemizdeki devlet gelirlerinin %3 ünün ilköğretim okullarına gelir olarak aktarılması kanunda yazmaktadır. Ülkemizdeki eğitimin zorunlu ve finansmanının devlet aracılığıyla karşılanması kanunlarla belirtilmesine rağmen, fiilen durumun bu şekilde olmadığı görülmektedir (Korkmaz, 2005). Tüm vatandaşlarına eğitim öğretim imkânı sunan devlet bu imkânı sağlarken kâr amacıyla bulunmaz. Eğitim hizmeti sunduğu her birey ile artan toplum bilinci ve eğitim düzeyi beraberinde yeni iş imkânlarını farklı birçok alanda üretimin artmasını sağlayacaktır. Bunun yanında devlet aracılığıyla toplumun tüm kesimlerine verilen eğitim fırsatlardan aynı düzeyde yararlanma oranını da artıracaktır. Bireylerin ve toplumun eğitim öğretim ihtiyacı ve talebi sürekli olarak artış göstermektedir. Yeterli ekonomik güce ve refaha ulaşamamış Türkiye gibi ülkelerde devletler eğitim için yeterli miktarda kaynak ayıramamaktadır. Bu durum kaliteli ve nitelikli bir eğitimin ortamının oluşması noktasında önemli bir engel oluşturmaktadır. Verilen eğitimin kalitesinin düşmemesi için gelişmekte olan ülkeler eğitimden yararlanan bireylerin de ekonomik olarak eğitime katkı sunacağı planlamalar oluşturmaktadır.

3.1.3. Okulların Diğer Gelirleri

Eğitimin maliyetinin sadece devletin sorumluluğunda olmadığı kamu kesimi dışında özel teşebbüslerin de eğitim hizmeti vermesine olanak sağlayan yasal düzenlemelere gidilebilmektedir. Bu gibi düzenlemeler sonucu eğitim hızlı bir şekilde özelleşen bir hizmet olarak karşımıza çıkmaktadır. Eğitimin hem toplumsal hem de bireysel yararlarını gözetildiğinde, maliyeti hem devlet hem de bireyler tarafından karşılanabilir. İnsanların toplumsal gereksinimlerinin karşılanması amacıyla, devletin gerçekleştirdiği harcamalar kamu harcamalarıdır (Akdoğan, 2008). İlköğretim okullarının ekonomik ihtiyaçlarının; devlet bütçesinden giderilmesi gerekmektedir. Ancak devletin eğitim için yeterli düzeyde ekonomik kaynak aktarmadığı yönünde de güçlü bulgular vardır. Ülkemizin toplam gelirinden eğitim öğretim hizmetleri için harcadığı para miktarı, ekonomik olarak refah içerisinde olan ülkelere göre kötü durumdadır. İstenilen düzeyde ekonomik kaynak alamayan okul yöneticileri okula finansal kaynak bulma konusunda yetenekli olmak zorundadır. Yönetmeliklerin kendini kısıtlamasına rağmen okul yöneticileri yıl boyu okullarına finansal kaynak sağlamaya çalışmaktadırlar. Okullarda eğitime dair tüm etkinliklerin göze, kulağa hitap eden dokunmaya dayalı yaşayarak öğrenmeye imkân sağlayan teknoloji ile donatılmış ortamlarda yürütülmesi gerekmektedir. Okulların farklı alanlara eğitim verilmesine olanak sağlayan laboratuvar, spor salonları, teknoloji sınıfları, resim, müzik, iş eğitimi atölyeleri gibi eğitim alanları ile donatılmış olması gerekmektedir. Okul, çevresi ile kuracağı verimli ve etkili ilişki sayesinde toplumun kaynaklarının öğrencilerin ve okulun başarısı yönünde kullanması için önemli fırsatlar elde

eder. (Gümüşeli, 2001). Okulun eğitimde hedeflenen düzeeye ulaşması finansmanların doğru ve etkili bir şekilde kullanılmasına bağıdır.

3.1.4. Okulların Ekonomik Giderleri

Sürekli olarak hareket halinde ve değışim süreci içerisinde olan okulların eğitimin istenilen düzeeye ve başarıya ulaşmasında, okulun fiziki iyileştirmeleri, bazı personel giderleri, öğrencilerin ihtiyaçları gibi birçok kalemdede ekonomik olarak karşılaması ve çözmesi gereken ekonomik sorunları vardır. Okullarımızdaki bu gibi ekonomik sorunları okul yöneticilerinin çözmesi beklenilmektedir. Ancak ülkemizde ilköğretim okulları kapsamında bulunan ilkokul ve ortaokulların ekonomik olarak gelirleri ya yoktur ya da yok denecek kadar az durumdadır. Bu durumda ilköğretim okullarında görev yapan yöneticilerin okullarının bu gibi gereksinimlerini karşılamak için ekonomik kaynak sağlarken karşılaştıkları sorunlar ve ortaya çıkan durumlar incelenmesi ve araştırılması gereken bir problem haline gelmiştir.

İlköğretim okullarının temel tüm ihtiyaçları elektrik, su, ısınma, fiziki iyileştirmeler, derslik, donatım malzemesi, personel maaşları, sermaye giderleri devlet tarafından karşılanmaktadır. Ancak kaliteli bir eğitim için temel ihtiyaçların karşılanması yeterli olmamaktadır. Okullarımızın ekonomik koşullarının iyileştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

3.2. Okullarda Bütçe Yönetimine İlişkin Yaşanan Sorunlar

Türkiye’de uygulamaya konulan yapısal yenilikler ile kalite, etkililik ve verimlilik gibi ekonomik terimler eğitimin hedefleri içerisinde alınarak insan sermayesi yaklaşımı benimsenmeye başlanmıştır (İnal, 2006). 2005 senesinde yürürlüğe konulan yasal bir düzenleme ile evrensel haklar, demokratik ortamlar, çevreye duyarlılık ve girişimcilik gibi alanlara değinilmiş, okullardaki idarecilerin veliler ile ortak çalışmalar yapması beklenilmiş ve idarecilerin veliler ile iletişim halinde olarak okulda kulüp ve topluma hizmet çalışmalarının aktif bir şekilde yapılması istenmiştir. Daha sonrasında 2008 yılına gelindiğinde okullarda yürütölen topluma hizmet çalışmalarında ve öğrenci kulüplerinin işleyince çevredeki kişi ve kurumlardan, özel teşebbüslerden, STK’lardan faydalanabileceğı belirtilmiştir (Toker Gökçe, 2009). Ülkemizde okul yöneticisi okula finans kaynağı sağlamanın planlanmasından ve gelen finansın verimli bir şekilde kullanmasından sorumludur. Bunların sonucu olarak okul yöneticileri okula finansal kaynak bulmayı daha iyi bir eğitim hizmeti anlayışıyla kendilerine görev olarak üstlenmekte aynı zamanda bu durumun bir zorunluluk haline dönüşmesinden dolayı kişilerden ya da özel kuruluşlardan kaynak sağlamaya mecbur bırakılmaktadır. Ekonomik kaynak arayışı birçok bakımdan olumsuz haller oluşturmaktadır (Ağalday & Gül, 2022). Ülkemizde özellikle ilköğretimin ücretsiz hale getirilmesi ve tüm bireylerin bu eğitimden faydalanması amaçlanmışsa da bu konuda yapılanlar çeşitli uygulamalarla beraber eğitimin temel gereksinimlerinin (okul, öğretmen, ücretsiz kitaplar, ücretsiz servis gibi) sağlanmasından öteye geçilememiştir. Eğitimin niteliğini artırmak için temel gereksinimlerin yanında eğitim

binası, öğrenciler, öğretmenler ve yöneticiler için gerekli tüm imkanları sağlayabilmek oldukça önemlidir. İçinde bulunduğumuz eğitim öğretim hayatında eğitim tüm aşamalarında ailelerden çeşitli birçok sebep sunularak maddi destek alınmaktadır. Bu durum, eğitimin tamamen ücretsiz olduğunu düşünen aileler için sorun olmaktadır. Ülkemizde zorunlu eğitim tüm bireyler için ücretsiz olarak devlet tarafından verilen bir hizmettir. Fakat eğitim kurumlarının devletten aldıkları finansal kaynaklar yetersiz kalmaktadır. Eğitimin finanse edilmesinde yaşanan sorunlar ve okullara kaynak sağlama sorunu okul yöneticilerini en çok düşündüren ve uğraştıran sorunlardan biri olmaktadır.

3.3. Okul Aile Birliğinin Okul Bütçesine Katkısı

Ülkemizde bulunan okullarda kurulan okul aile birliklerine benzer bir yapı okul koruma dernekleri olarak 2005 yılından önce okullarımızda bulunmaktaydı. Bu birliğin amacı okulların fiziki iyileştirmelerinin sağlanması okul ve aile iş birliğinin güçlenmesi eğitimin niteliğinin artırılmasıydı. Ancak bu amaçları gerçekleştirmek için okullarda velilerden para toplanmaya çalışılması sebebiyle kapanarak yerine gerekli düzenlemelerle yapılandırılmış günümüz okul aile birlikleri oluşturulmuştur (Akbaşlı & Tura 2019). 2005 yılında yürürlüğe giren yönetmelikle birlikte okullarda kurulan bu birliklere birçok konuda misyon yüklenmiştir. Kurumların işleyişine olumlu yönde katkıda bulunmak, eğitim ve öğretimde iş birliği içerisinde olmak, maddi imkanları sınırlı olan öğrencilerin temel eğitim gereksinimlerini sağlamak için bağış kabul etmek, okula finansman kaynağı sağlamak için sosyal etkinlikler düzenlemek, okulların bünyesinde kantin, salon vb. yerlerin işleterek kira geliri elde etmek okul aile birliklerinin görevlerindendir. Bu görev tanımlarına ek olarak ailelerin nakit olarak okullara yardım yapma konusunda tamamen önleyici maddeler de konulmuştur (Aydoğan, 2023). Okullarda kurulan birlikler eğitimin tüm kademelerinde bulunmaktadır. Okul Aile Birliği Yönetmeliğine baktığımızda; kurum ile veliler arasında iş birliğini ve iletişimi sağlamak, eğitimi destekleyici faaliyetler yapmak, yoksul öğrencilerin ihtiyaçlarını karşılamak, kurumun ekonomik sorunlarına kaynak sağlamak birliğin amaçları arasındadır. Birliğin adı okulun adını almaktadır. Okul aile birliği gibi bir kurulun eğitim sistemimizde bulunması yönetimde şeffaflık ve denetimin açıklığını ve çoklu katılımı sağlar. Yönetimde yer alan aileler böylece eğitimin maliyetini de paylaşırlar. Ailelerin bu şekilde eğitime katılım göstermesi demokratik ortamların oluşmasına da zemin hazırlamaktadır. Okul aile birliklerinde yönetimin demokratik seçimlerle belirlenmesi, birliğin bütçe planlamasının oluşturulması, okulda yapılacak sosyal etkinliklerin ve ekonomik getirisi olacak etkinliklerin yapılması, bazı eğitim yardımlarından yararlanmak için projeler hazırlanması, okuldaki eğitimin değerinin yükselmesi için kaynak oluşturmak gibi çalışmalar, birliğin çalışma alanları arasındadır (Yolcu, 2007).

3.4. Faaliyet Raporları

Ülkemizde eğitim sistemimize ait tüm kararlar Millî Eğitim Bakanlığı (MEB) tarafından alınarak uygulamaya koyulmaktadır. Merkezi olarak organize olmuş ve Merkezi yapı üzerinde kurulmuş eğitim sistemimizde okulların ekonomik olarak ihtiyaçları da Millî Eğitim Bakanlığı tarafından karşılanmaktadır. Millî Eğitim Bakanlığı her yıl merkezi bütçeden belirli bir pay alarak bu bütçe doğrultusunda eğitim öğretim hizmetlerini yürütülmektedir (2020 ve 2021 yıllarına ait bütçe için bkz. Tablo 1). Millî Eğitim Bakanlığının merkezi bütçeden ayrılan pay haricinde eğitimin finans kaynakları olarak kullandığı farklı kaynaklar da vardır. MEB 2019-23, stratejik planında eğitimin öncelikli ekonomik girdilerini genel bütçeden eğitime aktarılan miktar, Özel idarelerinden aktarılan ödenekler, yurtiçindeki ve yurtdışındaki kurumlardan gönderilen bağışlar, sonradan ödemeli ya da ödemesiz nakitler, kişilerin hibeleri ve okullarda kurulan birlikler sağlamaktadır (MEB, 2020).

MEB' in 2020-2021 yıllarına ait bütçe dağılımını incelediğimizde; personel giderleri, sosyal güvenlik kurumuna devlet primi giderleri, mal ve hizmet alımı giderleri, cari transferler, sermaye giderleri ve sermaye transferleri olarak gelen ödeneklerin toplam 6 alana ayrıldığını görmekteyiz. 2020 yılı ile 2021 yılını kıyasladığımızda bütçeden ayrılan payın personel giderleri için %13,02, sosyal güvenlik kurumuna devlet primi giderlerinde %13,79, mal ve hizmet alımı giderlerinde %17,08, cari transferlerde %12,30, sermaye giderlerinde %93,62 ve sermaye transferlerinde ise %27,86'lık bir artış oranının olduğunu görüyoruz. MEB için merkezi bütçeden ayrılan pay 2020 yılında 125.396.862.000 TL, 2021 yılında ise %17,16'lık artışla 146.920.234.000 olmuştur. Ayrıca merkezi bütçeden MEB' e ayrılan paydan, MEB içinde en fazla miktarı alan gider kaleminin 2021 yılı için toplam 103.376.777.000 TL ve %70,36 oranla personel giderleri olduğu görülmektedir. Bu gider kalemini sırasıyla %11,13 ile sosyal güvenlik kurumuna devlet primi giderleri, %7,93 ile mal ve hizmet alımı giderleri, %7,69 ile sermaye giderleri, %2,86 ile cari transferler ve %0,03 ile sermaye transferleri izlemektedir. Tüm bu bilgileri incelediğimizde merkezi bütçeden MEB' e ayrılan miktarın büyük bir kısmının personel giderlerine ayrıldığını görmekteyiz. Okullarımızı geliştirmek fiziki imkânlarını daha iyi hale getirmek ve okulların temel ihtiyaçlarının yanında diğer ihtiyaçlarını karşılamak için ayrılan miktarın yetersiz olduğu açık bir şekilde bellidir. Bu sorunun çözümü için merkezi bütçeden ayrılan payın daha çok artırılması ve okullara kendi bünyelerinde kendi ihtiyaçlarını belirleyerek kullanmalarını için doğrudan kaynak gönderimi yapılabilir.

Merkezi bütçeden ayrılan pay ile MEB' in okullara gönderdikleri sınırlı ödeneklerle ekonomik ihtiyaçlarını karşılayamayan okullar, gelen ödenekler haricinde finansal kaynak sağlamanın başka yollarını bulmaya çalışmaktadırlar (Özmen ve Yalçın, 2011). Ülkemizde özellikle ilköğretim okulları kapsamına giren ilkököl ve ortaokulların finansman oluşumlarına bakıldığında bu çok bariz bir biçimde ortaya çıkmaktadır. Bugüne baktığımızda bu eğitim kurumlarının en önemli finans girdisinin okullarda kurulan birliklere yapılan hibeler ve bünyesinde bulunan bir bölümün/alanın kiralanması ile elde edilen gelirlerdir. Eğitim kurumlarının kendi

kaynaklarını ve ekonomik sorunlarını okul aile birlikleri vasıtası ile yönetmelikler çerçevesinde çözmesi beklenilmektedir (MEB, 2012)

3.5. Sayıştay Raporları

Sayıştay'ın 2023 yılı düzenlilik denetim raporunda Millî Eğitim Bakanlığının mali yapısının, 5018 sayılı Kamu Mali Yönetimi ve Kontrol Kanunu kapsamında genel bütçeli idare statüsünde olduğu ve temel faaliyetlerini merkezi yönetim bütçesinden tahsis edilen ödenekler aracılığıyla yürüttüğü belirtilmektedir (Sayıştay, 2023). Rapora göre, 2023 yılı Merkezi Yönetim Bütçe Kanunu ile Millî Eğitim Bakanlığına 435.351.082.000 TL ödenek tahsis edilmiş ve bu tutar merkezi yönetim bütçesinin yaklaşık %9,74'üne karşılık gelmiştir (Sayıştay, 2023). Yıl içerisinde yapılan ek ödeneklerle birlikte Bakanlığın toplam bütçesi 594.288.376.646 TL seviyesine ulaşmış, yılsonu itibarıyla bütçenin 584.230.648.485,96 TL'si harcanmıştır (Sayıştay, 2023).

Raporda yer alan 2023 Yılı Bütçe Giderlerinin Ekonomik Sınıflandırması tablosu incelendiğinde, bütçe harcamalarının büyük bölümünün personel giderleri ile sosyal güvenlik devlet primi giderlerinden oluştuğu görülmektedir. Personel giderlerinin gerçekleşme oranının başlangıç ödeneğinin oldukça üzerinde olduğu, buna karşılık mal ve hizmet alım giderleri ile cari transferler için ayrılan payın toplam bütçe içerisindeki oranının görece sınırlı kaldığı belirtilmektedir (Sayıştay, 2023). Bu durum, Bakanlık bütçesinin büyük ölçüde zorunlu ve sabit giderlere yöneldiğini ortaya koymaktadır.

Mali yapı bölümünde ayrıca, bu harcama dağılımının eğitim kurumlarının bakım-onarım, donatım ve günlük işleyişe yönelik ihtiyaçlarının karşılanmasında bütçe esnekliğini sınırladığı vurgulanmaktadır. Merkezi bütçeye dayalı bu mali yapı, okul düzeyinde kullanılabilecek kaynakların sınırlı kalmasına neden olmakta ve okul yöneticilerinin okul aile birlikleri, bağışlar ve yerel destekler gibi alternatif finansal kaynaklara yönelmesini zorunlu hâle getirmektedir (Sayıştay, 2023).

2024 yılı Sayıştay Düzenlilik Denetim Raporu'nda Millî Eğitim Bakanlığının mali yapısının, 5018 sayılı Kamu Mali Yönetimi ve Kontrol Kanunu kapsamında genel bütçeli idare statüsünde olduğu ve temel faaliyetlerini merkezi yönetim bütçesinden tahsis edilen ödenekler yoluyla yürüttüğü belirtilmektedir. Rapora göre, 2024 yılı Merkezi Yönetim Bütçe Kanunu ile Bakanlığa 1.092.129.668.000 TL ödenek tahsis edilmiş olup, bu tutar merkezi yönetim bütçesinin yaklaşık %9,83'üne karşılık gelmektedir. Yıl içerisinde yapılan ek ödeneklerle birlikte Bakanlığın toplam bütçesi 1.127.226.378.858,88 TL seviyesine ulaşmış, yılsonu itibarıyla bu bütçenin 1.105.444.752.832,05 TL'si harcanmıştır (Sayıştay, 2024).

Raporda yer alan bütçe giderlerinin ekonomik sınıflandırmasına ilişkin tablolar, harcamaların büyük bölümünün personel giderleri ile sosyal güvenlik devlet primi giderlerinden oluştuğunu ortaya koymaktadır. Personel giderlerinin gerçekleşme oranının oldukça yüksek olduğu, buna karşılık mal ve hizmet alım giderleri ile sermaye giderleri için ayrılan payların toplam bütçe içerisindeki oranının sınırlı kaldığı görülmektedir. Bu

harcama yapısı, Bakanlık bütçesinin ağırlıklı olarak zorunlu ve süreklilik arz eden giderlere yöneldiğini göstermektedir. Raporda ayrıca, merkezi bütçeye dayalı bu mali yapının okul ve kurum düzeyinde kullanılabilecek esnek kaynakları sınırlandırdığı ve eğitim kurumlarının bakım-onarım, donatım ve günlük işleyiş giderlerinin karşılanmasında güçlükler yarattığı vurgulanmaktadır (Sayıştay, 2024).

2024 yılı mali yapısı, 2023 yılına kıyasla bütçe büyüklüğünde belirgin bir artış olduğunu göstermektedir. 2023 yılında Millî Eğitim Bakanlığına tahsis edilen ödenek ve gerçekleşen harcama tutarları daha sınırlı iken, 2024 yılında bütçe tutarı hem nominal olarak yükselmiş hem de merkezi yönetim bütçesi içindeki payı artış göstermiştir. Bununla birlikte, her iki yılda da bütçe harcamalarının ağırlıklı olarak personel ve sosyal güvenlik giderlerinden oluşması, mali yapının temel karakterinin değişmediğini ortaya koymaktadır. 2024 yılında mal ve hizmet alım giderleri ile sermaye giderlerinde sınırlı artışlar görülmesine rağmen, bu artışların okul düzeyinde finansal esnekliği önemli ölçüde artıracak düzeyde olmadığı anlaşılmaktadır. Dolayısıyla 2024 yılı mali yapısı, bütçe büyüklüğü artmış olmakla birlikte, okul yöneticilerinin alternatif finansal kaynaklara yönelme gereksinimini ortadan kaldırmayan bir yapı sergilemektedir (Sayıştay, 2023; Sayıştay, 2024).

3.6. İlgili Araştırmalar

Bu bölümde, ilköğretim okulu yöneticilerinin okullarına finansal kaynak sağlamak için kullandıkları yöntemlerin incelenmesi konusunda son yıllarda yapılan yurt içi ve yurt dışı araştırmalardan örnekler verilmiştir.

3.6.1. Yurt İçinde Yapılmış Araştırmalar

İlköğretim okullarının bütçelerinin büyük bir bölümünü merkezi bütçe oluşturmaktadır. Ancak çoğu zaman ayrılan bu pay okullara çok sınırlı miktarda ulaşmaktadır. Okullara ulaşan ödeneklerin yetersiz olduğu zamanlarda okul yöneticileri okul aile birliğini etkin kullanarak okula ekonomik kaynak sağlamak zorundadır. Okulun ekonomisine katkı sağlayacak çeşitli etkinlikler de okul aile birlikleri vasıtasıyla gerçekleştirilerek bu etkinliklerden gelen miktarlarla ekonomik giderler için kullanılabilir. İlköğretim okullarında yaşanan ekonomik sorunlar nedeniyle alternatif uygulamalar düşünülmüş olup Okul Bazlı Bütçe uygulaması hayata geçirilmiştir.

İlköğretim okullarındaki finansman sorununu uzun yıllar sonuncunda fark eden Bakanlık yeni eğitim öğretim yılında Okul Bazlı Bütçe uygulaması hayata geçirmiştir. Bu uygulama ile okullar için gelen ödenekler direkt olarak okul yönetimi ve öğretmenleri tarafından harcanmaya başlanmıştır. Öncesinde ilköğretim okulları için gelen ödenekler az miktarda ve İl/İlçe Milli Eğitim Müdürlüklerine gönderilmekte, oradan okulların ihtiyaçları kısmen de olsa giderilebilmekteydi. Bu uygulama ile birlikte ilköğretim okullarımız kısmen de olsa Okul Aile Birliğinin ek gelir sağlama mecburiyetine düşmeyeceklerdir.

Okuldaki ihtiyaçların neler olduğu, ödeneklerin nereden karşılanacağı, gelen bütçenin nasıl harcanacağı okul bazlı bütçenin planlanmasında önemlidir. Okul bazlı bütçe uygulamasında okulun ihtiyaçlarına ve

harcamalarına ilişkin kararların ortak alınması okuldaki öğretmenlerin demokratik olarak gelen ödeneği harcama sürecinde okul yönetimi ile birlikte iş birliği içerisinde sürecin değerlendirilmesi gerekmektedir (Yalçınkaya, 2004). Bu uygulama ile birlikte okuldaki öğretmenler harcama sürecinde söz sahibi olarak okul yönetimine katkı sağlamaktadırlar. Okul temelli bütçe yönetiminde, okulların ekonomik planlamalarını kendilerinin yapmaları, finansal harcamaları verimli bir şekilde yönetmeleri esastır (Şahin, 2003). Eğitim kurumlarının kendi ihtiyaçlarını kendilerinin belirleyerek kendi harcamalarını yapmalarının birçok açıdan faydalıdır. Okul bazlı bütçe anlayışında gereksinimler belirlenerek gelen ödeneklerle harcamaların yapılması için yetkinin en iler seviyede olması amaçlanmıştır (Balkar, Öztuzcu ve Akşab, 2019). Ülkemizde merkezi bütçeden eğitime ayrılan pay Mili Eğitim Taşra Teşkilatına ve personele doğrudan verilmektedir. Ülkemizdeki ilköğretim okullarına doğrudan bir kaynak aktarımı yapılmamaktaydı. Eğitim Öğretim yılı boyunca ilköğretim okulları kendi ihtiyaçları doğrultusunda üst birimlerden kaynak isteyememekte, lise kademesi ise ortaöğretim genel müdürlüğünden belli alanlarda kaynak isteyebilmektedirler. Okul aile birliklerinin okula ek gelir sağlaması tartışmalı bir konu olduğu için okul temelli bütçe daha da önemli bir hal almıştır.

3.6.2. Yurt Dışında Yapılmış Araştırmalar

Eğitim kurumlarının finansmanı, birçok ülkede merkezi bütçelerle sağlanmakla birlikte, özellikle ilköğretim düzeyindeki okullarda bu kaynakların çoğu zaman yetersiz kaldığı görülmektedir. Bu durum, okul yöneticilerinin yalnızca pedagojik liderlik rollerini değil, aynı zamanda finansal kaynak geliştirme ve yönetme sorumluluklarını da ön plana çıkarmaktadır. Yurt dışında yapılan araştırmalar, ilköğretim okulu yöneticilerinin okullarına finansal kaynak sağlamak için farklı yöntemler kullandıklarını ve bu yöntemlerin ülkenin eğitim politikaları, sosyoekonomik yapısı ve okulun bulunduğu çevreye göre çeşitlilik gösterdiğini ortaya koymaktadır. Özellikle Anglo-Sakson ülkelerde gerçekleştirilen çalışmalarda, okul yöneticilerinin finansal kaynak bulma sürecinde stratejik liderlik rollerinin belirleyici olduğu vurgulanmaktadır. Bush (2018), okul yöneticilerinin yalnızca verilen bütçeyi harcayan yöneticiler olmaktan ziyade, okulun mali sürdürülebilirliğini sağlamak için aktif rol alan liderler hâline geldiklerini belirtmektedir. Bu çalışmaya göre, okul yöneticilerinin bütçe planlama, kaynak önceliklerini belirleme ve dış paydaşlarla iş birliği kurma becerileri, okulun mali kapasitesini doğrudan etkilemektedir (Bush, 2018).

ABD’de yapılan araştırmalar, ilköğretim okulu yöneticilerinin resmi devlet ödeneklerinin yanı sıra bağışlar, proje destekleri ve yerel topluluk katkıları yoluyla ek kaynaklar sağladıklarını göstermektedir. Okul yöneticilerinin özellikle düşük gelirli bölgelerde bulunan okullarda, ebeveyn dernekleri, yerel işletmeler ve sivil toplum kuruluşlarıyla iş birliği yaparak önemli ölçüde finansal destek elde ettiklerini belirtmiştir. Bu tür iş birliklerinin, yalnızca maddi kaynak sağlamadığı, aynı zamanda okul-toplum ilişkilerini güçlendirdiği de vurgulanmaktadır (BenDavid-Hadar, 2025).

Avrupa ülkelerinde ise okul finansmanı büyük ölçüde merkeziyetçi bir yapıya sahip olmakla birlikte, okul yöneticilerine belirli ölçüde mali özerklik tanındığı görülmektedir. OECD tarafından yayımlanan raporlar, birçok Avrupa ülkesinde okul yöneticilerinin bütçeyi okulun ihtiyaçlarına göre yeniden düzenleme ve bazı ek gelir kaynaklarını kullanma yetkisine sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle İngiltere ve Hollanda gibi ülkelerde okul yöneticilerinin proje bazlı fonlara başvurma, sponsorluk anlaşmaları yapma ve yerel yönetim desteklerinden yararlanma konusunda aktif oldukları belirtilmektedir (OECD, 2017).

Afrika ülkelerinde gerçekleştirilen çalışmalar, okul yöneticilerinin finansal kaynak sağlama konusunda çok daha yaratıcı ve zorlayıcı yöntemler geliştirmek zorunda kaldıklarını göstermektedir. Mestry ve Naidoo (2020), Güney Afrika'daki ilköğretim okullarında okul yöneticilerinin okul ücretleri, bağış kampanyaları, kermesler ve topluluk temelli etkinlikler yoluyla gelir elde ettiklerini ifade etmektedir. Ancak bu yöntemlerin, bölgenin sosyoekonomik yapısına bağlı olarak her okul için eşit derecede etkili olmadığı da vurgulanmaktadır. Araştırmacılar, yoksul bölgelerde bulunan okullarda yöneticilerin ciddi finansal kısıtlamalarla karşı karşıya kaldığını belirtmiştir (Mestry & Naidoo, 2020).

Asya ülkelerinde yapılan araştırmalar ise okul yöneticilerinin finansal kaynak sağlama yöntemlerinin büyük ölçüde devlet politikalarıyla sınırlandığını, ancak son yıllarda bu alanda değişim yaşandığını göstermektedir. Çin ve Güney Kore'de yapılan çalışmalarda, okul yöneticilerinin yerel yönetimler ve özel sektörle iş birlikleri kurarak okul altyapısını ve eğitim materyallerini geliştirmeye yönelik ek fonlar sağladıkları belirtilmiştir. özellikle büyük şehirlerde bulunan ilköğretim okullarında yöneticilerin proje bazlı destekler ve teknoloji odaklı fonlardan yararlanma konusunda daha aktif olduklarını ifade etmektedir (Lee and Su 2022).

Uluslararası literatürde dikkat çeken bir diğer önemli konu, okul yöneticilerinin finansal yeterlikleri ile okul başarısı arasındaki ilişkidir. Leithwood, Harris ve Hopkins (2020), finansal kaynakları etkili biçimde yöneten okul yöneticilerinin, öğretim ortamlarını iyileştirme ve öğrenci başarısını artırma konusunda daha başarılı olduklarını ortaya koymuştur. Bu çalışmada, okul yöneticilerinin finansal karar alma süreçlerine öğretmenleri ve okul paydaşlarını dâhil etmelerinin, kaynakların daha verimli kullanılmasını sağladığı belirtilmektedir (Leithwood et al., 2020). Son olarak, dijitalleşmenin eğitim finansmanına etkisi de yurt dışı araştırmalarda giderek daha fazla yer bulmaktadır. ABD ve Avrupa'da yürütülen çalışmalar, okul yöneticilerinin çevrim içi bağış platformları, uluslararası hibe programları ve proje fonları aracılığıyla okullarına önemli miktarda kaynak sağladıklarını göstermektedir. Darling-Hammond (2019), bu tür dijital ve proje temelli fonların özellikle dezavantajlı okullar için önemli fırsatlar sunduğunu, ancak bu fonlara erişimin okul yöneticilerinin bilgi ve becerileriyle yakından ilişkili olduğunu belirtmektedir (Darling-Hammond, 2019).

Genel olarak değerlendirildiğinde, yurt dışı araştırmalar ilköğretim okulu yöneticilerinin finansal kaynak sağlama konusunda çok yönlü roller üstlendiklerini ve yalnızca merkezi bütçeye bağlı kalmadıklarını

göstermektedir. Okul yöneticilerinin liderlik becerileri, çevreyle kurdukları ilişkiler ve finansal yönetim yeterlikleri, okulların mali sürdürülebilirliği açısından kritik bir öneme sahiptir. Bu bulgular, ilköğretim okulu yöneticilerinin finansal kaynak sağlama yöntemlerinin incelenmesinin hem ulusal hem de uluslararası bağlamda önemli bir araştırma alanı olduğunu ortaya koymaktadır.

ARAŞTIRMANIN MODELİ

Bu araştırma, nitel araştırma yaklaşımı çerçevesinde desenlenmiş olup doküman incelemesine dayalı içerik analizi modeli kullanılarak yürütülmüştür. Araştırmanın verileri, ilkokul yöneticilerinin okullarına finansal kaynak sağlamak için kullandıkları yöntemleri ortaya koymak amacıyla Millî Eğitim Bakanlığı mevzuatları, bütçe ve faaliyet raporları, Sayıştay raporları ile konuya ilişkin ulusal ve uluslararası akademik çalışmaların incelenmesi yoluyla elde edilmiştir. İncelenen dokümanlar, araştırmanın amacı doğrultusunda sistematik biçimde seçilmiş ve elde edilen veriler içerik analizi yöntemiyle çözümlenmiştir. Bu süreçte veriler kodlanmış, benzer kodlar bir araya getirilerek alt temalar ve temalar oluşturulmuş, bulgular betimsel olarak sunulmuştur. Doküman incelemesine dayalı bu yaklaşım sayesinde, ilkokul yöneticilerinin finansal kaynak sağlama süreçlerinde başvurdukları yöntemler bütüncül bir bakış açısıyla ele alınmıştır..

BULGULAR

Bu çalışmada, ilköğretim okulu yöneticilerinin okullarına finansal kaynak sağlamak amacıyla kullandıkları yöntemler, doküman incelemesine dayalı içerik analizi yöntemiyle incelenmiştir. Araştırma kapsamında Millî Eğitim Bakanlığı faaliyet raporları, Sayıştay denetim raporları, ilgili mevzuat metinleri ile konuya ilişkin ulusal ve uluslararası akademik çalışmalar analiz edilmiştir. Elde edilen veriler kodlanmış, benzer kodlar bir araya getirilerek alt temalar oluşturulmuş ve bu alt temalar daha üst düzey temalar altında toplanmıştır.

İçerik analizi sonucunda ilköğretim okulu yöneticilerinin finansal kaynak sağlama süreçlerine ilişkin dört ana tema belirlenmiştir. Bu temalar; merkezi bütçeye dayalı finansman, okul temelli alternatif gelir kaynakları, okul yöneticilerinin finansal liderlik rolleri ve finansal kaynak sağlamada karşılaşılan sorunlar şeklindedir. Bu temalara ilişkin kodlar ve alt temalar Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1. İlkokul Yöneticilerinin Okullarına Finansal Kaynak Sağlamada Kullandıkları Yöntemlere İlişkin İçerik Analizi Bulguları

Tema	Alt Tema	Kodlar
Merkezi Kaynaklara Dayalı Finansman Yöntemleri	Merkezi Bütçe Ödenekleri	Merkezi yönetim bütçesi ödenekleri, personel giderleri, okul bazlı harcamalar için sınırlı pay
	Resmî ve Mevzuata Dayalı Kaynaklar	MEB bütçe düzenlemeleri, yasal harcama sınırları, resmî destek programları
Okul Tabanlı Finansal Kaynak Sağlama Yöntemleri	Okul Aile Birliği Gelirleri	Aidatlar, gönüllü veli katkıları, okul aile birliği gelirleri
	Sosyal ve Kültürel Etkinlikler	Kermes gelirleri, sosyal etkinlikler, okul yararına düzenlenen faaliyetler
Dış Paydaşlara Dayalı Kaynaklar	Bağış ve Sponsorluklar	Hayırsever bağışları, yerel işletme destekleri, sponsorluklar
	Yerel Yönetim ve STK Destekleri	Belediye katkıları, sivil toplum kuruluşlarıyla iş birliği, proje destekleri
Finansal Kaynak Sağlamada Yönetici Rolü	Kişisel Çaba ve İlişkiler	Yöneticinin bireysel girişimleri, sosyal çevre kullanımı, iletişim becerileri
	Finansal Yönetim Becerileri	Bütçe planlama, kaynak yönetimi, mevzuat bilgisi
Kaynak Sağlama Sürecinde Karşılaşılan Güçlükler	Yapısal ve Mevzuat Kaynaklı Sorunlar	Bürokratik engeller, mevzuat sınırlamaları, yetki kısıtları
	Sosyoekonomik Çevreye Bağlı Sorunlar	Velilerin ekonomik yetersizliği, okul çevresinin sosyoekonomik düzeyi, kaynakların sürdürülebilir olmaması

Not. Tablo, doküman incelemesi yoluyla elde edilen verilerin içerik analizi sonucunda oluşturulmuştur.

Bu tablolar, Sayıştay raporlarında yer alan mali yapı tabloları esas alınarak akademik kullanım için uyarlanmıştır. Tablolar birebir aktarım değildir.

Tablo 2. Milli Eğitim Bakanlığı Bütçe Büyüklüğü

<u>Yıl</u>	<u>Başlangıç Ödeneği</u>	<u>Yıl Sonu Ödeneği</u>	<u>Gerçekleşen Harcama</u>
2023	Merkezi bütçe ödeneği	Artış sonrası ödenek	Yüksek gerçekleşme
2024	Artan bütçe ödeneği	Ek ödeneklerle genişleyen bütçe	Çok yüksek gerçekleşme

Kaynak: Sayıştay (2023; 2024)'ten uyarlanmıştır.

Tablo 3. *Bütçe Giderlerinin Ekonomik Dağılımı*

Harcama Türü	Bütçe İçindeki Pay	Genel Değerlendirme
Personel Giderleri	Çok yüksek	Bütçenin büyük kısmını oluşturmaktadır
SGK Devlet Primi	Yüksek	Zorunlu gider kalemidir
Mal ve Hizmet Alımları	Sınırlı	Okul düzeyinde yetersiz kalmaktadır
Sermaye Giderleri	Düşük	Bakım-onarım için sınırlıdır

Kaynak: Sayıştay (2023; 2024)’ten uyarlanmıştır.

Tablo 4. *Okul Düzeyi Mali Etkiler*

Mali Yapının Özelliği	Okullara Yansıması
Merkezi bütçeye bağımlılık	Okul yöneticilerinin esnek harcama yapamaması
Personel ağırlıklı bütçe	Donatım ve bakım giderlerinin sınırlı kalması
Sınırlı mal ve hizmet ödeneği	Alternatif kaynak arayışı

Kaynak: Sayıştay (2023; 2024)’ten uyarlanmıştır.

Merkezi Bütçeye Dayalı Finansman

Tablo 1’de de görüldüğü üzere, ilköğretim okullarının temel finansman kaynağını merkezi bütçeden aktarılan ödenekler oluşturmaktadır. Doküman incelemesi bulguları, Millî Eğitim Bakanlığı bütçesinin büyük ölçüde personel giderleri ve zorunlu harcamalara ayrıldığını, okul yöneticilerinin doğrudan kullanabileceği esnek ödeneklerin ise sınırlı kaldığını göstermektedir. Bu durum, okul yöneticilerinin eğitim-öğretim faaliyetlerini sürdürürken karşılaştıkları finansal sorunların temel nedenlerinden biri olarak öne çıkmaktadır.

Merkezi bütçeye dayalı finansman yapısı, okullar arasında ihtiyaç temelli bir dağılım sağlamada yetersiz kalabilmektedir. Özellikle fiziki koşulları yetersiz olan veya dezavantajlı bölgelerde yer alan ilköğretim okullarının, mevcut ödeneklerle bakım-onarım, donatım ve eğitim materyali ihtiyaçlarını karşılamakta güçlük yaşadıkları belirlenmiştir. Bu bulgu, okul yöneticilerinin finansal kaynak sağlama konusunda merkezi bütçeye bağımlı ancak aynı zamanda bu bütçenin sınırlılıklarıyla karşı karşıya olduklarını ortaya koymaktadır.

Okul Temelli Alternatif Gelir Kaynakları

Araştırma bulguları, ilköğretim okulu yöneticilerinin merkezi bütçenin yetersiz kaldığı durumlarda alternatif finansal kaynaklara yöneldiklerini göstermektedir. Tablo 1’de yer alan alt temalar incelendiğinde, okul-aile birlikleri aracılığıyla sağlanan gelirlerin önemli bir finansman kaynağı olduğu görülmektedir. Veli bağışları ve gönüllü katkılar, okulların küçük ölçekli ihtiyaçlarının karşılanmasında sıkça başvurulan yöntemler arasında yer almaktadır.

Bunun yanı sıra kermesler, sosyal ve kültürel etkinlikler ile çeşitli organizasyonlardan elde edilen gelirler de okul yöneticileri tarafından kullanılan yöntemler arasındadır. Ancak bu tür gelir kaynaklarının, okulun bulunduğu çevrenin sosyoekonomik yapısına bağlı olarak değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir. Yerel

yönetimler ve hayırseverler tarafından sağlanan desteklerin ise düzensiz ve süreklilik arz etmeyen bir yapıya sahip olduğu görülmektedir.

Okul Yöneticilerinin Finansal Liderlik Roller

Bulgular, okul yöneticilerinin yalnızca mevcut kaynakları kullanan değil, aynı zamanda kaynak üretme ve yönetme sorumluluğu üstlenen aktörler hâline geldiğini göstermektedir. Tablo 1’de belirtilen kodlar doğrultusunda, bütçe planlaması, önceliklerin belirlenmesi ve kaynakların verimli kullanılması okul yöneticilerinin temel finansal liderlik rolleri arasında yer almaktadır. Ayrıca okul yöneticilerinin veliler, yerel kurumlar ve diğer paydaşlarla iş birliği kurma becerilerinin, finansal kaynak sağlamada belirleyici bir unsur olduğu ortaya çıkmıştır. Bu durum, okul yöneticiliğinin giderek daha fazla yönetsel ve liderlik temelli bir rol kazandığını göstermektedir.

Finansal Kaynak Sağlamada Karşılaşılan Sorunlar

Araştırma bulgularına göre, ilköğretim okulu yöneticileri finansal kaynak sağlama sürecinde çeşitli yapısal, yasal ve yönetsel sorunlarla karşılaşmaktadır. Mevzuatın bağış toplama ve kaynak kullanımına ilişkin getirdiği sınırlamalar, yöneticilerin hareket alanını daraltmaktadır. Bunun yanı sıra denetim baskısı, yöneticilerin alternatif gelir kaynaklarına yönelme konusunda çekingen davranmalarına neden olabilmektedir. Sosyoekonomik eşitsizlikler, finansal kaynak sağlamada karşılaşılan en önemli sorunlardan biri olarak öne çıkmaktadır. Düşük gelirli bölgelerde bulunan okulların veli katkılarından yeterince yararlanamadığı ve bu durumun okullar arası fırsat eşitsizliğini derinleştirdiği belirlenmiştir. Ayrıca yöneticilerin artan yönetsel yükleri ve finansal konularda yeterli eğitim almamış olmaları da süreci zorlaştıran faktörler arasında yer almaktadır.

TARTIŞMA VE SONUÇ

TARTIŞMA

Bu araştırmada, ilköğretim okulu yöneticilerinin okullarına finansal kaynak sağlamak amacıyla kullandıkları yöntemler doküman incelemesine dayalı içerik analizi yoluyla ele alınmıştır. Araştırma bulguları, ilköğretim okullarının finansmanında merkezi bütçenin temel kaynak olmasına rağmen bu kaynağın okul düzeyindeki ihtiyaçları karşılamada çoğu zaman yetersiz kaldığını ortaya koymuştur. Bu durum, okul yöneticilerinin merkezi bütçeye bağımlı bir finansman yapısı içinde hareket etmek zorunda kaldıklarını, ancak aynı zamanda bu yapının sınırlılıklarıyla karşı karşıya olduklarını göstermektedir.

Araştırma sonuçları, merkezi bütçenin büyük ölçüde personel giderleri ve zorunlu harcamalara ayrıldığını ortaya koyan önceki çalışmalarla örtüşmektedir. Okul yöneticilerinin bakım-onarım, donatım ve eğitim materyalleri gibi doğrudan eğitim-öğretim süreçlerini etkileyen alanlarda yeterli ödeneklere ulaşamadıkları görülmektedir. Bu durum, okul yöneticilerini alternatif finansal kaynaklar aramaya yönelten temel etkenlerden biri olarak değerlendirilebilir. Nitekim literatürde de merkeziyetçi eğitim finansman modellerinin, okul

düzeyinde esneklik sağlamada yetersiz kaldığı ve yöneticilerin kaynak yaratma sorumluluğunu fiilen üstlenmesine yol açtığı vurgulanmaktadır.

Araştırmada elde edilen bulgular, okul-aile birlikleri, veli bağışları, sosyal ve kültürel etkinlikler ile yerel paydaş desteklerinin ilköğretim okullarında yaygın biçimde kullanılan alternatif finansal kaynaklar olduğunu göstermektedir. Ancak bu kaynakların süreklilik arz etmediği ve büyük ölçüde okulun bulunduğu çevrenin sosyoekonomik koşullarına bağlı olduğu dikkat çekmektedir. Bu durum, literatürde sıklıkla vurgulanan “okullar arası finansal eşitsizlik” sorununu destekler niteliktedir. Dezavantajlı bölgelerde yer alan okulların, alternatif gelir kaynaklarından yeterince yararlanamaması, fırsat eşitsizliğini derinleştiren bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır.

Araştırmanın önemli bulgularından biri, okul yöneticilerinin finansal liderlik rollerinin giderek önem kazandığını ortaya koymasındır. Okul yöneticileri yalnızca pedagojik liderler değil, aynı zamanda bütçe planlayan, kaynakları önceliklendiren ve paydaşlarla iş birliği kurarak finansal kaynak üretmeye çalışan yöneticiler hâline gelmiştir. Bu durum, çağdaş okul yöneticiliği anlayışının liderlik, yönetim ve finansal sorumlulukları bir arada gerektirdiğini göstermektedir. Ancak yöneticilerin bu rolleri çoğu zaman yeterli yetki ve destek olmaksızın yürüttükleri görülmektedir.

Araştırmada belirlenen bir diğer önemli bulgu, finansal kaynak sağlamada karşılaşılan yapısal ve yasal sınırlılıklardır. Mevzuatın bağış toplama, gelir elde etme ve harcama süreçlerine ilişkin getirdiği kısıtlamalar, okul yöneticilerinin hareket alanını daraltmaktadır. Denetim baskısı ve hukuki sorumluluk endişesi, yöneticilerin alternatif finansman yöntemlerine yönelme konusunda çekingen davranmalarına neden olabilmektedir. Bu durum, okul yöneticilerinin finansal risk ile yönetsel sorumluluk arasında hassas bir denge kurmak zorunda kaldıklarını göstermektedir.

SONUÇ

Araştırma sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde, ilköğretim okullarının finansmanında merkezi bütçenin temel kaynak olduğu, ancak bu kaynağın okul düzeyindeki ihtiyaçları karşılamada yetersiz kaldığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu yetersizlik, okul yöneticilerini alternatif finansal kaynaklara yöneltmekte ve yöneticilerin görev tanımlarının fiilen genişlemesine yol açmaktadır. Okul yöneticileri, eğitim-öğretim süreçlerinin sürdürülebilirliğini sağlamak amacıyla okul-aile birlikleri, veliler, yerel yönetimler ve hayırseverlerle iş birliği geliştirmek durumunda kalmaktadır.

Araştırma, ilköğretim okullarında finansal kaynak sağlamanın büyük ölçüde okulun bulunduğu çevrenin sosyoekonomik koşullarına bağlı olduğunu ortaya koymuştur. Bu durum, eğitimde fırsat eşitliği ilkesini zedeleyen yapısal bir sorun olarak değerlendirilebilir. Dezavantajlı bölgelerdeki okulların daha sınırlı kaynaklara sahip olması, okullar arası kalite farklarının artmasına neden olabilmektedir.

Sonuç olarak, ilköğretim okulu yöneticilerinin finansal kaynak sağlama süreçlerinde artan sorumluluklar üstlendiği, ancak bu sorumlulukların yeterli yapısal destek ve yetkiyle dengelenmediği görülmektedir. Bu durum, okul yöneticilerinin mesleki rollerini zorlaştırmakta ve yönetsel yüklerini artırmaktadır.

ÖNERİLER

Araştırma bulguları ve ulaşılan sonuçlar doğrultusunda aşağıdaki öneriler geliştirilmiştir:

Merkezi bütçe ödenekleri, okulun fiziki koşulları, öğrenci sayısı ve sosyoekonomik çevresi dikkate alınarak ihtiyaca dayalı biçimde yeniden düzenlenmelidir. Dezavantajlı bölgelerdeki okullar için merkezi düzeyde ek finansman mekanizmaları oluşturulmalı, bu okulların alternatif kaynaklara bağımlılığı azaltılmalıdır.

Okul yöneticilerinin artan finansal sorumlulukları dikkate alınarak, finansal yönetim ve bütçe planlaması konularında hizmet içi eğitimler yaygınlaştırılmalıdır. Okul-aile birliklerinin işleyişi daha şeffaf ve sürdürülebilir hâle getirilmeli, yöneticilerin hukuki sorumluluklarını azaltacak açık ve uygulanabilir mevzuat düzenlemeleri yapılmalıdır.

Yerel yönetimler, sivil toplum kuruluşları ve özel sektörle yapılacak iş birliklerini teşvik eden kurumsal çerçeveler oluşturulmalıdır. Gelecek araştırmalarda, okul yöneticilerinin görüşlerine dayalı nitel saha çalışmaları ve farklı okul türlerini kapsayan karşılaştırmalı araştırmalar yapılması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Açıklan, A. (1998). Toplumsal, Kuramsal ve Teknik Yönleriyle Okul Yöneticiliği, Ankara: PEGEM.
- Ağalday, B., & Gül, M. (2022). Okul müdürlerinin finansal kaynak sağlamada karşılaştıkları sorunlar ve çözüm önerilerine ilişkin fenomenolojik bir inceleme. İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 23(1), 155-177.
- Akbaşlı, S., & Tura, B. (2019). Okul Aile Birlikleri Okullara Ne Getirdi? Neyi Değiştirdi?. OPUS International Journal of Society Researches, 14(20), 1747-1768.
- Akdoğan, A. (2008). Kamu Maliyesi. Ankara: Gazi Kitabevi.
- Aydoğan, Y. (2023). Okul aile birlikleri üzerine bir inceleme. Uygulamada Eğitim ve Yönetim Bilimleri Dergisi, 3(2), 93-130.
- Aytaç, T. (2000). Okul Merkezli Yönetim. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Balkar, B., Öztuzcu-küçükbere, R., & Akşab, Ş. (2019). Okul bazlı bütçeleme (OBB) uygulamasının okul geliştirme işlevi açısından değerlendirilmesi. Journal of Theoretical Educational Science, 12(2), 727-756.
- BenDavid-Hadar, I. (2025). Equity in education finance policy. In Handbook on comparative education (pp. 135-150). Edward Elgar Publishing.
- Bursalıoğlu, Z. (1982). Eğitim Yönetiminde Yeni Yapı ve Davranış, Ankara: Eğitim Bilimleri Fakültesi Yayınları.
- Bush, T. (2007). Educational leadership and management: Theory, policy and practice. South African journal of education, 27(3), 391-406.
- Darling-Hammond, L. (1997). The Right To Learn: A Blueprint for Creating Schools That Work. The Jossey-Bass Education Series. Jossey-Bass, Inc., Publishers, 350 Sansome Street, San Francisco, CA 94104..
- Devrim, F. ve Tosuner, M. (1987). Türkiye'de eğitim hizmetlerinin finansmanında son gelişmeler. 3. Türkiye Eğitim Maliye Sempozyumu Bildiri Kitabı, 86-109.
- Gümüşeli, A. İ. (1996). Okul müdürlerinin öğretim liderliğini sınırlayan etkenler. Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi, 6(6), 201.
- Gümüşeli, A. İ. (2001). Çağdaş okul müdürünün liderlik alanları. Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi, 28(28), 531-548.
- İnal, K. (2006). Neoliberal eğitim ve yeni ilköğretim müfredatının eleştirisi. Praksis, 14, 265-287.
- Kavak, Y., Ekinci, E., & Gökçe, F. (1997). İlköğretimde kaynak arayışları. Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi, 11(11), 309-320.

- Korkmaz, M. (2005). Okul yöneticilerinin yetiştirilmesi: Sorunlar, çözümler ve öneriler. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 25(3), 237–252.
- Kurul Tural, N. (2012). Eğitim finansmanı. Ankara: Anı Yayıncılık
- Lee, J., & Su, M. (2022). Küresel eğitim reformunda tüm çocuk gelişimini merkezlemek. Routledge.
- Leithwood, K., Harris, A., & Hopkins, D. (2020). Seven strong claims about successful school leadership revisited. School Leadership & Management, 40(1), 5–22. <https://doi.org/10.1080/13632434.2019.1596077>
- Mestry, R., & Naidoo, G. (2020). The financing of public schools: Challenges for school principals. South African Journal of Education, 40(2), 1–9. <https://doi.org/10.15700/saje.v40n2a1734>
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2012). Millî Eğitim Bakanlığı 2012 yılı faaliyet raporu. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı.
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2020). 2019 yılı idare faaliyet raporu (Rap. No. —). Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı. https://sgb.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2020_03/12144540_28191618_Milli_EYitim_BakanlYYY_2019_YYIY_Ydare_Faaliyet_Raporu_28.02.2020.pdf
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2017). The funding of school education: Connecting resources and learning. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264276147-en>
- Özmen, F., & Yalçın, H. (2011). DEVLET İLKÖĞRETİM OKULLARININ MALİ AÇIDAN DESTEKLENMESİNDE VELİLERİ BAĞIŞ YAPMAKTAN UZAK TUTAN NEDENLER. Firat University Journal of Social Sciences, 21(1).
- Sayıştay. (2023). Millî Eğitim Bakanlığı 2023 yılı Sayıştay düzenlilik denetim raporu. T.C. Sayıştay Başkanlığı.
- Sayıştay. (2024). Millî Eğitim Bakanlığı 2023 yılı Sayıştay düzenlilik denetim raporu. T.C. Sayıştay Başkanlığı.
- Şişman, M., & Turan, S. (2004). Eğitim ve okul yönetimi. Eğitim ve okul yöneticiliği el kitabı, 99, 145.
- Toker GÖKÇE, A. (2009). Bilimsel Yönetim Anlayışında Denetim. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 9(18), 74-89.
- Tonbul, Y. (2016). Eğitimin ekonomisi. Eğitim: Pedandragoji içinde. (Editör: Erdal Toprakçı). Ankara: Ütopya Yayınevi.
- Yalçınkaya, M. (2004). Okul merkezli yönetim. Ege Eğitim Dergisi, 5(2).
- Yolcu, H. (2007). Türkiye'de ilköğretim finansmanının değerlendirilmesi (Doctoral dissertation, Ankara Üniversitesi (Turkey)).

FABLLAR DİLE GELDİ, DEĞERLER FİLİZLENDİ

Öğretmen, Gülten AKGÜL¹
Öğretmen, Hülya GÖKGÖZ²
Öğretmen, İsmail BACAĞSIZ³
Öğretmen, Özcan ÇELİK⁴
Öğretmen, Yusuf ÖZKURT⁵

Öğretmen, Can Görkem KARAYEL⁶

¹T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Kütahya/Simav Özel Eğitim Uygulama Okulu, eğitim, gulakgul5@gmail.com, ORCID numarası: 0000-0002-0476-6826

²T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Kütahya/Simav Özel Eğitim Uygulama Okulu, eğitim, hulyaagokgoz@gmail.com, ORCID numarası: 0009-0002-6530-2539

³T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Kütahya/Simav Özel Eğitim Uygulama Okulu, eğitim, ibacaksiz43@hotmail.com, ORCID numarası: 0009-0001-0336-1835

⁴T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Kütahya/Simav Özel Eğitim Uygulama Okulu, eğitim, ozcancelik43@gmail.com, ORCID numarası: 0009-0002-0531-7261

⁵T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Kütahya/Simav Özel Eğitim Uygulama Okulu, eğitim, yusuf.43@hotmail.com, ORCID numarası: 0009-0000-8951-3803

⁶T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Kütahya/Simav Özel Eğitim Uygulama Okulu, eğitim, cangorkemocalan@gmail.com, ORCID numarası: 0009-0005-2777-2048

Özet

Bu çalışma, fablların özel eğitim uygulama okullarındaki öğrencilerin dil gelişimi ve değerler eğitimi üzerindeki etkilerini incelemektedir. Fabllar, hayvan ve nesneleri insan özellikleriyle sunarak soyut kavramları somutlaştıran, bu yönüyle çocukların ilgisini çeken ve eğitici değeri yüksek metinlerdir. Özellikle sabır, çalışkanlık, sorumluluk, yardımlaşma ve dürüstlük gibi temel değerlerin kazandırılmasında etkili bir araç olarak öne çıkmaktadır. Aynı zamanda dil öğrenimini destekleyerek öğrencilerin kelime dağarcığını geliştirmekte, ifade becerilerini güçlendirmekte ve iletişim kurma süreçlerini kolaylaştırmaktadır. Bu yönüyle fabllar, hem bilişsel hem de duyuşsal gelişimi destekleyen bütüncül bir öğretim materyali niteliği taşımaktadır. Araştırma, üç ay süren bir eylem araştırması olarak yürütülmüş ve özel gereksinimli üç öğrenciyle gerçekleştirilmiştir. Uygulama sürecinde hem klasik hem de yerli fabllardan yararlanılmıştır. Öğrencilerin sürece aktif katılımını sağlamak amacıyla fabllar; drama ve canlandırma etkinlikleri, duyu kartları, boyama ve puzzle çalışmaları, doğa gözlemleri ve duyuşsal etkinliklerle desteklenmiştir. Ayrıca öğrencilerin hayvan davranışlarını taklit etmeleri, rol oynama etkinliklerine katılmaları ve grup çalışmaları yapmaları teşvik edilmiştir. Bu süreçte veriler; gözlem, araştırmacı günlüğü ve öğrenci performans kayıtları aracılığıyla toplanmış ve nitel olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, fabl temelli etkinliklerin öğrencilerin dil gelişimine önemli katkılar sağladığını ortaya koymuştur. Öğrencilerin kelime dağarcığında belirgin bir artış gözlenmiş, kendilerini ifade etme becerileri gelişmiş ve iletişim kurma konusundaki isteklilikleri artmıştır. Bunun yanı sıra öğrenciler, fabllar aracılığıyla sabır, çalışkanlık, misafirperverlik ve aldanmama gibi temel değerleri öğrenmiş ve bu değerleri günlük yaşamlarına yansıtmaya başlamıştır. Özellikle hayvan karakterler üzerinden sunulan

mesajların, öğrencilerin değerleri daha kolay anlamasını ve içselleştirmesini sağladığı görülmüştür. Grup etkinlikleri ise öğrencilerin sosyal becerilerini geliştirmiş, işbirliği yapma, sorumluluk alma ve birlikte hareket etme becerilerini desteklemiştir. Sonuç olarak fabllar, özel eğitimde öğrencilerin dil, sosyal ve değer gelişimini destekleyen etkili ve çok yönlü bir öğretim aracı olarak öne çıkmaktadır. Bu nedenle fablların eğitim süreçlerinde daha sistemli, planlı ve yaygın bir şekilde kullanılması önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: Değerler eğitimi, dil gelişimi, fabllar, özel eğitim, sosyal beceriler

FABLES SPOKE, VALUES BLOSSOMED

Abstract

This study examines the effects of fables on the language development and values education of students in special education schools. Fables are texts that concretize abstract concepts by presenting animals and objects with human characteristics, thus attracting children's attention and possessing high educational value. They stand out as an effective tool in instilling fundamental values such as patience, diligence, responsibility, cooperation, and honesty. They also support language learning, improving students' vocabulary, strengthening their expression skills, and facilitating communication processes. In this respect, fables serve as a holistic teaching material supporting both cognitive and affective development. The research was conducted as a three-month action research project with three students with special needs. Both classical and Turkish fables were used in the application process. To ensure active student participation, fables were supported by drama and role-playing activities, emotion cards, coloring and puzzle activities, nature observations, and sensory activities. Students were also encouraged to imitate animal behaviors, participate in role-playing activities, and engage in group work. The data collected during this process included: Observations, researcher journals, and student performance records were collected and qualitatively evaluated. The findings revealed that fable-based activities significantly contributed to students' language development. A significant increase in students' vocabulary was observed, their self-expression skills improved, and their willingness to communicate increased. In addition, students learned fundamental values such as patience, diligence, hospitality, and honesty through fables and began to reflect these values in their daily lives. It was particularly observed that messages presented through animal characters helped students understand and internalize values more easily. Group activities improved students' social skills, supporting their ability to cooperate, take responsibility, and work together. In conclusion, fables stand out as an effective and multifaceted teaching tool in special education that supports students' language, social, and values development. Therefore, it is recommended that fables be used more systematically, planned, and widely in educational processes.

Keywords: Values education, language development, fables, special education, social skills

ÖZEL GEREKSİNİMLİ BİREYLERDE İŞLEVSEL OKUMA KARTLARIYLA BAĞIMSIZ İLETİŞİM BECERİSİNİN DESTEKLENMESİ: “KELİMELELERLE HAYATA KATIL” PROJESİ

Öğretmen, Gülten AKGÜL¹

Öğretmen, Emre YONAR²

Öğretmen, Saliha YAKAR³

Öğretmen, Muhiddin ÇOLAK⁴

Öğretmen, Büşra KESKİN⁵

¹T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Kütahya/Simav Özel Eğitim Uygulama Okulu, eğitim, gulakgul5@gmail.com, ORCID numarası: 0000-0002-0476-6826

²T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Kütahya/Simav Özel Eğitim Uygulama Okulu, eğitim, e.ynr93@gmail.com, ORCID numarası: 0009-0001-2547-6887

³T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Kütahya/Simav Özel Eğitim Uygulama Okulu, eğitim, salihayakar.129@gmail.com, ORCID numarası: 0009-0002-8527-6032

⁴T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Kütahya/Simav Özel Eğitim Uygulama Okulu, eğitim, muhiddincolak4388@gmail.com, ORCID numarası: 0009-0007-1726-2321

⁵T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Kütahya/Simav Özel Eğitim Uygulama Okulu, eğitim, busra_43_@hotmail.com, ORCID numarası: 0009-0002-6719-6493

Özet

Bu çalışma, okuma becerisi sınırlı ya da hiç olmayan özel gereksinimli bireylerin günlük yaşamda bağımsız iletişim kurma becerilerini geliştirmeyi amaçlamaktadır. Araştırma, bireylerin çevreleriyle etkileşimlerinde karşılaştıkları yazılı uyarıcıları tanıyamamaları nedeniyle yaşadıkları iletişim güçlüklerinden hareketle yapılandırılmıştır. Bu bağlamda, bireylerin günlük yaşamda en sık karşılaştıkları sağlık, market, manav ve kafe/restoran gibi alanlara ait işlevsel kelimelerin öğretimi merkeze alınmıştır. Böylece öğrenme sürecinin soyut değil, doğrudan yaşamla ilişkili ve işlevsel bir temele dayandırılması hedeflenmiştir. Çalışmada işlevsel okuma yaklaşımı benimsenmiş ve öğretim süreci çoklu uyaranlara dayalı, yapılandırılmış ve etkileşimli bir biçimde tasarlanmıştır. Bu doğrultuda, belirlenen kategorilere ait kelimeler için özel olarak işlevsel okuma kartları hazırlanmıştır. Her bir kelimenin sekiz farklı yazı tipiyle sunulması, bireylerin farklı görsel sunumlar arasında genelleme yapabilme ve ayırt etme becerilerini geliştirmeyi amaçlamaktadır. Kartlar, bireylerin bilişsel düzeylerine uygun olarak sade, dikkat çekici ve anlaşılır biçimde tasarlanmış; ayrıca her kelime gerçek yaşam nesneleriyle eşleştirilerek somutlaştırılmıştır. Öğretim sürecinde oluşturulan “model market” gibi yapılandırılmış ortamlar sayesinde bireylerin öğrendikleri kelimeleri gerçek yaşam bağlamında kullanmaları sağlanmış, böylece öğrenmenin kalıcılığı ve transferi desteklenmiştir. Bu araştırma, nitel yaklaşıma dayalı eylem araştırması deseninde yürütülmüş; veriler gözlem ve performans değerlendirmeleri yoluyla toplanmış ve betimsel analiz ile değerlendirilmiştir. Uygulama süreci sonunda elde edilen bulgular, katılımcıların günlük yaşamda karşılaştıkları temel ihtiyaç ve isteklerini daha bağımsız biçimde ifade edebildiklerini göstermektedir. İşlevsel okuma kartları aracılığıyla bireylerin yalnızca kelime tanıma becerilerinin değil, aynı zamanda okuma

farkındalıklarının ve iletişim yeterliklerinin de anlamlı düzeyde geliştiği gözlemlenmiştir. Bunun yanı sıra, bireylerin özgüven düzeylerinde artış olduğu, sosyal etkileşimlere daha istekli katıldıkları ve toplumsal yaşama daha aktif biçimde dahil oldukları dikkat çekmektedir. Elde edilen sonuçlar, işlevsel okuma temelli materyallerin özel gereksinimli bireylerin bağımsız yaşam becerilerini desteklemede etkili ve uygulanabilir bir yaklaşım sunduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca, geliştirilen materyallerin farklı bağlamlara (okul ortamı, trafik işaretleri, günlük yönlendirme tabelaları vb.) uyarlanabilir olması, çalışmanın sürdürülebilirliğini ve yaygınlaştırılabilirliğini güçlendiren önemli bir avantaj olarak değerlendirilmektedir.

Anahtar kelimeler: Günlük yaşam becerileri, iletişim, işlevsel okuma, özel eğitim

SUPPORTING INDEPENDENT COMMUNICATION SKILLS IN INDIVIDUALS WITH SPECIAL NEEDS THROUGH FUNCTIONAL READING CARDS: THE “PARTICIPATE IN LIFE WITH WORDS” PROJECT

Abstract

This study aims to improve the independent communication skills of individuals with special needs who have limited or no reading skills in daily life. The research is structured based on the communication difficulties experienced by individuals due to their inability to recognize written stimuli they encounter in their interactions with their environment. In this context, the teaching of functional words related to areas most frequently encountered in daily life, such as health, markets, greengrocers, and cafes/restaurants, is focused. Thus, the aim is to base the learning process on a functional foundation directly related to life, rather than an abstract one. The study adopts a functional reading approach, and the teaching process is designed in a structured and interactive manner based on multiple stimuli. Accordingly, functional reading cards were prepared specifically for the words belonging to the determined categories. Presenting each word in eight different fonts aims to improve individuals' ability to generalize and differentiate between different visual presentations. The cards were designed in a simple, eye-catching, and understandable way, appropriate to the cognitive levels of the individuals; furthermore, each word was concretized by being matched with real-life objects. Thanks to the structured environments created during the teaching process, such as a “model market,” individuals were enabled to use the words they learned in real-life contexts, thus supporting the permanence and transfer of learning. This research was conducted using a qualitative action research design; data were collected through observation and performance assessments and evaluated with descriptive analysis. The findings obtained at the end of the application process show that the participants were able to express their basic needs and desires in daily life more independently. It was observed that not only the word recognition skills but also the reading awareness and communication competencies of individuals improved significantly through functional reading cards. In addition, it is noteworthy that the self-confidence levels of the individuals increased, they participated more willingly in social interactions, and they were more actively involved in social life. The results obtained reveal that functional reading-based materials offer an effective and applicable approach in supporting the independent living skills of individuals with special needs. Furthermore, the adaptability of the developed materials to different contexts (school environment, traffic signs, daily directional signs, etc.) is considered a significant advantage that strengthens the sustainability and dissemination of the study.

Keywords: Daily living skills, communication, functional reading, special education

BELİREN YETİŞKİNLİK DÖNEMİNDEKİ ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN “ARKADAŞLIK” KAVRAMINA YÖNELİK METAFORİK ALGILARI

Doç. Dr. Nilgün ÖZTÜRK ^{1/} Öğr. Gör. Ercan ERİNÇ ²

¹İnönü Üniversitesi, Rehberlik ve Psikolojik Danışmanlık, nilgun.ozturk@inonu.edu.tr, ORCID

numarası: 0000-0003-2593-9076

²Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Rehberlik ve Psikolojik Danışmanlık, e.erincybu@gmail.com,

ORCID numarası:0009-0005-7967-3391

Özet

Arkadaşlıklar erken çocukluk döneminde ortaya çıkmakta, yaşam boyu tüm gelişim dönemlerinde gelişimini ve önemini koruyan temel bir ilişki biçimi olarak değerlendirilmektedir. Beliren yetişkinlik döneminde arkadaşlık ilişkileri bireyin kimlik gelişimi duygusal doyumu ve sosyal uyumu açısından kritik bir rol oynayan temel gelişimsel unsurlardan biridir. Bu araştırmada, beliren yetişkinlik dönemindeki üniversite öğrencilerinin “arkadaşlık” kavramına yönelik algılarının metaforlar aracılığıyla belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda öğrencilerden “arkadaşlık gibidir çünkü.....” ifadesini tamamlamaları istenmiştir. Araştırma üniversiteye devam eden 43 öğrencinin katılımı (35 kadın, 8 erkek) ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmada nitel araştırma deseni kullanılmış olup elde edilen veriler içerik analizi yöntemi ile analiz edilmiştir. Analiz sonucunda katılımcıların ürettikleri metaforların dört tema altında toplandığı belirlenmiştir. Bu temalar (1) emek isteyen, zorlu ve zamanla gelişen dinamik bir süreç, (2) iyileştirici, dengeleyici ve yaşamsal bir ihtiyaç, (3) rehberlik, güven ve sığınak ile (4) kendini tanıma ve farkındalık. Araştırmada katılımcılar tarafından üretilen metaforların, arkadaşlık ilişkisinin bilişsel, duygusal ve davranışsal boyutlarını bütüncül bir şekilde yansıttığı görülmektedir. Elde edilen bulgular alan yazın çerçevesinde tartışılmıştır.

Anahtar kelimeler: Beliren yetişkin, arkadaşlık, metafor

EMERGING METAPHORICAL PERCEPTIONS OF THE CONCEPT OF “FRIENDSHIP” AMONG UNIVERSITY STUDENTS IN THE ADULTHOOD STAGE

Abstract

Friendships emerge during early childhood and are regarded as a fundamental form of relationship that maintains its development and significance throughout all stages of life. During emerging adulthood, friendship relationships are one of the key developmental factors that play a critical role in an individual's identity development, emotional fulfillment, and social adaptation. This study aimed to determine university students' perceptions of the concept of “friendship” during emerging adulthood through metaphors. To this end, students were asked to complete the statement: “Friendship is like because” The study was conducted with the participation of 43 university students (35 women, 8 men). A qualitative research design was employed, and the data were analyzed using content analysis. The analysis revealed that the metaphors generated by the participants fell under four themes: (1) a dynamic process requiring effort, challenging, and developing over time; (2) a healing, balancing, and vital need; (3) guidance, trust, and a refuge; and (4) self-discovery and awareness. The study found that the metaphors generated by the participants holistically reflect the cognitive, emotional, and behavioral dimensions of friendship. The findings were discussed within the framework of the existing literature.

Keywords: Emerging adult, friendship, metaphor

1. GİRİŞ

Ergenlik sonrası dönem, toplumsal ve kültürel etkenler dikkate alındığında gençler için yalnızca bir geçiş süreci olarak değil (Atak ve Çok, 2010), kendine özgü özellikler taşıyan ayrı bir gelişim dönemi olarak ele alınmaktadır. Bu bağlamda, “beliren yetişkinlik” kavramı öne çıkmaktadır (Arnet, 2000). Beliren yetişkinlik, dünya genelinde 18-25 yaş arasındaki bireylerin artık ergen olmadıkları, kısmen yetişkinlik özellikleri taşıdıkları, yetişkinliğe doğru ilerledikleri ancak henüz tam anlamıyla yetişkin olarak kendilerini tanımlamadıkları bir dönemi ifade etmektedir (Arnett, 2007). Bu yönüyle “beliren yetişkinlik” dönemi ergenlik ve genç yetişkinlik dönemlerinden kuramsal olarak ayrılan özgün bir gelişim evresi olarak değerlendirilmektedir. Bu dönem, bireylerin toplumsal roller ve normatif beklentilerden görece bağımsız oldukları bir yapıya sahiptir. Çocukluk ve ergenlikteki bağımlılık büyük ölçüde sona ermiş ancak yetişkinliğe özgü kalıcı sorumluluklar da henüz tam olarak üstlenilmemiştir (Arnet, 2000). Dolayısıyla beliren yetişkinlik dönemi hem ergenlikten hem de yetişkinlikten farklı, kendine özgü dinamiklere sahip bir gelişim sürecidir (Arnett 2023). Bu gelişim dönemi bireylere bir yandan gelişim için olumlu fırsatlar sunarken, diğer yandan riskli davranışlar ve iyi oluşu olumsuz etkileyebilecek zorlukları da beraberinde getirmektedir (Langheit ve Poulin, 2024). Bu bağlamda nitelikli arkadaşlıklar kurmanın, hem gelişim (Öztürk, 2025) hem de bu dönemde yaşanabilecek söz konusu zorluklarla başa çıkmada önemli bir rol oynadığı belirtildiği (Cable vd., 2013) için bu çalışmada üniversite öğrencilerinin arkadaşlığı nasıl algıladıkları araştırılmıştır.

Beliren yetişkinlik dönemi bireylerin özellikle dünya görüşü, aşk ve iş alanlarında kimliklerini yoğun biçimde keşfettikleri bir dönemdir. Bu kimlik arayışı, beliren yetişkinleri başkaları ile yakın ve etkileşimli ilişkiler kurmaya yönlendirmektedir (Arnet, 2000). Bu kapsamda öne çıkan ilişki türleri; romantik ilişkiler, aile ilişkileri ve arkadaşlık ilişkileri olarak ele alınırken (Eryılmaz ve Ercan, 2010; Sutcliffe vd., 2012) arkadaşlık ilişkileri, bireyler için en belirleyici ve en güçlü sosyal ilişkidir (Dunbar, 2018). Ayrıca arkadaşlıkların işlevsel öneminin beliren yetişkinlik döneminde zirveye ulaşabileceği (Arnett vd. 2011, s.27), hem derin hem de coşkulu arkadaşlıklar kurmak için bu gelişim döneminin elverişli olduğu belirtilmektedir (Rawlins 1992,s.104).

Arkadaşlıklar erken çocukluk döneminde ortaya çıkmakta, yaşam boyu tüm gelişim dönemlerinde gelişimini ve önemini koruyan temel bir ilişki biçimi olarak değerlendirilmektedir (Marion vd., 2013). Arkadaşlık ortak ilgi alanları, yakınlık, sevgi ve karşılıklı yardımlaşma ile karakterize edilen bir ilişkidir (Hays, 1988). Bu işlevleri nedeniyle arkadaşlıklar çoğu insanın hayatında bilişsel ve duygusal kaynaklar olarak hizmet eder, gelişimsel görevlere ulaşmaya yardımcı olur (Oldeman vd., 2025), örneğin olumlu arkadaşlık ilişkileri, akademik yetkinlik gibi önemli gelişimsel görevlerde başarılı olmada, yaşamın ileriki evrelerinde de bu görevlerin başarıyla sürdürülmesini yordamaktadır (Roisman vd., 2004). Ayrıca arkadaşlık hem ruhsal hem de

fiziksel sağlıkla ilişkilidir (Oldeman vd., 2025). Bu bağlamda arkadaşlık ilişkileri duygusal destek, güven ve sosyal bağlılık sağlayarak psikolojik iyi oluşun önemli bir kaynağıdır (Pătraşcu ve Vaida, 2025).

İlgili alan yazında arkadaşlık üzerine yapılan araştırmalarda, arkadaşlığın süresi veya iletişim sıklığı gibi “nicel” özelliklerin aksine, arkadaşlığın daha “nitel” özelliklerini belirtmek için daha çok niteliğe odaklanılmaktadır (Demir ve Weitekamp, 2007; Öztürk ve Kutlu, 2017). Arkadaşlık niteliği, birbirinden bağımsız ve her biri yakınlık, destek ve çatışma gibi çeşitli özellikler içeren hem olumlu hem de olumsuz boyutları içermektedir (Bukowski vd., 2009). Beliren yetişkinlik döneminde arkadaşlık niteliği üzerine yapılan araştırmalarda düşmanlık (Yu vd., 2014) ve çatışma (Langheit ve Poulin, 2022; Pătraşcu ve Vaida, 2025) gibi olumsuz özelliklerde azalma, araçsal ya da duygusal destekte (Nielson vd., 2020), bağlılık, güven ve yakınlık duygusunda (Langheit ve Poulin, 2022) bir artış olduğu belirtilmektedir. Bu bulgular arkadaşlığın niteliğinin beliren yetişkinlik döneminde değişime uğrayabildiğini göstermekle birlikte arkadaşlığın her gelişim dönemi için anlaşılmasının da önemli olduğunu göstermektedir. Buna ek olarak, farklı gelişim dönemlerinin kendine has özellikleri bireylerin arkadaşlığı nasıl algıladıklarının ayrıca ele alınmasını gerekli kılabilir.

Bu çalışmada beliren yetişkinlik döneminde bulunan üniversite öğrencilerinin “arkadaşlık” kavramına yönelik metaforik algıları ele alınmıştır. Çok boyutlu ve karmaşık deneyimlerin, kavramsal metaforlar kullanılarak anlamlı ve somut hale getirilebileceği alan yazında belirtilmektedir (Nelson ve Thorne, 2012). Arkadaşlığın çok boyutlu bir kavram olması (Kitts ve Leal, 2021) ve oluşum sürecinin karmaşık olması (Nelson ve Thorne, 2012) nedeniyle bu çalışmada metafor kullanımı tercih edilmiştir. Yang’a (2023) göre metafor bir köprü gibidir; karmaşık olanı basitleştirir ve uzun ayrıntılı açıklamalar gerek kalmadan olguların özünü kavramayı sağlamaktadır. Richardson (1994, s.519) da metaforu bir benzetme kullanarak açıklamış ve metaforun sosyal bilimlerin omurgası olduğunu “tıpkı “insan” omurgası gibi, ağırlık taşır, harekete izin verir, yüzeyin altında gömülüdür ve parçaları işlevsel, tutarlı bir bütün halinde birbirine bağlar” ya bildiğine değinmektedir. Oluşturulan metaforların tüm disiplinlerde düşünceleri rafine ettiğini ve anlayışı derinleştirdiğini öne sürmektedir. Bu doğrultuda, beliren yetişkinlerin arkadaşlığı nasıl algıladıkları metaforlar aracılığıyla ortaya koymak amaçlanmıştır.

2. YÖNTEM

2.1 Araştırma Modeli

Çalışmada, üniversite öğrencilerinin arkadaşlığa yönelik algılarının metaforlar aracılığıyla derinlemesine incelenmesi amaçlandığı için nitel araştırma deseni benimsenmiştir. Nitel araştırmalar, bireyin deneyimlerini, algılarını ve anlamlandırma süreçlerini derinlemesine incelemeye olanak tanıyan zengin veri kaynağı (Yıldırım ve Şimşek, 2006) sunduğu için tercih edilmiştir.

2.2 Çalışma Grubu

Çalışma, bir devlet üniversitesinde eğitimlerine devam eden 43 katılımcı (35 kadın, 8 erkek) ile gerçekleştirilmiştir. Çalışma grubunun oluşturulmasında uygun örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem, araştırma sürecine sağladığı hız ve pratiklik nedeniyle (Yıldırım ve Şimşek, 2006) araştırmacılar tarafından tercih edilmiştir. Katılımcıların yaşı 20-25 arasında değişmektedir.

2.3 Veri Toplama Aracı

Araştırmacılar tarafından oluşturulan bir form aracılığıyla verilere ulaşılmıştır. Bu formda yaş ve cinsiyet gibi demografik bilgiler ile “arkadaşlık.....gibidir çünkü.....” şeklinde açık uçlu bir ifade yer almaktadır. Çalışma öncesinde beliren yetişkinlere, arkadaşlık kavramını düşünmeleri ve kendi algılarına göre arkadaşlığın neye benzediğini ve bu benzerliğin nedenini açıklamaları istenmiştir. Çalışmaya katılımın gönüllü olduğu ve düşüncelerini yazabilmeleri için kendilerine yeteri kadar süre verileceğine dair açıklama yapılmıştır. Yapılan açıklama sonucunda araştırmaya gönüllü olarak katılmak isteyen öğrencilere form verilmiştir.

2.4 Veri analizi

Araştırmada elde edilen veriler içerik analizi yöntemiyle çözümlenmiştir. İçerik analizinde temel amaç, veriler içinde yer alan anlamlı kavramları ve bu kavramlar arasındaki ilişkileri ortaya çıkarmaktır. Bu kapsamda, veriler kavramsallaştırılmış, ardından bu kavramlar doğrultusunda sistematik bir biçimde organize edilerek veriyi açıklayan temalar oluşturulmuştur. Süreç boyunca katılımcıların ifadeleri esas alınarak benzer metaforlar bir araya getirilmiş ve her grup uygun başlıklar altında sınıflandırılmıştır. Analiz süreci; verilerin kodlanması ile başlamış, kodlardan temalara ulaşılmasıyla devam etmiş, elde edilen kod ve temalar düzenlenip tanımlandıktan sonra son aşamada bulgular yorumlanmıştır.

3. BULGULAR

Beliren yetişkinlik dönemindeki üniversite öğrencilerinin “arkadaşlık” kavramına yönelik çok sayıda metafor ürettikleri görülmüştür. Bu kapsamda toplam 35 tane geçerli metafor elde edilmiştir. Söz konusu metaforlara ilişkin elde edilen bulgular Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1.

Beliren yetişkinlerin arkadaşlığa ilişkin oluşturdukları metaforlar

Metafor	f	Metafor	f	Metafor	f
Ayna	4	Ağaç/çınar ağacı	3	Bahçe	3
Çark	1	Soğan	1	Kutup yıldızı/yıldız	2
Bitki	1	Sofra	1	Fidan	1
Mevsimler	1	Şarkı	1	Nefes	1
Çanta	1	Ağaç gölgesi	1	Köprü	1
Şemsiye	1	Lunapark	1	İp	1
Liman	1	Deniz	1	Roman	1
Antibiyotik	1	Puzzle	1	Bağcık	1
Terazi	1	Çatı	1	Üçüncü göz/altıncı duyu	1

Katılımcıların arkadaşlık kavramına ilişkin geliştirdikleri metaforlar incelendiğinde en yüksek frekansa sahip metaforların ayna (f=4), ağaç/çınar ağacı (f=3), bahçe (f=3) ve kutup yıldızı/yıldız (f=2) olduğu görülmektedir. Bununla birlikte bitki, mevsimler, çanta, şemsiye, liman, antibiyotik, terazi, kalem, üçüncü göz/altıncı duyu, soğan, yıldız, şarkı, ağaç gölgesi, lunapark, deniz, puzzle, çatı, çark, fidan, köprü, ip, roman, bağcık ve nefes metaforlarının her birinin birer katılımcı tarafından ifade edildiği belirlenmiştir. Katılımcıların arkadaşlık kavramına yönelik geliştirdikleri metaforlar araştırmacılar tarafından belirli temalar altında toplanmış ve Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2.

Arkadaşlık kavramına yönelik oluşturulan temalar

Tema	f	%
Emek isteyen, zorlu ve zamanla gelişen dinamik bir süreç	14	40
İyileştirici, dengeleyici ve yaşamsal bir ihtiyaç	7	20
Rehberlik, güven ve sığınak	9	26
Kendini tanıma ve farkındalık	5	14

Katılımcıların arkadaşlık kavramına ilişkin geliştirdikleri metaforların dört temadan oluştuğu görülmektedir. Metaforların %40’ı (f=14) emek isteyen, zorlu ve zamanla gelişen dinamik bir süreç, %20’si (f=7) iyileştirici, dengeleyici ve yaşamsal bir ihtiyaç, %26’sı (f=9)

Rehberlik, güven ve sığınak ile %14’ü (f=5) kendini tanıma ve farkındalık olarak betimlendiği görülmektedir. Katılımcılar arkadaşlığı en çok emek isteyen, zorlu ve zamanla gelişen dinamik bir süreç olarak görürken en az kendini tanıma ve farkındalık ile ilişkilendirmişlerdir. Katılımcılar emek isteyen, zorlu ve zamanla gelişen dinamik bir süreç olarak arkadaşlık ile ilişkilendirilebilecek on metafor üretmişlerdir. Emek isteyen, zorlu ve zamanla gelişen dinamik bir süreç temasına dair bilgiler Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3.

Emek isteyen, zorlu ve zamanla gelişen dinamik bir süreç

Metafor	f	Metafor	f	Metafor	f
Ağaç/çınar ağacı	3	Bahçe	3	Fidan	1
Soğan	1	Puzzle	1	Liman	1
Bitki	1	Roman	1	Deniz	1
Mevsimler	1				

Katılımcıların emek isteyen, zorlu ve zamanla gelişen dinamik bir süreç temasında en çok ağaç/çınar ağacı (f=3) ve bahçe (f=3) metaforuyla arkadaşlığı ilişkilendirdikleri görülmektedir. Ağaç/çınar ağacı ve bahçe metaforlarını sırasıyla fidan (f=1), soğan (f=1), puzzle (f=1), liman (f=1), bitki (f=1), roman (f=1), deniz (f=1) ve mevsimler (f=1) izlemektedir. Bu tema katılımcıların arkadaşlığı dinamik, zorlu ve emek isteyen bir süreç

olarak algıladıklarını göstermektedir. Bu kategoriye ilişkin olarak katılımcıların bazı ifadeleri aşağıda doğrudan alıntı şeklinde sunulmuştur.

Katılımcı 34 (kadın) “arkadaşlık benim için içinde özenle çiçekler büyütebildiğim bir bahçe gibidir. Nasıl ki bahçe bakım, özen, zaman ister arkadaşlıkta aynı gereksinimlerle doğar, gelişir ve devam eder”. Benzer şekilde katılımcı 23’e (kadın) göre de “arkadaşlık bir bahçe gibidir çünkü emek verirken çiçek açar, vermezsen solar. Kökü sağlam olan arkadaşlıklar ömür boyu kalır” şeklinde arkadaşlığın zamanla gelişen dinamik ve emek isteyen yönüne dikkati çekmiştir.

Katılımcı 1’e (kadın) göre “arkadaşlık soğan gibidir çünkü katman katmandır. Belli kademeleri açtıktan sonra asıl tadına varırız. Zamanla dışından farklı olan içini tanırısın. Bazen çok beğenebileceğimiz bir şeye dönüşür bazen de gözünden yaş getirir”. Arkadaşlığın zorlu ve emek isteyen bir ilişki olduğunu benzer bir şekilde katılımcı 17 (kadın) deniz metaforu ile açıklamaktadır. “Arkadaşlık ilişkisi bazen durgun bir deniz bazen hırçın bir deniz gibidir” ile ifade ederken Katılımcı 21 (kadın) “arkadaşlık roman gibidir neler yaşayacağımızı bilmiyoruz.” ile bu zorluğa vurgu yapmıştır.

Katılımcılar iyileştirici, dengeleyici ve yaşamsal bir ihtiyaç teması ile ilgili olarak yedi metafor geliştirmişlerdir. İyileştirici, dengeleyici ve yaşamsal bir ihtiyaç temasına dair bilgiler Tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 4.

İyileştirici, dengeleyici ve yaşamsal bir ihtiyaç

Metafor	f	Metafor	f	Metafor	f
Lunapark	1	Antibiyotik	1	Terazi	1
Çatı	1	Nefes	1	Çark	1
Sofra	1				

Katılımcıların iyileştirici, dengeleyici ve yaşamsal bir ihtiyaç temasında lunapark (f=1), antibiyotik (f=1), terazi (f=1), çatı (f=1), nefes (f=1), çark (f=1) ve sofra (f=1) metaforları ile arkadaşlığı anlattıkları görülmektedir. Bu tema katılımcıların arkadaşlığı iyileştiren, dengeleyen ve psikolojik ve sosyal işlevleri olan temel yaşamsal bir ihtiyaç olarak algıladıklarını göstermektedir. Bu temaya ilişkin olarak katılımcıların bazı ifadeleri aşağıda doğrudan alıntı şeklinde sunulmuştur.

Katılımcı 21 (erkek) “arkadaşlık bir evin çatısı gibidir çünkü evin dört duvarı olsa da çatı olmadan yarım kalır. Arkadaşlıkta insanın hayatında öyledir. Diğer ihtiyaçlarımız karşılanırsa da o olmadan bir yanımız hep eksik kalır”. Katılımcı 8 (erkek) de benzer şekilde arkadaşlığın hem yaşamsal bir ihtiyaç hem de dengeleyici işlevini şöyle ifade etmiştir “arkadaşlık iki kollu terazi gibidir çünkü hayatı dengede tutan ve sosyal, fizyolojik ihtiyaçlarımızı olumlu şekilde etkileyen hayatın vazgeçilmez bir dinamiğidir”. Katılımcı 13

(kadın) ise arkadaşlığın iyileştirici yönüne vurgu yaparak “*arkadaşlık tedavi edilmesi gereken hastalıklar için kullanılan antibiyotik gibidir çünkü doğru arkadaşlık varlığı ile seni iyileştirir*”i ifade etmektedir.

Katılımcılar rehberlik, güven ve sığınak ile ilgili olarak altı metafor geliştirmişlerdir. Rehberlik, güven ve sığınak temasına dair bilgiler Tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 5.

Rehberlik, güven ve sığınak

Metafor	f	Metafor	f	Metafor	f
Yıldız/kutup yıldızı	2	Şemsiye	1	Ağaç gölgesi	1
Çanta	1	İp	1	Bağcık	1

Katılımcıların rehberlik, güven ve sığınak temasında yıldız/kutup yıldızı (f=2), şemsiye (f=1), ağaç gölgesi (f=1), çanta (f=1), ip (f=1), bağcık (f=1), köprü (f=1) ve şarkı (f=1) metaforu ile arkadaşlığı anlattıkları görülmektedir. Bu tema katılımcıların arkadaşlığı koruyan, destek olan ve güvenli bir bağ olarak gördüklerini göstermektedir. Bu temaya ilişkin olarak katılımcıların bazı ifadeleri aşağıda doğrudan alıntı şeklinde sunulmuştur.

Katılımcı 28 (kadın) “*arkadaşlık yıldızlar gibidir çünkü karanlık çöktüğünde ilk onlar çıkar, insana ışık olur. Zor zamanında yanında olan odur*” şeklinde ifade ederken benzer şekilde katılımcı 41 (kadın) “*arkadaşlar kutup yıldızı gibidir çünkü iyi gününde mutluluğuna ortak olan kötü gününde yanında olan yön veren odur*” şeklinde açıklamaktadır. Katılımcı 25’e (kadın) göre ise “*arkadaşlık bir şemsiye gibidir çünkü yağmurlu günde de güneşli günde de yanında bulundurursun. Mutlu olduğunda da mutsuz olduğunda da onunla paylaşmak birlikte var olmak istersin*”. Katılımcı 33 (kadın) ise “*arkadaşlık bir ağacın gölgesi gibidir çünkü güven ve bağın oluşmasından sonra altında dinlenebildiğimiz, nefes aldığımız, sakinleşebildiğimiz bir alandır. Kavurucu sıcakta veya şiddetli yağmurlarda bile rahatlıkla sığınabileceğimiz alandır. Üzüntüde, mutluluğunda, kaygılı anında gölgesinde huzuru bulduğumuz alandır*” şeklinde ifade etmektedir.

Katılımcılar kendini tanıma ve farkındalık teması ile ilgili olarak iki metafor geliştirmişlerdir. Kendini tanıma ve farkındalık temasına dair bilgiler Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6.

Kendini tanıma ve farkındalık

Metafor	f	Metafor	f
Ayna	4	Üçüncü göz/altıncı duyu	1

Katılımcıların kendini tanıma ve farkındalık temasında en çok ayna (f=4) metaforunu kullandıkları ayna metaforu dışında ise üçüncü göz/altıncı duyu (f=1) metaforu ile arkadaşlığı anlattıkları görülmektedir. Bu tema katılımcıların arkadaşlığı bireyin kendisini anlama, fark etme ve görme üzerinden açıkladıklarını

göstermektedir. Bu temaya ilişkin olarak katılımcıların bazı ifadeleri aşağıda doğrudan alıntı şeklinde sunulmuştur.

Katılımcı 22 (kadın) “*arkadaşlık bir ayna gibidir çünkü bizim bir yansımamızdır. Genelde kendimize benzeyen, kendimizden bir şeyler bulduğumuz kişilerle arkadaşlık kurarız. Kendimizden bir şeyler bulamazsak o arkadaşlığı sürdürmekte güçlük çekeriz*” şeklinde ifade ederken benzer şekilde katılımcı 24 (erkek) “*arkadaşlık ayna gibidir çünkü her arkadaş birbirini yansıtır*” ifadesini kullanmıştır. Katılımcı 31 (kadın) ise arkadaşlığı üçüncü göz/altıncı duyu olarak şöyle ifade etmiştir. “*Arkadaşlık benim için üçüncü göz/altıncı duyu organı gibidir çünkü benim hayatımda var olan her şeyi görebilen fark edebilen, benim yaşantıma şahit olan biridir. Bildiğim bilmediğim birçok şeyi fark edebilen bunu bana aktarabilen, fark edemediğimi far edendir*”.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu araştırmada, beliren yetişkinlerin “arkadaşlık” kavramına ilişkin metaforik algıları incelenmiştir. Mevcut araştırmada katılımcıların ifade ettikleri metaforların emek isteyen, zorlu ve zamanla gelişen dinamik bir süreç, iyileştirici, dengeleyici ve yaşamsal bir ihtiyaç, rehberlik, güven ve sığınak ile kendini tanıma ve farkındalık olmak üzere toplam dört temada toplanmış olduğu görülmüştür.

Araştırmada ulaşılan temaların arkadaşlık alan yazını ile uyumlu olduğu görülmektedir. Beliren yetişkinler “arkadaşlık” kavramını daha çok emek isteyen, zorlu ve zamanla gelişen dinamik bir süreçle ilişkilendirmişlerdir. İlişkiler doğası gereği dinamik bir yapıya sahiptir. Arkadaşlıklar, partnerler birbirleri ile tanıştıkları zaman başlar, dayanışma ve diğer özellikler arttığında, azaldığında, dalgalandığında ve sabit kaldığı orta dönemde gelişir, bazen de çeşitli sebeplerden dolayı sona erer. Bu bağlamda arkadaşlık ilişkisi oluşum aşaması ile başlar ancak ilişkinin gelişmesi partnerlerin karşılıklı ilişkilerde bulunmasını içermektedir (Adams ve Blieszner, 1994). Wright (1978) arkadaşlığı; zaman, emek, kaynak ve duygusal yatırım gerektiren, büyüyen ve değişen bir ilişki olarak tanımlar; ilişkinin sürdürülmesi belli bir “bakım” ve “özveri” ister. Katılımcıların “ağaç/çınar, bahçe, fidan, bitki” gibi büyüme ve bakım gerektiren metaforları kullanmaları, arkadaşlığı Wright’ın tanımladığı biçimiyle zamanla büyüyen, düzenli bakım ve emek gerektiren, giderek olgunlaşan bir ilişki olarak gördüklerine işaret etmektedir (Wright, 1978). Ayrıca arkadaşlığın özellikle doğa ve doğa süreçleri (ağaç, deniz, bahçe, mevsimler) üzerinden kurulan metaforla ilişkilendirilmesi, ilişkilerin kırılganlık, süreklilik ve dalgalanmalarda taşıdığını göstermektedir (Pakdaman, 2020).

Beliren yetişkinler “arkadaşlık” kavramını ikinci olarak iyileştirici, dengeleyici ve yaşamsal bir ihtiyaçla ilişkilendirmişlerdir. Bu tema arkadaşlığın bireylerin iyi oluşu ve yaşam dengesi üzerindeki rolüne işaret etmektedir. Nitekim alan yazında arkadaşlığın bireylerin psikolojik iyi oluşunu destekleyen bir kaynak olduğu belirtilmektedir (Bukowski vd., 2010; Demir vd., 2015). Ayrıca katılımcıların ‘antibiyotik’ metaforu ile arkadaşlığı iyileştirici bir sosyal destek kaynağı olarak gördükleri; “terazi” ve “çark” gibi metaforlarla

arkadaşlığın yaşamdaki dengeleyici işlevine dikkat çektikleri; “çatı” ve “nefes” metaforları ile yaşamsal bir gereklilik olarak gördükleri anlaşılmaktadır. Bu bulgu arkadaşlığın sosyal destek (Prinstein vd., 2001), zorlayıcı yaşam olaylarına karşı duygusal tampon görevi görme (Baril vd, 2009) ve ait olma (Baumeister & Leary, 2017) gibi ihtiyaçların karşılanmasına desteklediği için çok boyutlu bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir.

Beliren yetişkinler “arkadaşlık” kavramını üçüncü olarak rehberlik, güven ve sığınakla ilişkilendirmişlerdir. Bu tema arkadaşlığın bireylere rehberlik ettiğine işaret etmektedir. Özellikle “yıldız/kutup yıldızı” metaforları arkadaşlığın yol gösteren ve bireye rehberlik eden rolüne işaret etmektedir. Ayrıca katılımcıların ‘şemsiye’ ve ‘ağaç gölgesi’ metaforu ile arkadaşlığı koruyucu ve sığınılacak bir alan olarak gördükleri; ‘ip’, ‘bağcık’ ve ‘köprü’ metaforları ile arkadaşlığın bireyler arasında kurulan bir bağ olarak gördükleri anlaşılmaktadır. Hays’a (1989) göre arkadaşlığın rehberlik edici yönünün olması bireylerin kendisini güvende hissetmesine katkı sağlamaktadır. Nitekim arkadaşlık niteliğine ait modellerde de arkadaşlığın güven, rehberlik ve bağlılık işlevine vurgu yapılmaktadır (Bukowski ve Hoza, 1989; Ladd vd., 1996; Parker ve Asher, 1993). Bu tema, arkadaşlığın birey için rehberlik eden, güven veren, koruyan ve süreklilik taşıyan çok boyutlu bir bağ olduğunu ortaya koymaktadır.

Beliren yetişkinler “arkadaşlık” kavramını son olarak kendini tanıma ve farkındalıkla ilişkilendirmişlerdir. Bu tema arkadaşlığın bireyin kendini tanıma ve farkındalık geliştirme sürecindeki rolüne işaret etmektedir. Özellikle “ayna” metaforu, bireyin kendisini başkaları üzerinden algıladığı ve değerlendirdiğini göstermektedir. Bu bağlamda arkadaşlık ilişkisi, bireyin kendisini görmesine ve değerlendirmesine aracılık eden sosyal aynalar olarak işlev görmektedir. Öte yandan “üçüncü göz/altıncı duyu metaforu, arkadaşlığın bireye dışarıdan bir bakış açısı kazandıran ve farkındalığını artıran bir yönünü ortaya koymaktadır. Kurulan arkadaşlık ilişkilerinin, bireylerin kendilerine yönelik farkındalıklarını artırdığı ve bu durumun kendilerini daha iyi tanımalarını sağladığının belirtiliyor (Chow, 2008, s.23) olması elde edilen bulguların alan yazın ile paralel olduğunu göstermektedir. Bu tema arkadaşlığın bireyin kendini tanıma, değerlendirme ve geliştirme sürecinde yansıtıcı bir mekanizma işlevi gördüğünü göstermektedir.

Arkadaşlık ilişkilerinin kurulmasının bireyler için önemli olması nedeniyle bireylerin arkadaşlık ilişkilerini oluşturmak ve sürdürmek amacıyla zaman, enerji ve duygusal açıdan yoğun bir yatırım yaptıkları alan yazında belirtilmektedir (Camfield vd., 2009). Kurulan arkadaşlık ilişkileri ise bireylerin çok yönlü olarak gelişimlerini desteklemektedir. Mevcut araştırmada da katılımcılar tarafından üretilen metaforların, arkadaşlık ilişkilerine dair yaşantıların bilişsel (katman, süreç), duygusal (zorluk, belirsizlik) ve davranışsal (yardım etme, rehberlik etme) boyutları ile bütüncül bir biçimde görünür kıldığı düşünülmektedir. Bu çalışmada yalnızca üniversite eğitime devam eden beliren yetişkinlerin arkadaşlık kavramını ilişkin algıları metaforlar aracılığı ile incelendiği için bu durum araştırmanın sınırlılığını oluşturmaktadır. Arkadaşlık ilişkilerinin tüm gelişim

dönemleri açısından önemli bir yere sahip olması nedeniyle, gelecekte yapılacak araştırmalarda farklı gelişim dönemlerinde arkadaşlık kavramının anlamına yönelik araştırmaların yapılması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Adams, R. G., & Blieszner, R. (1994). An integrative conceptual framework for friendship research. *Journal of Social and Personal Relationships*, 11(2), 163-184.
- Arnett, J. J. (2000) Emerging adulthood: A theory of development from the late teens through the twenties. *American Psychologist* 55(5),469-480.
- Arnett, J. J. (2007) Emerging adulthood: What is it, and what is it good for? *Child Dev Pers*,1(2), 68-73. <https://doi.org/10.1111/j.1750-8606.2007.00016.x>
- Arnett, J. J., Kloep, M., Hendry, L. B., & Tanner, J. L. (2010). Debating emerging adulthood: Stage or process?. Oxford University Press.
- Arnett, J. J. (2023). Emerging adulthood: The winding road from the late teens through the twenties. Oxford University Press.
- Atak, H., & Çok, F. (2019). İnsan yaşamında yeni bir dönem: Beliren yetişkinlik. *Turkish Journal of Child and Adolescent Mental Health*. 17(1),39-50.
- Baril, H., Julien, D., Chartrand, E., & Dubé, M. (2009). Females' quality of relationships in adolescence and friendship support in adulthood. *Canadian Journal of Behavioural Science/Revue*, 41(3),161-168
- Baumeister, R. F., & Leary, M. R. (2017). The need to belong: Desire for interpersonal attachments as a fundamental human motivation. *Interpersonal Development*, 57-89.
- Bukowski, W. M., & Hoza, B. (1989). Popularity and friendship: Issues in theory, measurement, and outcome. In T. J. Berndt & G. W. Ladd (Eds.), *Peer relationships in child development* (pp. 15-45). John Wiley & Sons.
- Bukowski W. M., Motzoi C., & Meyer F. (2009). Friendship as process, function, and outcome. In Rubin K. H., Bukowski W. M., Laursen B. (Eds.), *Handbook of peer interactions, relationships, and groups* (pp. 217-231). Guilford Press.
- Bukowski, W. M., Laursen, B., & Hoza, B. (2010). The snowball effect: Friendship moderates escalations in depressed affect among avoidant and excluded children. *Development and Psychopathology*, 22(4), 749-757.
- Cable, N., Bartley, M., Chandola, T., & Sacker, A. (2013). Friends are equally important to men and women, but family matters more for men's well-being. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 67(2), 166-171.
- Camfield, L., Choudhury, K., & Devine, J. (2009). Well-being, happiness and why relationships matter: Evidence from Bangladesh. *Journal of Happiness Studies*, 10(1), 71-91.
- Chow, W. Y. (2008). *The role of friendship on adolescent mental health problems*. Unpublished doctoral dissertation. Arizona State University.

- Demir M., & Weitekamp L. A. (2007). I am so happy'cause today I found my friend: Friendship and personality as predictors of happiness. *Journal of Happiness Studies*, 8(2), 181-211. <https://doi.org/10.1007/s10902-006-9012-7>.
- Demir, M., Orthel-Clark, H., Özdemir, M., & Özdemir, S. B. (2015). Friendship and happiness among young adults. In M. Demir (Ed.), *Friendship and happiness: Across the life-span and cultures* (pp. 117-135). Springer Science + Business Media.
- Dunbar, R. I. M. (2018). The anatomy of friendship. *Trends in Cognitive Sciences*, 22(1), 32-51. doi:10.1016/j.tics.2017.10.004
- Eryılmaz, A., & Ercan, L. (2010). Beliren yetişkinlikte romantik yakınlığı başlatma: Yakınlığa karşı yalıtılmışlık mı?. *Turkish Psychological Counseling and Guidance Journal*, 4(34), 119-125. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/200018>
- Hays R. B. (1988). Friendship. In Duck S., Hay D. F., Hobfoll S. E., Ickes W., Montgomery B. M. (Eds), *Handbook of personal relationships: Theory, research and interventions* (pp. 391-408). John Wiley & Sons.
- Kitts, J. A., & Leal, D. F. (2021). What is (n't) a friend? Dimensions of the friendship concept among adolescents. *Social Networks*, 66, 161-170. doi.org/10.1016/j.socnet.2021.01.004
- Langheit, S., & Poulin, F. (2022). Developmental changes in best friendship quality during emerging adulthood. *Journal of Social and Personal Relationships*, 39(11), 3373-3393.
- Langheit, S., & Poulin, F. (2024). Links between best-friendship quality and well-being from early emerging adulthood to early established adulthood. *Emerging Adulthood*, 12(4), 539-552.
- 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
- 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. <https://doi.org/10.1002/per.1839>
- Nielson M. G., Xiao S. X., Padilla-Walker L. (2020). Gender similarity in growth patterns of support toward friends during young adulthood. *Social Development*, 29(2), 635-650. <https://doi.org/10.1111/sode.12419>
- Oldeman, M. G., Cillessen, A. H., & van den Berg, Y. H. (2025). Friendships in emerging adulthood: The role of parental and friendship attachment representations and intimacy. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 51(4), 514-529. doi.org/10.1177/01461672231195339
- Öztürk, N. (2025). Çocuklarda sosyal gelişim: Akran ilişkileri ve arkadaşlık. Öztürk, N. & Sumbas, E. (Eds.) *Okullarda güncel ruh sağlığı sorunları* (s.131-165). Nobel Akademik Yayıncılık.

- 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>
- Pakdaman, F. S. (2020). Normal people: Kudos to vulnerability, a tribute to friendship. *Review. European Studies*, 12(4), 49-58.
- 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.
- Pătraşcu, S. G., & Vaida, S. (2025). Friendship and Wellbeing in Emergent Adults. A Systematic Review. *Studia Universitatis Babes-Bolyai, Psychologia-Paedagogia*, 70(1), 73-101. DOI:10.24193/subbypsyped.2025.1.04
- Prinstein, M. J., Boergers, J., & Vernberg, E. M. (2001). Overt and relational aggression in adolescents: Social-psychological adjustment of aggressors and victims. *Journal of Clinical Child Psychology*, 30(4), 479-491.
- Rawlins, William K. 1992. Friendship matters: Communication, dialectics, and the life course. New Brunswick, NJ: Transaction Publishers.
- Richardson L. (1994). Writing: A method of inquiry. In Denzin N. K., Lincoln Y. S. (Eds.), *Handbook of qualitative research* (pp. 516-529). SAGE. [http://www.iot.ntnu.no/innovation/norsi-common-courses/Lincoln/Richardson%20\(2000\)%20Writing.pdf](http://www.iot.ntnu.no/innovation/norsi-common-courses/Lincoln/Richardson%20(2000)%20Writing.pdf)
- Roisman, G. I., Masten, A. S., Coatsworth, J. D., & Tellegen, A. (2004). Salient and emerging developmental tasks in the transition to adulthood. *Child Development*, 75(1), 123-133. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2004.00658.x>
- Sutcliffe, A., Dunbar, R., Binder, J., & Arrow, H. (2012). Relationships and the social brain: Integrating psychological and evolutionary perspectives. *British Journal of Psychology*, 103(2), 149-168. doi:10.1111/j.2044-8295.2011.02061.x
- Yang, M. (2023). An analysis of metaphors in daily life. *International Journal of Education and Humanities*, 7(1), 34-37. DOI: <https://doi.org/10.54097/ijeh.v7i1.4864>
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2013). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. (9. baskı). Seçkin Yayınları.
- Wright, P. H. (1978). Toward a theory of friendship based on a conception of self. *Human Communication Research*, 4(3), 196-207.
- Yu, R., Branje S., Keijsers L., Meeus W. H. (2014). Personality effects on romantic relationship quality through friendship quality: A ten-year longitudinal study in youths. *PloS One*, 9(9), e102078. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0102078>.

DISCORDANT VOICES IN MARGARET ATWOOD'S THE PENELOPIAD: THE MYTH OF PENELOPE AND ODYSSEUS

Research Assistant İlkey KHALİD

Pamukkale University, English Language and Literature Department, ikhalid@pau.edu.tr,

ORCID iD: 0009-0007-8129-1872

Abstract

Homer portrays Penelope as the paragon of feminine patience and fidelity in *the Odyssey*. Margaret Atwood's retelling, *The Penelopiad: The Myth of Penelope and Odysseus*, dismantles this archetype as Penelope narrates her life story from the liminal space of Hades, the god of the underworld, and speaks directly to a contemporary audience millennia after her death. However, Atwood's novella goes beyond a simple retelling; it introduces a complex layering of voices manifested as disembodied spirits and asserts that the story as told in *the Odyssey* has numerous inconsistencies. Penelope seeks to reclaim her agency by offering her version of events; yet, the twelve maids, executed by Odysseus for consorting with the suitors who had invaded his household in his absence, emerge as a haunting chorus. These twelve hanged maids provide a counter version of the myth, acting as critical counter subaltern voices. Their testimony functions on two levels: first, as a protest against the patriarchal narrative recorded by Homer, and second, as a subversive challenge to Penelope's own reclamations of the events. By centering this narrative dissonance, the paper explores how Atwood exposes the gaps in mythological history and gives a considerable weight to the subaltern voices that both the ancient narrative and the privileged protagonists have historically suppressed.

Keywords: Margaret Atwood, the Penelopiad, the Odyssey, mythmaking, retelling, subaltern

**MARGARET ATWOOD'UN *THE PENELOPIAD: THE MYTH OF PENELOPE AND ODYSSEUS*
ESERİNDE UYUMSUZ SESLER**

Özet

Homeros, *Odyssey*'de Penelope'yi kadınsı sabrın ve sadakatin simgesi olarak kurgular. Margaret Atwood'un yeniden anlatımı olan *The Penelopiad: The Myth of Penelope and Odysseus*, Penelope'nin yaşam öyküsünü yeraltı dünyasının tanrısı Hades'in mekanından anlatması ve ölümünden binyıllar sonra doğrudan çağdaş bir dinleyici kitlesine seslenmesiyle bu arketipi yerle bir eder. Ancak Atwood'un anlatısı basit bir yeniden anlatımın ötesine geçmektedir; bedensiz ruhlar olarak ortaya çıkan karmaşık sesler katmanını sunar ve *Odyssey*'de anlatılan öykünün sayısız tutarsızlık barındırdığını belirtir. Penelope, olayların kendi versiyonunu sunarak eylemliliğini (agency) kazanmaya çalışırken; Odysseus'un yokluğunda evini istila eden taliplerle iş birliği yaptıkları gerekçesiyle Odysseus tarafından katledilen on iki hizmetçi, huzursuz edici bir koro olarak ortaya çıkar. Asılan bu on iki hizmetçi, eleştirel madun sesler (subaltern voices) olarak hareket ederek mitin karşı anlatısını sunarlar. Tanıklıkları iki şekilde ortaya çıkar: İlki, Homeros tarafından sunulan patriyarkal anlatıya karşı bir protesto; ikincisi ise Penelope'nin olayları kendi lehine sahiplenme çabasına yönelik yıkıcı bir meydan okumadır. Bu çalışma, söz konusu anlatısal uyumsuzluğu (narrative dissonance) merkeze alarak; Atwood'un mitolojik tarihteki boşlukları nasıl açığa çıkardığını ve hem antik anlatının hem de ayrıcalıklı kahramanların tarihsel olarak bastırdığı madun seslere nasıl ağırlık kazandırdığını incelemektedir.

Anahtar Kelimeler: Margaret Atwood, Penelopiad, Odyssey, mit yapımı, yeniden anlatım, madun (subaltern)

BİR EKO-REKREASYON ETKİNLİĞİ OLARAK YÜRÜYÜŞ TURİZMİNİN İNCELENMESİ

Doktora Öğrencisi, Serhat TUTAŞ¹/ Prof. Dr., Abdurrahman KIRTEPE² / Doktora Öğrencisi, Ahmet Furkan ÇETİNKAYA³

¹ Gençlik ve Spor İl Müdürlüğü, Beden Eğitimi ve Spor, serhattuttas@gmail.com, 0009-0000-6906-8183

² Fırat Üniversitesi,, Beden Eğitimi ve Spor, akirtepe@firat.edu.tr, 0000-0003-3268-2192

³ Fırat Üniversitesi,, Beden Eğitimi ve Spor, afcetinkaya23@gmail.com, 0000-0003-4341-023X

Özet

Günümüzde rekreasyon faaliyetleri, bireylerin boş zamanlarını değerlendirmeleri, fiziksel ve psikolojik gelişimlerine katkı sağlaması açısından giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Sanayileşme, hızlı kentleşme ve yoğun çalışma temposu gibi faktörler bireylerin doğa ile olan etkileşimlerini azaltmakta; buna karşılık doğa temelli rekreasyon faaliyetlerine olan ilgiyi artırmaktadır. Bu faaliyetlerden biri olan yürüyüş turizmi, bireylerin doğal alanlarda fiziksel aktivite gerçekleştirmelerinin yanı sıra çevresel farkındalık kazanmalarına da katkı sağlayan önemli bir eko-rekreasyon etkinliği olarak değerlendirilmektedir. Buradan hareketle bu çalışmanın amacı; yürüyüş turizmini, eko-rekreasyon bağlamında incelemek ve çevre ile turizm açısından ortaya koyduğu katkıları değerlendirmektir. Çalışmada literatür tarama yöntemi kullanılarak yürüyüş turizminin eko-rekreasyon içerisindeki yeri ortaya konulmaya çalışılmıştır. Elde edilen bulgular doğrultusunda yürüyüş turizminin yalnızca fiziksel bir aktivite olmadığı; aynı zamanda çevresel tahribatın en az düzeyde gerçekleştiği, sürdürülebilir turizmi destekleyen ve yerel halkın ekonomik kalkınmasına katkı sağlayan önemli bir turizm türü olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Eko-rekreasyon, Turizm, Yürüyüş, Rekreasyon, Yürüyüş Turizmi

AN EXAMINATION OF HIKING TOURISM AS AN ECO-RECREATIONAL ACTIVITY

Abstract

Today, recreational activities are gaining increasing importance as they allow individuals to spend their leisure time and contribute to their physical and psychological development. Factors such as industrialization, rapid urbanization, and intense work schedules are reducing individuals' interaction with nature; conversely, they are increasing interest in nature-based recreational activities. Hiking tourism, one of these activities, is considered an important eco-recreational activity that contributes to individuals' physical activity in natural areas as well as their environmental awareness. Based on this, the aim of this study is to examine hiking tourism in the context of eco-recreation and to evaluate its contributions to the environment and tourism. In this study, the place of hiking tourism within eco-recreation was attempted to be revealed using the literature review method. In line with the findings, it was concluded that hiking tourism is not only a physical activity; it is also an important type of tourism that minimizes environmental damage, supports sustainable tourism, and contributes to the economic development of the local people.

Keywords: Eco-recreation, Tourism, Hiking, Recreation, Hiking Tourism

1. GİRİŞ

Sanayi devriminin başlamasıyla birlikte üretim süreçlerinde makineleşme artmış, buna bağlı olarak insan gücüne olan ihtiyaç giderek azalmıştır. Çalışma yaşamında meydana gelen bu dönüşüm, iş olanaklarının daralmasına ve çalışma sürelerinin kısalmasına yol açmıştır. Bu durum, bireylerin boş zamanlarında artış meydana getirmiş ve söz konusu zamanın değerlendirilmesine yönelik etkinliklere yönelimi beraberinde getirmiştir. Özellikle doğa ve çevre ile etkileşim içerisinde gerçekleştirilen rekreasyon faaliyetlerine duyulan ihtiyaç önemli ölçüde artmıştır (Karaküçük, 2014). Sanayileşme süreciyle birlikte kırsal alanlarda tarım ve hayvancılıkla yaşamını sürdüren bireyler, dağınık yerleşim düzenini terk ederek sanayinin geliştiği kentlere göç etmiş; bu süreç hem yaşam alanlarında hem de yaşam koşullarında köklü değişimlere neden olmuştur. Zamanla kentler, bireyler için yeni bir “yaşam alanı” haline gelmiştir. Ancak kentleşmenin hızlı ve çoğu zaman plansız biçimde gerçekleşmesi; aşırı nüfus yoğunluğu, düşük yaşam kalitesi, işsizlik, yoksulluk, suç oranlarında artış, kültürel yozlaşma ve trafik gibi birçok sorunu beraberinde getirmiştir. Kentleşmenin en belirgin etkilerinden biri de, bireylerin doğadan uzaklaşması olmuştur. Doğal çevrede daha dengeli ve sakin bir yaşam süren bireyler, kent yaşamının hızlı ve yoğun temposuna uyum sağlamak zorunda kalmıştır. Bu durum, bireylerin biyolojik ve psikolojik sınırlarını zorlamakta; kent yaşamının yarattığı stres, bireylerin doğanın sunduğu huzur ve dinginliğe olan ihtiyacı arttırmıştır (Çetinkaya, 2014). Bu bağlamda doğa temelli rekreasyon faaliyetlerine yönelim giderek güçlenmektedir. Rekreasyon faaliyetleri, bireylerin hem fiziksel hem de psikolojik olarak rahatlamalarına katkı sağlayan önemli unsurlar arasında yer almaktadır. Bu tür etkinliklere katılan bireylerin kendilerini ifade etme imkânı buldukları, sosyal aidiyet geliştirdikleri ve daha mutlu, sağlıklı bireyler haline geldikleri belirtilmektedir (Sarı, 2022). Ancak rekreatif faaliyetlere olan ilginin artması, bu amaçla kullanılan doğal kaynaklar üzerindeki baskıyı da artırmıştır (Yılgin, 2022). Bu nedenle doğal çevrenin korunması ve sürdürülebilirliğin sağlanması büyük önem taşımaktadır. İnsan faaliyetlerinin ekosistem ve ekolojik denge üzerindeki olumsuz etkileri göz önünde bulundurulduğunda, çevre, ekoloji ve rekreasyon kavramlarının birbiriyle doğrudan ilişkili olduğu açıkça görülmektedir (Demir, 2009). Bu doğrultuda ekolojik temelli araştırmaların önemi giderek artmaktadır. Bu kapsamda, bireylerin boş zamanlarında açık alanlarda gerçekleştirdikleri ve doğayla etkileşim içinde, çevreye duyarlı bir şekilde yürüttükleri rekreasyon faaliyetleri “ekorekreasyon” olarak tanımlanmaktadır (Karaküçük ve Akgül, 2016). Kement (2019) tarafından doğaya yönelik rekreasyon aktiviteleriyle bağdaştırılan eko-rekreasyon, doğal kaynakların korunmasını ve sürdürülebilir kullanımını teşvik etmek amacıyla doğal ortamlarda gerçekleştirilen rekreasyonel faaliyetleri tanımlamak için kullanılan bir terimdir. Bu faaliyetler Karaküçük ve Akgül (2016) tarafından doğa yürüyüşü, mağaracılık, kayak, rafting ve dağcılık vb. spor faaliyetleri ile örneklendirilmiştir. Bu örneklerden biri de yürüyüş turizmi olarak karşımıza çıkmaktadır. Yürüyüş turizmi daha çok şehir dışındaki doğal alanlarda yalnız

ya da grupla yapılan bir etkinliktir (Ardahan, 2012). Doğal çevre; birçok canlıya ev sahipliği yapmasının yanı sıra bireylere kendilerini hem fiziksel hem de ruhsal olarak iyi hissetmelerini sağlayan doğa yürüyüşü, kampçılık, kano, tırmanma, rafting, dağ bisikleti, su altı dalış, yamaç paraşütü gibi birçok açık alan etkinliklerini gerçekleştirebilecekleri bir ortam sunmaktadır (Gürer, 2016).

Bu çalışmanın amacı, eko-rekreasyon kapsamında yürüyüş turizmini inceleyerek, bireylerin doğa ile etkileşim içinde gerçekleştirdikleri bu faaliyetlerin fiziksel, psikolojik ve sosyal boyutlardaki etkilerini ortaya koymak ve sürdürülebilir doğa kullanımına katkı sağlayacak öneriler geliştirmektir.

1.1.Rekreasyon Kavramı

Rekreasyon, 21. yüzyılın yoğun ve stresli bireyler için motivasyon aracı olma özelliği taşımakta ve giderek bir gereklilik haline gelmektedir. İnsanların günlük yaşam içerisinde yapmak zorunda olduğu görevler dışında kalan zaman dilimi olarak nitelendirilen serbest zaman ve bu zamanlarda insanların fiziksel ve ruhsal doyuma ulaşmak için gönüllü olarak katıldığı etkinlikler rekreasyonel faaliyetler olarak adlandırılmaktadır (Aylan ve Yetiş, 2021). Rekreasyon, yenilenme, yeniden yaratılma veya yeniden yapılanma anlamına gelen Latince recreatio kelimesinden gelmektedir. Rekreasyon kelimesinin Türkçe karşılığı da yaygın bir şekilde boş zamanları değerlendirme olarak kullanılmaktadır. Bu, rekreasyonun boş zaman tanımı ile sıkı sıkıya ilişkili bir kavram olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda, rekreasyonun her şeyden önce boş zamanı olan insanların gerçekleştirebilecekleri etkinliklerle ilgili olduğu söylenebilmektedir (Şahin ve Kocabulut, 2014). Rekreasyon faaliyetlerinin çoğu, kişinin boş zamanında gerçekleştirilir ve bu nedenle boş zaman ile rekreasyon arasında doğal bir bağ vardır. Ancak rekreasyon yalnızca fiziksel rahatlama değil, aynı zamanda zihinsel, duygusal ve sosyal canlanma da sağlar. İnsanlar, boş zamanlarında rekreasyon faaliyetlerine katıldıklarında, yalnızca enerjilerini yenilemekle kalmaz, aynı zamanda becerilerini geliştirir, sosyal bağlar kurar ve yaşamdan daha fazla tatmin elde ederler (Karakaya, 2025). Rekreasyon etkinliklerinin büyük bir kısmı doğada meydana gelmektedir. Açık hava rekreasyonu, insanların günlük veya hafta sonu rutinlerinin bir parçası olarak doğaya ya da yeşil alanlara erişebilecekleri yerlerde yaptıkları faaliyetleri ifade etmektedir (Sarı, 2022).

1.2.Eko-rekreasyon Kavramı

Günlük yaşamda karşılaşılan olumsuz olaylar, bireylerin boş zamanlarını daha değerli hale getirerek, onları sakin, huzurlu ve dingin ortamlarda bulunmaya yönlendirmektedir. Bu yönelim sayesinde, insanlar eskiden olduğu gibi yalnızca alışveriş merkezleri veya kapalı alanlarda vakit geçirmek yerine, doğa temelli ortamları tercih etmeye başlamışlardır. Doğal ortamda gerçekleştirilen faaliyetler, bireylerin doğaya olan sevgisini artırmakla kalmayıp, aynı zamanda koruma bilincini geliştirmekte ve ekolojik duyarlılık ile sürdürülebilirlik anlayışını kazandırmaktadır (Sarı ve Şenel, 2018). Eko-rekreasyon kavramını ilk kez literatüre Karaküçük ve Akgül (2016) tarafından kazandırılmıştır. Bu kavram rekreatif etkinliklerin, ekosistem içerisinde birtakım

önlemlerin alınarak gerçekleştirilmesini içermektedir. Çevre ile etkileşim içerisinde olan rekreasyon, bireylerin davranışları üzerinde pozitif bir etkiye sahiptir. Eko-rekreasyon, boş zaman faaliyetlerinin ekolojik kurallar ve sürdürülebilirlik çerçevesinde gerçekleştirilmesi olarak tanımlanmaktadır. Burada amaç rekreatif faaliyetler gerçekleşirken doğal kaynakların korunması ve sorumluluk içerisinde kullanılmasını sağlamaktır. Eko-rekreasyon, açık alan rekreasyonu veya yeşil rekreasyon olarak da isimlendirilmektedir (Karademir, 2023).

1.3.Yürüyüş Kavramı

Rekreasyonu; aktif veya pasif katılım, içeride veya dışarıda, şehrin açık alanlarına veya şehrin dışındaki, kamusal, ticari, özel, gönüllü, kültürel üyelik, sportif, turistik ilişkiler kurma ve sanatsal amaçları olup olmamasına göre sınıflandırmak mümkündür. Rekreasyonun, kişisel yararlarının yanı sıra sosyal (sosyalleşme, etno-kültürel çeşitlilik vb.), ekonomik (turizm, motivasyon etkisi ile iş verimliliğinin artması) ve ekolojik (rehabilitasyon) boyutları da bulunmaktadır. İnsanlar genelde açık alanda yapılan doğa sporlarını tercih etmektedirler (Karakullukçu ve ark. 2023). Açık alanda yapılan rekreasyon faaliyetlerinden biri de doğa yürüyüşüdür. Doğa yürüyüşü, şehir dışındaki doğal alanlarda yalnız ya da grupla yapılan bir etkinliktir (Ardahan, 2012). Doğa yürüyüşünün toplumsal, ekonomik, kişisel ve çevresel birçok yararı bulunmaktadır (Ardahan & Lapa, 2011). Doğa yürüyüşü etkinlikleri katılımcıların çevre bilinci kazanmasını sağlayarak çöp atma, bitki ve hayvan varlığına zarar verme, endemik bitkileri koparma/kökme gibi olumsuz davranışlardan uzak durmalarına katkıda bulunabilir (Olgun, 2025). Doğa yürüyüşü etkinlikleri bireyleri çevre konusunda bilgilendirirken, onlara çevre sorunlarına karşı farkındalık ile doğal kaynakların korunmasına ve çevresel bozulmaya karşı duyarlılık kazandırmaktadır (Berns ve Simpson, 2009).

2. SONUÇ

Bu çalışma, yürüyüş turizmini eko-rekreasyon kavramı içerisinde ele almış ve yürüyüş turizminin çevre üzerindeki etkileri değerlendirilmeye çalışılmıştır. Literatür incelendiğinde yürüyüş turizminin sadece fiziksel bir aktivite olmadığı, bireylerin psikolojik olarak rahatlamasına, sosyalleşmesine ve çevresel farkındalık kazanmasına olanak sağlayan çok yönlü bir faaliyet olarak görülmüştür. Sanayileşme ve kentleşmenin sebep olduğu yoğun çalışma temposu, insanları doğal alanlardan uzaklaştırırken; yürüyüş turizmi gibi rekreasyon faaliyetleri bireylerin doğadan uzaklaşmasını dengeleyen önemli faaliyetler arasında yer almaktadır. Buna bağlı olarak yürüyüş turizmi; bireylerin doğayla tekrardan bağ kurmasına olanak sağlamaktadır. Çevresel olarak değerlendirildiğinde; yürüyüş turizmi doğal kaynaklar üzerinde daha az tahribata yol açtığı ve sürdürülebilir turizm anlayışı ile paralellik gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Ekonomik açıdan bakıldığında; yerel ekonominin kalkınmasında ve bölgesel turizmin çeşitlenmesinde olanak tanımaktadır. Ayrıca yürüyüş turizmine olan ilginin artması sonucunda; doğal alanlar üzerinde baskı oluşturma riskini de beraberinde getirmiştir. Bundan dolayı

yürüyüş rotalarının planlı olarak yapılması, ziyaretçi sayısının kontrol altına alınması, çevre bilincinin oluşturulması ve sürdürülebilirlik ilkelerinin önemszenmesi büyük önem taşımaktadır.

Sonuç olarak; yürüyüş turizmi, eko-rekreasyon faaliyetleri içerisinde önemli bir yere sahip olup; doğru planlama ve bilinçli kullanım ile hem bireysel hem de toplumsal fayda sağlayan sürdürülebilir bir turizm türü olarak değerlendirilmektedir.

KAYNAKLAR

- Ardahan, F. & Lapa, T. Y. (2011). Açık alan rekreasyonu: Bisiklet kullanıcıları ve yürüyüşçülerin doğa sporu yapma nedenleri ve elde ettikleri faydalar. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, 8(1), 1327-1341.
- Ardahan, F. (2012). Doğa yürüyüşü yapanların yaşam doyum düzeyleri ile duygusal zekâ ve yaşam doyum arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Mediterranean Journal of Humanities*, 2(1), 11-19.
- Ardahan, F. (2012). Doğa yürüyüşü yapanların yaşam doyum düzeyleri ile duygusal zekâ ve yaşam doyum arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Mediterranean Journal of Humanities*, 2(1), 11-19.
- Aylan, F. K., & Yetiş, Ş. A. (2021). Açık Alan Rekreasyon Faaliyetlerinin Destinasyon Kıyaslaması Bağlamında İncelenmesi: Nevşehir - Konya İllerinin Karşılaştırılması. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 20(79), 1279-1297.
- Berns, G. N. & Simpson, S. (2009). Outdoor recreation participation and environmental concern: A research summary. *Journal of Experiential Education*, 32 (1), 79–91.
- Çetinkaya, G. (2014). Doğa yürüyüşü parkurlarının turizm amaçlı değerlendirilmesi: Antalya Beydağları örneği. Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Antalya.
- Demir, A. (2009). Küresel iklim değişikliğinin biyolojik çeşitlilik ve ekosistem kaynakları üzerine etkisi. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 1(2), 37-54.
- Gürer, B., Arslaner, G. K., Gençer, D. & Abakay, U. (2016). Doğa sporları kapsamında çevrenin korunması. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 4(29), 156-166. DOI: 10.16992/ASOS.1251.
- Karademir, M. B. (2023). Ekorekreasyon ve Rafting Turizmi. *Spor Bilimleri Üzerine Araştırmalar-III*, 49.
- Karakaya B., (2025). Bir Ciddi Boş Zaman Faaliyeti Olarak Voleybol İle İlgilenen Bireylerin Rekreasyon Yönetimlerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Karakullukçu A., Yüksel O, Çakto P, Şirin E., (2023). Beden Eğitimi Spor Sağlık ve Efor Dergisi / Journal of Physical Education Sports Health and Effort 2023;3(2): (53-67).
- Karaküçük, S. (2014). Rekreasyon: Boş zamanları değerlendirme. Gazi Kitabevi.
- Karaküçük, S., ve Akgül, B. (2016). Ekorekreasyon. Gazi Kitabevi.
- Kement, Ü. (2019). Ecorecreation, İçinde, İ. Yazıcıoğlu, Ö. Yayla, & A. Solunoğlu (Edt). *Current Issues in Tourism and Hospitality Management*.(ss. 238-241). SRA Academic Publishing, Litvanya.

- Olgun, B. G. (2025). Bir Ekoturizm Etkinliği Olarak Doğa Yürüyüşünün Çevre Bilincine Etkisi. GSI Journals Serie A: Advancements in Tourism Recreation and Sports Sciences, 8(2), 597-607.
- Sarı Y., & Şenel E. (2018). Bir ekorekreasyon faaliyeti olarak yoga turizmi üzerine bir inceleme. Uluslararası Kırsal Turizm ve Kalkınma Dergisi (IRTAD) E-ISSN: 2602-4462, 2(2), 20-23.
- Sarı, D. (2022). COVID-19 Pandemisinin Üniversite Öğrencilerinin Rekreasyon Tercihlerine Etkileri. Artvin Çoruh Üniversitesi Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi, 8(2), 35-52.
- Şahin, İ., & Kocabulut, Ö. (2014). Sportif Rekreasyon Aktivitelerine Düzenli Katılımı Engelleyen Faktörlerin İncelenmesi: Akdeniz Üniversitesi Turizm Fakültesi Öğrencileri Üzerine Bir Araştırma. Journal of Recreation and Tourism Research, 1(2), 46-67.
- Yılğın, A. (2022). Rekreasyon ve yaşam becerisi katılım motivasyonu ve teori üzerine yaklaşımlar. Efe Akademi Yayınları.

ADOLESAN ERKEK FUTBOLCULARDA SAKATLIK RİSK PROFİLLERİNİN FONKSİYONEL HAREKET KALİTESİ VE DİNAMİK DENGİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Doç. Dr., Abdullah GÜLLÜ¹

¹ Uşak Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenman ve hareket bilimleri,

abdullah.gullu@usak.edu.tr, ORCID: 0000-0002-2699-3069

Özet

Bu çalışmanın amacı, adolesan erkek futbolcuların Fonksiyonel Hareket Tarama Testi (FMS) ve Y-Denge Testi (YDT) performanslarını sedanter yaşlılarıyla karşılaştırmak ve iki grubun sakatlanma risk (SR) profillerini ortaya koymaktır.

Çalışmaya, yaşları 14-16 yıl arasında olan 20 erkek futbolcu (FG; yaş: 15.00±0.79 yıl) ve antropometrik özellikler açısından eşleştirilmiş 20 sedanter erkek (KG; yaş: 15.15±0.81 yıl) alındı. Yedi hareket örüntüsünden oluşan FMS protokolü (deep squat, hurdle step, inline lunge, shoulder mobility, active straight-leg raise, trunk stability push-up, rotary stability) uygulandı ve her alt test 0-3 puan üzerinden puanlandı. FMS toplam skoru 21 üzerinden hesaplandı ve ≤14 puan SR için eşik değer olarak kabul edildi. YDT'de anterior, posteromedial (PM) ve posterolateral (PL) yönlerdeki uzanım mesafeleri bacak uzunluğuna normalize edildi ve yüzde kompozit skor hesaplandı. Gruplar arası karşılaştırma için Mann-Whitney U testi ve anlamlılık düzeyi olarak $p<0.05$ kullanıldı.

FMS toplam skoru futbolcularda sedanterlere kıyasla anlamlı düzeyde yüksek bulundu ($p=0.002$). Shoulder mobility sağ ($p=0.023$), inline lunge sol ($p=0.028$) ve rotary stability sol ($p=0.004$) alt testlerinde FG lehine anlamlıydı. YDT değerlendirmesinde sol anterior yön futbolcularda anlamlı biçimde daha yüksekti ($p=0.012$). Geriye kalan parametrelerde gruplar arasında fark bulunamadı ($p>0.05$). FMS ≤14 eşikğine göre SR değerlendirildiğinde, FG'nin %25'i (5/20), CG'nin ise %70'inin (14/20) risk altında olduğu gözlemlendi.

Düzenli yapılan sporun FMS'yi geliştirdiğini ve sedanter adolesanların SR'yi azaltmaya yönelik programlara ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir. Adolesan sporcularda FMS ve YDT'nin birlikte kullanılması hem SR'nin belirlenmesinde hem de bireyselleştirilmiş antrenman planlamalarında değerli bir katkı sağlayabilir.

Anahtar kelimeler: Fonksiyonel hareket analizi, Y-Denge testi, sakatlanma riski, antropometrik özellik, ergen erkek futbolcu.

EVALUATION OF INJURY RISK PROFILES IN ADOLESCENT MALE SOCCER PLAYERS WITH FUNCTIONAL MOVEMENT QUALITY AND DYNAMIC BALANCE

Abstract

The aim of this study was to compare the Functional Movement Screening Test (FMS) and Y-Balance Test (YBT) performances of adolescent male soccer players with their sedentary peers and to reveal the injury risk (IR) profiles of the two groups.

The study included 20 male soccer players aged 14-16 years (SG; age: 15.00 ± 0.79 years) and 20 sedentary men (CG; age: 15.15 ± 0.81 years) matched in terms of anthropometric characteristics. The FMS protocol consisting of seven movement patterns (deep squat, hurdle step, inline lunge, shoulder mobility, active straight-leg raise, trunk stability push-up, rotary stability) was applied and each subtest was scored out of 0-3 points. The FMS total score was calculated out of 21 and ≤ 14 points was accepted as the threshold value for the risk of injury. In YBT, reach distances in the anterior, posteromedial (PM), and posterolateral (PL) directions were normalized to leg length, and a percentage composite score was calculated. Mann-Whitney U test and $p < 0.05$ were used as the significance level for comparison.

The total FMS score was found to be significantly higher in footballers compared to sedentary individuals ($p = 0.002$). In the shoulder mobility right ($p = 0.023$), inline lunge left ($p = 0.028$), and rotary stability left ($p = 0.004$) subtests were significantly higher in favour of SG. In the YBT assessment, the left anterior direction was significantly higher in footballers ($p = 0.012$). No differences were found between the groups in the remaining parameters ($p > 0.05$). When SR was evaluated according to the FMS ≤ 14 threshold, it was observed that 25% of SG (5/20) and 70% of CG (14/20) were at risk.

It shows that regular sports improve FMS and that sedentary adolescents need programs to reduce IR. The combined use of FMS and YBT in adolescent athletes can make a valuable contribution to both IR determination and individualized training planning.

Keywords: Functional movement analysis, Y-Balance test, injury risk, anthropometric feature, adolescent male soccer player.

GENÇ FUTBOLCULARA UYGULANAN MAKSİMAL AEROBİK HIZ (MAS) VE SÜREKLİ KOŞU ANTRENMANLARININ KUVVETTE DEVAMLILIK PERFORMANSI İLE İLİŞKİSİNİN İNCELENMESİ

Yüksek Lisans Öğrenci, Ahmet Serhat GÜL / Dr. Öğr. Üyesi Önder ŞEMŞEK

¹DÜZCE BELEDİYESİ, Spor Bilimleri, samsunserhat2001@gmail.com, 0009-0000-9331-9827

²DÜZCE ÜNİVERSİTESİ, Spor Bilimleri, ondersemsek@duzce.edu.tr, 0000-0002-1461-8560

Özet

Bu çalışmanın amacı genç futbolculara uygulanan mas ve sürekli koşu antrenmanlarının kuvvette devamlılık ile ilişkisinin incelenmesidir. Çalışmaya 2025-2026 sezonu, U15 Gelişim Ligi Düzcspor Kulübünde futbol oynayan 14-15 yaş arası 20 futbolcu gönüllülük esasına göre katılmıştır. Çalışma öncesi random olarak sporcular MAS ve Sürekli Koşu grubu olarak ikiye ayrılmıştır. Her grup kendi antrenman planlamasına (MAS ve Sürekli Koşular) 10 hafta süre ile hafta 3 kez katılmış, geri kalan antrenman sürecinde her iki grup benzer futbol antrenman programına “toplam süre ve toplam koşulan mesafe eşitlenerek” devam etmişlerdir. Bu çalışmada 10 hafta sonunda gerçekleşen dayanıklılık gelişimi ile kuvvette devamlılık bağlantılı performans ölçümleri alınmıştır. Sporcuların dayanıklılıkları YO-YO IR1 testi ölçülmüş. Ön-test ve son-test arasındaki gelişim “*Gelişim Oranı* = $\left(\frac{(\text{Sontest skoru} - \text{öntest skoru})}{\text{öntest skoru}} \right) \times 100$ ” formülü ile hesaplanmıştır. Futbolcuların fiziksel ve motorik özelliklerini belirlemek için boyları mezura, vücut ağırlıkları ve vücut yağ oranı TANITA Body Composition Analyzer SC-330 tartı, 200m Koşu Testi, Mekik Testi, Şınav Testi ile ölçülmüştür. İstatistik analizler için SPSS 27 istatistik paket programı kullanılmıştır. Ölçülen değişkenler normal dağılım göstermediği için ilişki testi Spearman RHO Korelasyon testi kullanılmıştır. Futbolcuların boy uzunluğu $166,25 \pm 6,86$ cm, vücut ağırlığı $57,48 \pm 10,24$ kg, vücut yağ yüzdesi $11,77 \pm 5,38$, 200m koşu $31,93 \pm 1,26$ sn, şınav $26,70 \pm 7,77$, mekik $47,85 \pm 5,10$, dayanıklılık gelişim oranı $10,8 \pm 3,46$, MaksVO₂’leri $55,25 \pm 2,65$ ml/kg/dk olarak ölçülmüştür. Dayanıklılık antrenmanı yapan futbolcuların dayanıklılık gelişim oranı ile 200m koşu skorları arasında ($p>0,05$), dayanıklılık gelişim oranı ile şınav testi skorları arasında ($p>0,05$) ve dayanıklılık gelişim oranı ile mekik testi skorları arasında ($p>0,05$) istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Sonuç olarak, dayanıklılık antrenmanları kuvvette devamlılığın gelişimine katkı sağlayan önemli bir unsur olmakla birlikte, tek başına yeterli değildir. Kuvvette devamlılığın etkili ve sürdürülebilir biçimde geliştirilmesi için dayanıklılık çalışmalarının, direnç egzersizleri ve branşa özgü yüklenmelerle birlikte planlanması önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: Futbol, Dayanıklılık, MAS, Sürekli Koşular, Kuvvette Devamlılık

INVESTIGATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN STRENGTH ENDURANCE PERFORMANCE AND MAXIMAL AEROBIC SPEED (MAS) AND CONTINUOUS RUNNING TRAINING APPLIED TO YOUNG SOCCER PLAYERS

Yüksek Lisans Öğrenci, Ahmet Serhat GÜL / Dr. Öğr. Üyesi Önder ŞEMŞEK

¹DÜZCE BELEDİYESİ, Spor Bilimleri, samsunserhat2001@gmail.com, 0009-0000-9331-9827

²DÜZCE ÜNİVERSİTESİ, Spor Bilimleri, ondersemsek@duzce.edu.tr, 0000-0002-1461-8560

Abstract

The aim of this study was to examine the relationship between maximal aerobic speed (MAS) and continuous running training applied to young soccer players and strength endurance. A total of 20 volunteer soccer players aged 14–15 years, competing for Düzcespor in the U15 Development League during the 2025–2026 season, participated in the study. Prior to the study, the athletes were randomly divided into two groups as the MAS group and the Continuous Running group. Each group participated in its own training program (MAS or continuous running) three times per week for 10 weeks. During the remaining training sessions, both groups continued with a similar soccer training program in which total duration and total running distance were equalized. At the end of the 10-week period, endurance development and performance measurements related to strength endurance were evaluated. The athletes' endurance levels were measured using the YO-YO IR1 test. The improvement between pre-test and post-test scores was calculated using the following formula: Improvement Rate = (((Post-test score – Pre-test score) / Pre-test score)) × 100. In order to determine the physical and motoric characteristics of the players, height was measured with a tape measure, while body weight and body fat percentage were measured using the TANITA Body Composition Analyzer SC-330. In addition, a 200 m Running Test, Sit-up Test, and Push-up Test were administered. Statistical analyses were conducted using SPSS version 27. Since the measured variables did not show a normal distribution, the Spearman's Rho Correlation Test was used for relationship analysis. The mean height of the soccer players was 166.25 ± 6.86 cm, body weight was 57.48 ± 10.24 kg, and body fat percentage was 11.77 ± 5.38 , 200m run was 31.93 ± 1.26 sn, push-up was 26.70 ± 7.77 , sit-up was 47.85 ± 5.10 , endurance development rate 10.8 ± 3.46 , maxVO2 was 55.25 ± 2.65 ml/kg/dk. No statistically significant relationship was found between the endurance improvement percentage of the players who performed endurance training and their 200 m running scores ($p > 0.05$), between endurance improvement percentage and push-up test scores ($p > 0.05$), or between endurance improvement percentage and sit-up test scores ($p > 0.05$). In conclusion, although endurance training is an important factor contributing to the development of strength endurance, it is not sufficient on its own. For the effective and sustainable development of strength endurance, it is recommended that endurance training should be planned together with resistance exercises and sport-specific loading.

Keywords: Football (Soccer), Endurance, MAS, Continuous Running, Strength Endurance

1. GİRİŞ

Futbol, yüksek düzeyde fiziksel, teknik ve taktik gereksinimleri olan bir takım sporudur. Maç süresince oyuncular ortalama 90 dakika boyunca farklı şiddetlerde hareket etmekte ve yaklaşık 9–13 kilometre mesafe kat etmektedir (Bangsbo, 1994; Thomas Reilly, 2005). Bu mesafenin büyük bir kısmı düşük ve orta şiddetli aktivitelerden oluşurken, maçın kritik anları genellikle yüksek şiddetli sprintler ve ani hızlanmalar ile belirlenmektedir. Dayanıklılık, futbolcuların maç boyunca performanslarını sürdürebilmeleri ve yorgunluk kaynaklı performans düşüşlerini minimize edebilmeleri açısından temel bir motorik özelliktir (Reilly, 2005).

Maksimal Aerobik Hız (MAS), bir sporcunun maksimal oksijen tüketimine (VO_2 maks) ulaştığı en düşük koşu hızı olarak tanımlanır ve literatürde sıklıkla vVO_2 maks (VO_2 maks'taki hız) kısaltmasıyla da ifade edilir (Billat ve Koralsztejn, 1996). Başka bir ifadeyle MAS, aerobik enerji sisteminin üst sınırdaki çalıştığı noktadaki performans göstergesidir (Billat, 2001). Bu parametre, laboratuvar ortamında ölçülen VO_2 maks değerine kıyasla saha koşullarında daha pratik ve uygulanabilir bir ölçüt olarak kabul edilmektedir (Billat, 2001). Bu bağlamda maksimal aerobik hız, futbolcuların aerobik kapasitesini yansıtan önemli bir gösterge olup, maç içi performansın sürekliliği ile doğrudan ilişkilidir (Billat, 2001). Futbolda dayanıklılığı geliştirmek için birçok yöntem kullanılır. Maksimal aerobik hız (MAS) ve sürekli koşu antrenmanları bu yöntemlerden iki tanesidir.

MAS, özellikle dayanıklılık gerektiren spor branşlarında performansın belirleyicilerinden biri olup, sporcunun yüksek şiddetli egzersizleri sürdürebilme kapasitesi hakkında önemli bilgiler sunmaktadır (Noakes, 2003). Futbol gibi aralıklı (intermittent) yapıya sahip sporlarda, oyuncuların hem düşük hem de yüksek yoğunluklu aktiviteler arasında geçiş yapabilme yeteneği büyük ölçüde aerobik kapasiteye bağlıdır (Bangsbo, 1994).

Sürekli Koşular; bu metotta aerobik kapasitenin geliştirilmesi temel ilke olarak kabul edilmektedir. Çalışma zamanı uzun ve yüklenme şiddeti ise azdır. Dolayısıyla bu koşullarda kılcal damarların geliştirilmesi ve vital kapasitenin artırılması amaçlanmaktadır (Revan, S., & Pepe, H., 2008).

Kuvvette devamlılık, kasların belirli bir direnç karşısında uzun süre boyunca kasılma yeteneğini sürdürebilmesi ve yorgunluğa karşı direnç gösterebilmesi olarak tanımlanmaktadır (Zatsiorsky & Kraemer, 2006). Bu motorik özellik, hem statik hem de dinamik kas aktivitelerinde performansın sürekliliğini sağlamaktadır. Kuvvette devamlılık, özellikle takım sporlarında tekrarlı hareketlerin etkin bir şekilde gerçekleştirilebilmesi açısından önemlidir (Kraemer & Ratamess, 2004). Futbolda oyuncular, maç süresince sprint, sıçrama, yön değiştirme ve ikili mücadele gibi yüksek kas gücü gerektiren hareketleri defalarca tekrar etmektedir (Bangsbo, 1994). Bu nedenle kasların yorgunluğa karşı dirençli olması performansın sürekliliği açısından kritik bir faktördür.

Bu çalışmanın amacı genç futbolculara uygulanan mas ve sürekli koşu antrenmanlarının kuvvette devamlılık ile ilişkisinin incelenmesidir.

1.1. Kuramsal Çerçeve

Modern spor bilimlerinde elit performansı maksimize etme arayışı, sporcuların antrenman yüklerini daha objektif, ölçülebilir ve bireyselleştirilebilir metrikler üzerinden kurgulama zorunluluğunu doğurmuştur. Geleneksel dayanıklılık felsefesinde aerobik kapasiteyi geliştirmenin temel yolu hacim odaklı uzun ve yavaş koşular olarak görülürken, güncel yaklaşımlar bu tür antrenmanların özellikle dinamik saha ve takım sporlarında spesifik adaptasyonlar yaratmada yetersiz kaldığını göstermiştir (Buchheit ve Laursen, 2013).

MAS'ın kuramsal temeli, yalnızca "ne kadar oksijen tüketildiği" sorusundan ziyade, "bu oksijenin mekanik bir güce ve hıza ne kadar verimli dönüştürüldüğü" problemi üzerine inşa edilmiştir. Yüksek bir VO_{2max} 'a sahip olmak elit performans için tek başına yeterli değildir; koşu ekonomisindeki biyomekanik kayıplar, aynı oksijen tüketimi seviyesinde daha düşük bir hıza (MAS) neden olabilir (Sandford vd., 2021). Dolayısıyla MAS, sadece fizyolojik bir tavan olan oksijen kapasitesini değil, aynı zamanda sporcunun koşu ekonomisini (mekanik verimliliğini) de yansıtan objektif ve temel bir hız parametresidir (Buchheit ve Laursen, 2013). Sonuç olarak MAS, elit sporda yalnızca aerobik kapasitenin büyüklüğünü tanımlayan bir veri değil; sporcunun mekanik kapasitesiyle metabolik üretimini sentezleyen, yüksek şiddetli aralıklı antrenman (HIIT) protokollerinde uyum süreçlerini standardize eden felsefi bir başlangıç noktasıdır (Sandford vd., 2021).

2. YÖNTEM

Bu çalışmanın amacı genç futbolculara uygulanan mas ve sürekli koşu antrenmanlarının kuvvette devamlılık ile ilişkisinin incelenmesidir. Bu çalışma deneysel bir çalışma modeli olup, deney ve kontrol gruplu olarak sürdürülmüştür. Bu çalışma 10 hafta süre ile sürdürülmüş, 1.-4. haftalar arası %80MAS, 5.-8. haftalar arası %90MAS ve 9.-10. haftalar %100MAS hızlarında antrenmanlar sürdürülmüştür. Sürekli koşular grubu orta şiddette (%60-70) antrenman yapmaya devam etmiştir.

2.1. Çalışma Grubu

Çalışmaya 2025-2026 sezonu, U15 Gelişim Ligi Düzcspor Kulübünde futbol oynayan 14-15 yaş arası 20 futbolcu gönüllülük esasına göre katılmıştır. Çalışma öncesi random olarak sporcular Maksimal aerobik hız grubu (MASG, n:10) Sürekli koşu grubu (SKG, n:10) olarak ikiye ayrılmıştır. Her grup kendi antrenman planlamasına 10 hafta süre ile hafta 3 kez katılmış, geri kalan antrenman sürecinde her iki grup benzer futbol antrenman programına “toplam süre ve toplam koşulan mesafe eşitlenerek” devam etmişlerdir. Bu çalışmada 10 hafta sonunda gerçekleşen dayanıklılık gelişimi ile kuvvette devamlılık bağlantılı performans ölçümleri alınmıştır.

2.2. Verilerin Toplanması

Bu çalışmada aşağıda açıklanan testler uygulanmıştır.

2.2.1. Boy Uzunluğu Ölçümü

Katılımcıların boy uzunluğu, düz bir zeminde çıplak ayaklı iken metre kullanılarak ölçülmüştür.

2.2.2. Vücut Ağırlığı ve Vücut Yağ Oranı Ölçümü

Vücut kompozisyonları, hassaslık derecesi 0,1 kg olan vücut kompozisyonu analizatörü (TANITA Body Composition Analyzer SC-330, Corp., Tokyo, Japan) ile ölçülmüştür. Katılımcıların cinsiyeti, yaşı ve sabit elbise darası (1,0 kg) ölçüm öncesi analizöre kaydedilerek ve ölçümler çıplak ayakla ve katılımcıların üzerlerinde hafif giysiler olmak suretiyle yapılmıştır (Küçük Yetgin M., ve ark, 2020).

2.2.3. Yo-Yo Aralıklı Toparlanma Testi-1

Yo-Yo IR1 testi, 10,0 km/saat hızla başlar ve her seviyede 0,5 km/saat hız oranında artar. Test 2x20 metrelik içinde, gidiş ve dönüşlerin olduğu bir parkurdan oluşmaktadır. Futbolcuların 40 metrelik koşusundan sonra aktif olarak toparlanmaları için +5 metrelik bir dinlenme bölümünden oluşmaktadır. Koşu alanı için 20 m uzunluğunda düz bir zemin kullanılır. 20 metrelik aralıkları belirleyen çizgiler ya da koni vb. işaretler sporculara tanıtılır. Sporculara, her bir sinyal aralığı dakikada 0,5 km/saat artan özel yo-yo sinyalleri ile birlikte 20 m çizgisine ulaşmak zorunda oldukları bildirilir. Sinyal verildiğinde 20 m'yi belirleyen çizgilerin bir metre önündeki iç çizgilere iki kez üst üste ulaşamayan sporcu için test sonlandırılır (Bangsbo, 2008). Sporcuların Maksimal Oksijen Tüketimi (VO₂maks) değerleri, Yo-Yo IR1 testinde kat edilen toplam mesafe (metre) baz alınarak Bangsbo formülü ile hesaplanmıştır (Bangsbo, 2008).

$$VO_{2maks} (ml/kg/dk) = (Kat\ Edilen\ Toplam\ Mesafe [m] \times 0,0084) + 36,4$$

2.2.4. 200m Koşu Testi

Oyuncuların kuvvette ve süratte devamlılık kapasitelerini değerlendirmek için 200 metre koşu testi uygulanmıştır. Fotoseller (Seven Elektronik) 0. ve 200. metreye yerleştirilmiştir. Sporcular hazır olduğunda başlangıç fotoselinin bir metre gerisinden başlayarak çıkış yapmış ve 200 m mesafedeki bitiş fotoseline ulaştıkları süre, koşu süresi olarak sn cinsinden kaydedilmiştir. Test 1 kez tekrarlanmıştır.

2.2.5. Şınav Testi (Push-up Test)

Sporculardan mindere yüzüstü uzanması ve ellerini omuz genişliğinde açmaları istendi. Göğüs neredeyse zemine temas edene kadar denek aşağı doğru hareket etmiş ve başlangıç pozisyonuna doğru geri dönmüştür. Tükenme noktasına gelene kadar sporcu çekebildiği kadar şınav çekmeleri istenmiş, yalnızca doğru yapılmış şınavlar sayılmıştır (Atan, T., (2020).

2.2.6. Mekik Testi (Curl-up Test):

Sporcudan sırt üstü yatar pozisyonda, dizler 90 derece olacak şekilde bükülü, ayak tabanları yerde ve eller başın gerisinde kenetlenmiş bir şekilde durmaları istenmiştir. Sporcuya mindere sırtüstü yattığında omuzlarını yere değdirmesi, doğrulduğunda ise dirseklerini bükülü olan dizlerine değdirmesi gerektiği belirtilmiştir. Sporcuların

tükenme noktasına gelene kadar çekebildikleri mekik sayısı kaydedilmiş yalnızca doğru yapılmış mekikler sayılmıştır (Atan, 2020).

2.2.7. Dayanıklılık Gelişim Oranı (DGO)

Katılımcıların dayanıklılıkları YO-YO IR1 testi ölçülmüş. Maksimal VO₂ ön-test ve son-test arasındaki gelişim;

$$\text{“Gelişim Oranı} = \left(\frac{(\text{Sontest skoru} - \text{öntest skoru})}{\text{öntest skoru}} \right) \times 100 \text{ formülü ile hesaplanmıştır.}$$

3. BULGULAR

Tablo 1. Katılımcıların Fiziksel ve Motorik Özellikleri

	<i>Grup</i>	<i>n</i>	<i>Ortalama</i>	<i>Std. Sapma</i>
Boy Uzunluğu (cm)	MASG	10	166,80	2,60
	SKG	10	165,70	1,76
Vücut Ağırlığı (kg)	MASG	10	55,41	2,38
	SKG	10	59,55	3,94
Vücut Yağ Oranı (%)	MASG	10	10,12	1,13
	SKG	10	13,43	2,05
200m Koşu (sn)	MASG	10	31,60	0,34
	SKG	10	32,25	0,44
Şınav (Tekrar Sayısı)	MASG	10	26,80	2,48
	SKG	10	26,60	2,57
Mekik (Tekrar Sayısı)	MASG	10	49,80	1,63
	SKG	10	45,90	1,40
MaksVO ₂ (ml/kg/dk)	MASG	10	56,44	0,55
	SKG	10	54,07	0,93
Ön Test	MASG	10	62,69	0,98
	SKG	10	59,81	1,40
MaksVO ₂ (ml/kg/dk)	MASG	10	11,06	1,24
	SKG	10	10,54	0,98
Son Test	MASG	10		
	SKG	10		
Dayanıklılık Gelişim Oranı (DGO)	MASG	10		
	SKG	10		

Futbolcuların boy uzunluğu 166,25±6,86 cm, vücut ağırlığı 57,48±10,24 kg, vücut yağ yüzdesi 11,77±5,38, 200m koşu 31,93±1,26 sn, şınav 26,70±7,77, mekik 47,85±5,10, öntest maksVO₂'leri 55,25±2,65 ml/kg/dk, sontest maksVO₂'leri 61,25±4,01 ml/kg/dk bulunmuş ve DGO 10,8±3,46 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 2. MASG'nun Dayanıklılık Gelişim Oranı ile 200m Koşu, Şınav, Mekik Skorları Arasındaki İlişki

			DGO	200M	Şınav	Mekik
Spearman's rho	DGO	Correlation Coefficient	1,000	,479	,204	,252
		Sig. (2-tailed)	.	,162	,572	,482
		n	10	10	10	10

Maksimal aerobik hız dayanıklılık antrenmanı yapan futbolcuların dayanıklılık gelişim oranı ile 200m koşu, şınav ve mekik testi skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır (p>0,05).

Tablo 3. SKG'nun Dayanıklılık Gelişim Oranı ile 200m Koşu, Şınav, Mekik Skorları Arasındaki İlişki

			DGO	200M	Şınav	Mekik
Spearman's rho	DGO	Correlation Coefficient	1,000	-,401	,129	,344
		Sig. (2-tailed)	.	,250	,722	,330
		n	10	10	10	10

Sürekli koşu dayanıklılık antrenmanı yapan futbolcuların dayanıklılık gelişim oranı ile 200m koşu skorları, şınav testi skorları ve mekik testi skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır ($p>0,05$),

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmada maksimal aerobik hız (MAS) ile kuvvette devamlılık arasındaki ilişki incelenmiş ve elde edilen bulgulara göre iki değişken arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Literatürde MAS'ın aerobik kapasitenin önemli bir göstergesi olduğu ve dayanıklılık performansı ile güçlü ilişkiler gösterdiği bilinmektedir. Nitekim Balasekaran ve ark. (2023) tarafından yapılan çalışmada MAS ile laktat eşiği, kritik hız ve uzun mesafe koşu performansı arasında yüksek düzeyde ilişki olduğu rapor edilmiştir. Bu durum, MAS'ın genel dayanıklılık performansını yansıtmada önemli bir parametre olduğunu ortaya koymaktadır.

Ancak mevcut çalışmada kuvvette devamlılık ile MAS arasında anlamlı bir ilişki bulunmaması, bu iki performans bileşeninin farklı fizyolojik temellere dayanabileceğini düşündürmektedir. Nitekim Berthoin ve ark. (1995) çalışmasında, antrenmanlar sonucunda MAS değerlerinde artış gözlenmesine rağmen tükenene kadar koşu süresinde anlamlı bir gelişme olmadığı bildirilmiştir. Bu bulgu, aerobik kapasitedeki gelişimin her zaman dayanıklılığın tüm bileşenlerine doğrudan yansımayaabileceğini göstermektedir.

Kuvvette devamlılık, kasın uzun süre submaksimal yük altında çalışabilme kapasitesi olup yalnızca aerobik enerji sistemine değil, aynı zamanda kasın lokal dayanıklılığına, kas lif tipi dağılımına ve nöromusküler adaptasyonlara bağlıdır (Gollnick & Saltin, 1982; McCarthy et al., 2002; Wilson et al., 2012). Kas lif tipleri ve oksidatif kapasite, yorgunluk direnci üzerinde belirleyici rol oynamaktadır (Joyner & Coyle, 2008). Buna karşılık maksimal aerobik hız (MAS), büyük ölçüde kardiyorespiratuvar sistemin fonksiyonel kapasitesini yansıtmaktadır (Brooks, 2011). Bu nedenle iki değişken arasındaki ilişkinin zayıf veya anlamsız çıkması, performansın çok boyutlu yapısı ile açıklanabilir.

Kuvvette devamlılık (mekik ve şınav gibi testlerle ölçülen) ile dayanıklılık performansı (özellikle 200–400 m koşuları) arasındaki ilişki literatürde genellikle sınırlı ve düşük düzeyde rapor edilmiştir. Bunun temel nedeni, bu iki performans bileşeninin farklı fizyolojik sistemlere dayanmasıdır. Mekik ve şınav testleri daha çok lokal kas dayanıklılığına ve kas içi metabolik adaptasyonlara bağlıyken, 200–400 m koşuları büyük ölçüde anaerobik glikolitik enerji sistemi, laktat toleransı ve alt ekstremité kuvveti ile ilişkilidir (Spencer & Gastin, 2001; McArdle et al., 2015). Şınav ve mekik testleri lokal kas dayanıklılığını ölçmekte olup, çoğunlukla üst vücut ve

core kas gruplarının performansını yansıtmaktadır. Bu farklı fizyolojik temeller, değişkenler arasında anlamlı bir ilişki bulunamamasının temel nedenlerinden biri olarak değerlendirilebilir (Bompa & Buzzichelli, 2019).

Sonuç olarak, bu çalışmada elde edilen bulgular dayanıklılık gelişimi ile 200 m koşu, şınav ve mekik performansları arasında anlamlı bir ilişki olmadığını ortaya koymuştur. Bu sonuçlar, sportif performansın farklı fizyolojik ve biyomotor bileşenlerin etkileşimi ile şekillendiğini ve bu bileşenlerin her zaman birbiriyle doğrudan ilişkili olmayabileceğini göstermektedir. Antrenman planlaması açısından değerlendirildiğinde, sportif performansın çok boyutlu yapısını desteklemekte ve antrenman planlamasında spesiflik ilkesinin önemini ortaya koymaktadır. Dayanıklılık gelişimini artırmaya yönelik uygulamaların kardiyorespiratuvar ve metabolik sistemlere odaklanması; kuvvette devamlılık gelişimi için ise kas grubu odaklı yüklenmelerin tercih edilmesi gerektiği söylenebilir.

KAYNAKLAR

- Atan, T. (2020). Takım ve Bireysel Sporculara Ait Bazı Kuvvette Devamlılık Performanslarının Karşılaştırılması. *Sport Sciences*, 15(2), 17-22.
- Balasekaran, G., Loh, M. K., Govindasamy, V. V., & Robertson, R. J. (2023). Relationships between maximal aerobic speed, lactate threshold, critical speed, and endurance performance in trained athletes. *Journal of Sports Sciences*, 41(5), 567–575.
- Bangsbo, J. (1994). Fitness training in football: A scientific approach. August Krogh Institute, Copenhagen.
- Bangsbo, J., Iaia, F. M., Krstrup, P. (2008). The Yo-Yo Intermittent Recovery Test A Useful Tool for Evaluation of Physical Performance in Intermittent Sports. *Sports Med* 2008; 38 (1): 37-51.
- Berthoin, S., Gerbeaux, M., Turpin, E., Guerrin, F., Lensel-Corbeil, G., & Vandendorpe, F. (1995). Comparison of two field tests to estimate maximal aerobic speed. *Journal of Sports Sciences*, 13(6), 479–482.
- Billat, V. L., & Koralsztejn, J. P. (1996). Significance of the velocity at VO₂max and time to exhaustion at this velocity. *Sports Medicine*, 22(2), 90–108.
- Billat, J.-L. (2001). Interval training for performance: A scientific and empirical practice. *Sports Medicine*, 31(1), 13–31.
- Bompa, T. O., & Buzzichelli, C. (2019). *Periodization: Theory and methodology of training* (6th ed.). Human Kinetics.
- Brooks, G. A. (2011). Current concepts in lactate exchange. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(3), 461–469.
- Buchheit, M. Laursen, P. B. (2013) High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: cardiopulmonary emphasis. *Sports Medicine*, 43, 313-338.

- Gollnick, P. D., & Saltin, B. (1982). Significance of skeletal muscle oxidative enzyme enhancement with endurance training. *Clinical Physiology*, 2(1), 1–12.
- Joyner, M. J., & Coyle, E. F. (2008). Endurance exercise performance: The physiology of champions. *The Journal of Physiology*, 586(1), 35–44.
- Kraemer, W. J., & Ratamess, N. A. (2004). Fundamentals of resistance training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(4), 674–688.
- Küçük Yetgin, M., Bozdoğan Polat, S. H., Agopyan, A., Kavazoğlu, İ., Meriç, Y., İşeri, C., & Yumruk, V. D. (2020). Obezitesi olan kadınlarda tıbbi beslenme tedavisi ile desteklenen ev temelli kombine egzersizlerin vücut kompozisyonuna, fiziksel performansa ve yaşam kalitesine etkisi. *Türkiye Klinikleri Spor Bilimleri Dergisi*, 12(3), 283–295.
- McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2015). Exercise physiology: Nutrition, energy, and human performance (8th ed.). Lippincott Williams & Wilkins.
- McCarthy, J. P., Pozniak, M. A., & Agre, J. C. (2002). Neuromuscular adaptations to concurrent strength and endurance training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34(3), 511–519.
- Noakes, T. (2003). *Lore of running* (4th ed.). Human Kinetics.
- Reilly, T. (2005). *Science and soccer* (2nd ed.). Routledge.
- Revan, S., Balcı, Ş. S., Pepe, H., & Aydoğmuş, M. (2008). Sürekli ve interval koşu antrenmanlarının vücut kompozisyonu ve aerobik kapasite üzerine etkileri. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 6(4), 193–197.
- Sandford GN, Laursen PB, Buchheit M. (2021). Anaerobic Speed/Power Reserve and Sport Performance: Scientific Basis, Current Applications and Future Directions. *Sports Med.* Oct;51(10):2017-2028.
- Spencer, M. R., & Gastin, P. B. (2001). Energy system contribution during 200- to 1500-m running in highly trained athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(1), 157–162.
- Wilson, J. M., Loenneke, J. P., Jo, E., Wilson, G. J., Zourdos, M. C., & Kim, J. S. (2012). The effects of endurance, strength, and power training on muscle fiber type shifting. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(6), 1724–1729.
- Zatsiorsky, V. M., & Kraemer, W. J. (2006). Science and practice of strength training (2nd ed.). Human Kinetics.

MODERN KLASİKLERDE MORFOLOJİK DÖNÜŞÜM (2026 PARİS-ROUBAIX ÖRNEĞİNDE BEDEN KİTLE İNDEKSİ VE PERFORMANS İLİŞKİSİ)

Onur ÖZTÜRK¹ Davut ATILGAN²

¹Dr., Bağımsız Araştırmacı, Spor Bilimleri, Malatya, TÜRKİYE, onur_ozturk_44@hotmail.com,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7630-6861>,

²Doç. Dr., Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Kahramanmaraş,
TÜRKİYE, davutatilgan@ksu.edu.tr, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8475-4488>

Özet

Bisiklet sporunun en prestijli ve fiziksel olarak en zorlu tek günlük yarışlarından biri olan Paris-Roubaix, ‘Kuzeyin Cehennemi’ lakabıyla sporcuların sadece dayanıklılığını değil, aynı zamanda morfolojik sınırlarını da test etmektedir. Geleneksel olarak yüksek Beden kütlesine sahip sporcuların domine ettiği bu yarış, modern dönemde değişen antrenman metodolojileri ve beslenme stratejileriyle yeni bir fiziksel profile dönüşmektedir. Bu çalışmanın amacı, 12 Nisan 2026 Pazar günü koşulan Paris-Roubaix yarışını tamamlayan 141 sporcunun boy, kilo ve Beden Kitle İndeksi (BKİ) verilerini analiz ederek, fiziksel parametrelerin yarış performansı ve sıralama üzerindeki etkisini ortaya koymaktır. Özellikle ‘saf güç’ odaklı klasikçi fiziği ile ‘hafif siklet’ veya ‘all-rounder’ fiziği arasındaki rekabetin istatistiksel dökümünü yapmayı hedeflemektedir. Araştırmada betimsel tarama modeli ve nicel analiz yöntemi kullanılmıştır. Yarışı tamamlayan 141 sporcu, boy, kilo ve hesaplanan BKİ (kg/m²) değerlerine göre gruplandırılarak frekans analizine tabi tutulmuştur. İlk 10, ilk 50 ve genel peloton arasındaki morfolojik farklar karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Çalışmanın verileri, ‘proccyclingstats.com’ adresinde yer alan resmi 2026 Paris-Roubaix sonuç listesi ve aynı platformun veri tabanında bulunan sporculara ait güncel biyometrik (boy ve kilo) bilgilerden elde edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda pelotonun %67’sinin 183 cm ve üzeri boya, %67’sinin ise 73 kg ve üzeri kütleye sahip olduğu tespit edilmiştir. BKİ dağılımında en yoğun kümelenmenin 21.6 - 22.5 kg/m² (%41) aralığında olduğu görülmüştür. Wout van Aert (21.6 BKİ) gibi yüksek gövde kütleli sporcuların podyumdaki baskınlığı sürerken, Tadej Pogačar (21.3 BKİ) gibi daha düşük kütleli sporcuların podyumun zirvesine ortak olması, ‘güç/ağırlık’ oranının taşlı yollarda yeni bir denge ve başarı noktası bulduğu anlaşılmıştır. Yarışma sonucunda, ilk 10 sporcunun boy ortalamasının peloton genelinden uzun olduğu görülmektedir. İlk 10 sporcu boy ortalaması 186 cm iken, genel peloton 181 cm olduğu tespit edilmiştir. 2026 Paris-Roubaix verileri, başarının hala 21.0 - 22.5 BKİ aralığındaki ‘fonksiyonel kütle’ ile doğrudan ilişkili olduğunu göstermektedir. Ancak geçmiş yıllardaki roubaix’lerde ‘ağır siklet’ zorunluluğunun aksine, aerodinamik avantaj ve yüksek eşik gücünün, kütle eksikliğini kompanse edebilmektedir. Günümüz modern Roubaix’de başarılı bisikletçilerin profilinin daha atletik bir yapıya evrildiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Paris-Roubaix 2026, BKİ, Sporcu morfolojisi, Biyomekanik performans, Proccyclingstats.

MORPHOLOGICAL TRANSFORMATION IN MODERN CLASSICS (THE RELATIONSHIP BETWEEN BODY MASS INDEX AND PERFORMANCE IN THE CASE OF 2026 PARIS-ROUBAIX)

Abstract

Paris-Roubaix, one of the most prestigious and physically demanding one-day races in cycling, known by the nickname 'The Hell of the North,' tests not only the endurance of athletes but also their morphological limits. Historically dominated by athletes with high body mass, this race is transforming into a new physical profile in the modern era due to changing training methodologies and nutrition strategies. The aim of this study is to analyze the height, weight, and Body Mass Index (BMI) data of the 141 athletes who completed the Paris-Roubaix race held on Sunday, April 12, 2026, to reveal the impact of physical parameters on race performance and ranking. It specifically aims to provide a statistical breakdown of the competition between the 'raw power' oriented classicist physique and the 'lightweight' or 'all-rounder' physique. The descriptive survey model and quantitative analysis method were used in the research. The 141 athletes who finished the race were grouped according to their height, weight, and calculated BMI (kg/m^2) values and subjected to frequency analysis. Morphological differences between the top 10, the top 50, and the general peloton were examined comparatively. The data for the study were obtained from the official 2026 Paris-Roubaix results list on 'proccyclingstats.com' and the up-to-date biometric (height and weight) information of the athletes available in the same platform's database. As a result of the analyses, it was determined that 67% of the peloton has a height of 183 cm and above, and 67% has a mass of 73 kg and above. In the BMI distribution, the densest clustering was observed in the 21.6 - 22.5 kg/m^2 (41%) range. While the dominance of high body mass athletes like Wout van Aert (21.6 BMI) on the podium continues, the fact that lower mass athletes like Tadej Pogačar (21.3 BMI) share the top of the podium indicates that the 'power-to-weight' ratio has found a new balance and success point on the cobblestones. As a result of the competition, it is observed that the average height of the top 10 athletes is taller than the general peloton. It was determined that the average height of the top 10 athletes is 186 cm, while the general peloton is 181 cm. The 2026 Paris-Roubaix data show that success is still directly related to 'functional mass' in the 21.0 - 22.5 BMI range. However, contrary to the 'heavyweight' necessity in the Roubaix of past years, aerodynamic advantage and high threshold power can compensate for the lack of mass. It is concluded that the profile of successful cyclists in today's modern Roubaix has evolved into a more athletic structure.

Keywords: Paris-Roubaix 2026, BMI, Athlete morphology, Biomechanical performance, Proccyclingstats.

1. GİRİŞ

Bisiklet sporunun en prestijli ve fiziksel olarak en zorlu tek günlük yarışlarından biri olan Paris-Roubaix, ‘Kuzeyin Cehennemi’ lakabıyla sporcuların sadece dayanıklılığını değil, aynı zamanda morfolojik sınırlarını da test etmektedir. Geleneksel olarak yüksek Beden kütlesine sahip sporcuların domine ettiği bu yarış, modern dönemde değişen antrenman metodolojileri ve beslenme stratejileriyle yeni bir fiziksel profile dönüşmektedir. Profesyonel yol bisikleti takviminde ‘Monument’ (Anıt) olarak kabul edilen beş yarıştan biri olan Paris-Roubaix, ‘Kuzeyin Cehennemi’ lakabıyla sadece bir yarış değil, bisiklet sporunun en saf fiziksel, teknik ve ekonomik dayanıklılık testidir. Cossins (2023), bu yarışları tarihsel mirası nedeniyle bisiklet dünyasının ‘kutsal toprakları’ olarak nitelendirir. Mallon ve Heijmans (2011), Paris-Roubaix’nin 1896’dan bu yana süregelen tarihsel sürekliliğini ‘Klasikler’ kavramıyla kurumsallaştırırken, Müller-Schell (2012) bu rotanın kendine has geometrisinin sporcular için aşılması gereken ‘mekanik bir bulmaca’ sunduğunu vurgulamaktadır.

1.1. Kuramsal Çerçeve

1.1.1. Ekonomik ve Tarihsel Kökenler

Bisiklet sporunun 19. yüzyılın sonlarından itibaren profesyonelleşmesi, onun ticari doğasıyla doğrudan ilişkilidir. Mignot (2015), bisikletin en başından beri özel şirketler tarafından organize edilen bir ‘şov’ olarak kurgulandığını belirtir. Bu erken profesyonelleşme, sporcu fiziğinin ‘işlevsel bir araç’ olarak görülmesinin önünü açmıştır. Organizatörlerin özel şirketler olması, Paris-Roubaix gibi yarışların her zaman daha dramatik ve sporcunun fiziksel sınırlarını daha fazla zorlayan bir yapıda kalmasını sağlamıştır.

1.1.2. Direnç Kuvvetleri ve Vibrasyonel Baskı

Bisiklet performansı, sporcunun ürettiği güç ile bu güce karşı koyan direnç kuvvetleri arasındaki karmaşık bir etkileşimdir. Atkinson ve ark. (2003), aerodinamik pozisyonu optimize ederken aynı zamanda sporcunun güç çıktısı kapasitesinin korunması gerektiğini vurgular. Özellikle Paris-Roubaix gibi yüksek yuvarlanma dirençli (pavé) parkurlarda, hızı korumak için gereken mutlak güç çıktısı, sporcunun morfolojik yapısıyla doğrudan ilişkilidir. Duc ve ark. (2016), taşlı sektörlerdeki vibrasyonun kentsel yollara göre en az iki kat daha yüksek olduğunu ve bu sarsıntıyı sönmölemek için harcanan ‘ekstra kas çalışmasının’ performansı belirlediğini kanıtlamıştır.

1.1.3. Morfolojik Optimizasyon ve Güç Dağılımı

Geleneksel olarak vibrasyon sönmöleme görevi ‘yüksek kütleli’ sporculara atfedilse de, güncel araştırmalar başarının anahtarının fizyolojik dayanıklılık olduğunu göstermektedir. Sánchez-Jiménez ve ark. (2026), Anıt yarışlarında zirveye oynayan sporcuların daha düşük bir Beden Kitle İndeksine (BKİ) sahip olduklarını ve özellikle yarışın belirleyici evrelerinde 4. güç bölgesinde (Zone 4) daha yüksek iş yükü üretebildiklerini ortaya koymuştur. Bu durum, Redeker’in (2022) ifadesiyle ‘geliştirilmiş Beden’ (augmented body) paradigmasına

uygun olarak, sporcuların artık belirli parkurlar için optimize edilmiş birer ‘biyolojik makine’ olarak tasarlandığını doğrulamaktadır.

1.1.4. Sportif Başarının Ticari Karşılığı

Morfolojik olarak insanın arkasında güçlü bir ekonomik motivasyon bulunmaktadır. Sizko (2011), Paris-Roubaix galibiyetinin kullanılan materyalin satışları üzerinde doğrudan bir nedensellik oluşturduğunu ortaya koymuştur. Dolayısıyla, sporcunun BKİ ve boy uzunluğu, sadece sportif bir veri değil, aynı zamanda bir markanın teknolojik başarısını mühürleyen ekonomik bir parametredir.

‘Kuzeyin Cehennemi’ Paris-Roubaix, tarihsel olarak 80 kg civarındaki ‘devlerin’ (Cancellara, Boonen, Backstedt) domine ettiği bir yarıştır. Ancak 2026 sonuçları, pelotonun morfolojik yapısında ciddi bir evrim olduğunu göstermektedir. 2026 Paris-Roubaix sonuçları, modern bisiklet fiziğindeki o ilginç değişimi kanıtlar nitelikte. Özellikle Wout van Aert’in (190 cm, 78 kg) saf gücüyle, Tadej Pogačar’ın (176 cm, 66 kg) tırmanışçı fiziği arasındaki çekişme, makalenin ana eksenini oluşturacaktır. Bu çalışma, ilk 20 ve ilk 50 sporcunun boy, kilo ve Beden Kitle İndeksi(BKİ) değerlerini inceleyerek, parke taşlı klasiklerde başarının fiziksel formülünü analiz etmektedir. Yine bu çalışmanın temel amacı, 12 Nisan 2026 Pazar günü koşulan Paris-Roubaix yarışını tamamlayan 141 sporcunun boy, kilo ve Beden Kitle İndeksi (BKİ) verilerini analiz ederek, bu fiziksel parametrelerin yarış performansı ve sıralama üzerindeki etkisini ortaya koymaktır. Çalışma, literatürde tanımlanan geleneksel ‘saf güç’ odaklı klasikçi fiziği ile modern bisiklette yükselen ‘hafif siklet/all-rounder’ fiziği arasındaki rekabetin istatistiksel bir dökümünü yapmayı hedeflemektedir. Bu doğrultuda, ilk 10, ilk 50 ve genel peloton arasındaki morfolojik farklar incelenerek başarının güncel fiziksel profili tanımlanacaktır.

Bu çalışmanın amacı, 12 Nisan 2026 Pazar günü koşulan Paris-Roubaix yarışını tamamlayan 141 sporcunun boy, kilo ve Beden Kitle İndeksi (BKİ) verilerini analiz ederek, fiziksel parametrelerin yarış performansı ve sıralama üzerindeki etkisini ortaya koymaktır. Özellikle ‘saf güç’ odaklı klasikçi fiziği ile ‘hafif siklet’ veya ‘all-rounder’ fiziği arasındaki rekabetin istatistiksel dökümünü yapmayı hedeflemektedir.

2. YÖNTEM

Araştırmada betimsel tarama modeli ve nicel analiz yöntemi kullanılmıştır. Yarışı tamamlayan 141 sporcu, boy, kilo ve hesaplanan BKİ (kg/m²) değerlerine göre gruplandırılarak frekans analizine tabi tutulmuştur. İlk 10, ilk 50 ve genel peloton arasındaki morfolojik farklar karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Bu araştırma, modern bisiklet sporunda morfolojik özelliklerin performans üzerindeki etkisini nicel bir perspektifle incelemek amacıyla betimsel tarama modeli kullanılarak tasarlanmıştır. Çalışma, 12 Nisan 2026 tarihinde koşulan Paris-Roubaix tek günlük klasik yarışını temel alarak, sporcuların fiziksel karakteristikleri ile yarış sonuçları arasındaki korelasyonu istatistiksel veriler ışığında analiz edilmiştir.

Veri Toplama Araçları

Çalışmanın verileri, ‘proccyclingstats.com’ adresinde yer alan resmi 2026 Paris-Roubaix sonuç listesi ve aynı platformun veri tabanında bulunan sporculara ait güncel biyometrik (boy ve kilo) bilgilerden elde edilmiştir. Araştırmanın örneklemini, 2026 Paris-Roubaix yarışını resmi olarak tamamlayan 141 profesyonel bisikletçi oluşturmaktadır. Analiz süreci, yarışın zorluk derecesi, parkur tipi (pavé/taşlı yol) ve sporcuların fiziksel gereksinimleri gözetilerek, pelotonun tamamını kapsayacak şekilde yapılandırılmıştır.

Veri Toplama Süreci

Araştırma verileri, profesyonel bisiklet dünyasının en güvenilir veri kaynaklarından biri olan proccyclingstats.com platformundan elde edilmiştir. Veri seti iki temel aşamada toplanmıştır. Performans Verileri açısından, 12 Nisan 2026 tarihli Paris-Roubaix resmi sıralama listesi incelenmiştir. Biyometrik Veriler açısından, Yarış tamamlayan 141 sporcunun güncel boy (cm) ve Beden ağırlığı (kg) değerleri incelenmiştir (ProCyclingStats, 2026).

Değişkenler ve Hesaplama Yöntemi

Çalışmanın temel değişkeni olan Beden Kitle İndeksi (BKİ), standart klinik formül kullanılarak her sporcu için ayrı ayrı hesaplanmıştır.

$$BMI = \frac{Kütle(kg)}{Boy^2(m^2)}$$

Şekil 1. Beden Kitle İndeksi (Body Mass Index)

Bu hesaplama sonucunda elde edilen değerler, sporcuların ‘fonksiyonel kütle’ kapasitelerini sınıflandırmak amacıyla bir ‘BKİ Frekans Tablosu’na dönüştürülmüştür. Bu tablo, dört farklı kategoride (19.5-20.5, 20.6-21.5, 21.6-22.5, 22.6 ve üzeri) yapılandırılmış olup, fiziksel profillerin yarış içerisindeki tipolojik karşılıklarını (tırmanışçı, klasikçi, rouleur vb.) belirlemek için kullanılmıştır.

Veri Analizi

Toplanan veriler istatistiksel analiz yazılımları aracılığıyla frekans dağılımı ve karşılaştırmalı analiz yöntemlerine tabi tutulmuştur. Analiz sürecinde şu üç temel karşılaştırma kriteri baz alınmıştır. Genel Peloton vs. İlk 10 açısından, Başarıyı etkileyen morfolojik eşik değerlerinin tespiti, Takım Stratejileri açısından Takımların seçtiği sporcu profillerinin (örneğin Visma-Lease a Bike’ın yüksek BKİ tercihi vs. UAE’nin hibrit yaklaşımı) fiziksel homojenlik düzeyi, Yorgunluk ve Aşınma açısından, Yarışın son bölümlerine kalan sporcuların biyometrik profillerinin, elenen sporcularla kıyaslanması yapılmıştır. Bu yöntemle, sadece ham gücün değil, taşlı zeminlerdeki vibrasyon sönümleme (amortisör etkisi) ve momentum koruma kapasitesinin, BKİ verileri üzerinden biyomekanik bir doğrulaması yapılmıştır.

3. BULGULAR

Tablo 1. Paris-Roubaix ilk 10 sonuç listesi ve bisikletçi özellikleri

Sıra	Sporcu	Takım	Boy (cm)	Kilo (kg)	BKİ (kg/m ²)	Tipoloji
1	Wout van Aert	Visma-Lease a Bike	190	78	21.6	Klasikçi / Güç
2	Tadej Pogačar	UAE Emirates	176	66	21.3	All-rounder / Hafif
3	Jasper Stuyven	Soudal-Quick Step	186	78	22.5	Rouleur
4	Mathieu van der Poel	Alpecin-Premier Tech	184	75	22.1	Patlayıcı Güç
5	Christophe Laporte	Visma-Lease a Bike	191	76	20.8	Klasikçi
6	Mick van Dijke	Red Bull-Bora	184	74	21.8	Genç Yetenek
7	Mads Pedersen	Lidl-Trek	179	70	21.8	Sprinter / Güç
8	Stefan Bissegger	Decathlon CMA CGM	178	78	24.6	Zamana Karşıcı
9	Nils Politt	UAE Emirates	192	80	21.7	Motor / Rouleur
10	Mike Teunissen	Astana	184	70	20.7	Destek / Rouleur

Tablo 1 incelendiğinde, Paris-Roubaix ilk 10 sonuç listesi incelendiğinde, klasikçi fiziğinin artık tek bir kalıba sığmadığı, aksine 'güç' ve 'aerodinamik verimlilik' arasında hassas bir dengeye oturduğu görülmektedir. Tablo verileri, podyumun zirvesinde yer alan Wout van Aert (21.6 BKİ) ve Tadej Pogačar (21.3 BKİ) gibi farklı tipolojilerin, benzer BKİ değerlerinde bulunduğunu göstermektedir. Bu durum, 21.0 - 22.5 kg/m² aralığının, taşlı zeminlerdeki vibrasyonları sönmölemek ve yüksek watt çıkışını korumak için 'altın standart' olduğunu kanıtlamaktadır. Özellikle dikkat çeken bir diğer husus, ilk 10 içerisindeki boy ortalamasının (186 cm), genel peloton ortalamasından (181 cm) belirgin şekilde yüksek olmasıdır, bu da uzun kaldıraç kollarının, pavé sektörlerinde bisiklet üzerindeki kontrol ve momentumu artırmada biyomekanik bir avantaj sağladığını doğrular. Stefan Bissegger (24.6 BKİ) gibi ekstrem örneklerin varlığı ise, yarışın hala saf güce ve rüzgar karşısında yüksek atalet momentine sahip 'motor' sporculara alan tanıdığını göstermektedir. Sonuç olarak tablo, 2026 yarışının 'saf ağır siklet' dominasyonundan ziyade, bu kütleyi en verimli şekilde kullanabilen 'hibrit atletlerin' zaferiyle sonuçlandığı görülmektedir.

Tablo 2. Takım stratejileri ve fiziksel homojenlik

Takım	Fiziksel Strateji
Lidl-Trek	Pedersen (7.), Walscheid (11.), Milan (64.) gibi sporcularla pelotonun en 'kalıplı' ve yüksek BKİ'li takımı. Güç odaklı bir yarış tercih etmişler.
Visma-Lease a Bike	Van Aert (1.) ve Laporte (5.) ile 'uzun ve aerodinamik' sporcuları seçerek hem güç hem de teknik kontrolü birleştirmişler.
UAE Team Emirates	Pogačar gibi hafif bir liderin yanına Politt (9.) ve Bjerg (126.) gibi 'motor' sporcuları koyarak fiziksel bir denge kurmuşlar.

Tablo 2 incelendiğinde, Takım bazlı fiziksel stratejiler incelendiğinde, 2026 Paris-Roubaix'de başarıya giden yolda takımların iki farklı morfolojik yaklaşımdan birini benimsediği görülmektedir. Lidl-Trek örneğinde olduğu gibi, 'saf güç odaklı' bir yaklaşım benimseyen takımlar, yüksek BKİ değerine sahip, fiziksel olarak

kalıplı sporcularla yarışın sarsıntılı doğasına bir 'duvar' örmeyi hedeflerken, Visma-Lease a Bike gibi takımlar, uzun ve aerodinamik profilleri seçerek teknik hakimiyet ve güç dengesini maksimize etmektedir. UAE Team Emirates'in sergilediği 'hibrit fiziksel yapı' ise modern dönemin en radikal stratejisini temsil etmektedir. Takım, Pogaçar gibi düşük BKİ değerine sahip, tırmanışçı fiziğindeki bir liderin etrafını, rüzgarı kesebilecek ve taşlı yollarda istikrar sağlayacak Politt gibi yüksek atalet momentine sahip 'motor' sporcularla çevreleyerek fiziksel bir denge kurmuştur. Bu bulgular takımların artık sadece antrenman metodolojilerini değil, aynı zamanda sporcuların biyometrik verilerini birer 'taktiksel araç' olarak kullandığını ve yarışın morfolojik bir satranç oyununa dönüştüğünü açıkça ortaya koymaktadır.

Tablo 3. Bisikletçilerin BKİ (kg/m²) frekans tablosu

BKİ Aralığı	Sporcu Yüzdesi (%)	Tipik Rol	Yarıştaki Etkisi
19.5 - 20.5	%12	Hafif / Tırmanışçı	Taşlarda sarsıntıdan daha çok etkilenme.
20.6 - 21.5	%38	Modern Klasikçi	Optimum güç/ağırlık oranı (Van Aert, Pogaçar).
21.6 - 22.5	%41	Güç Odaklı (Power)	Taşlar üzerinde yüksek stabilite ve hız.
22.6 ve üzeri	%9	Ağır Siklet	Rüzgar kırma ve düz yol sürat performansı.

Tablo 3 incelendiğinde, 2026 Paris-Roubaix verileri üzerinde yapılan frekans analizi, pelotonun fiziksel dağılımında oldukça spesifik bir kümelenme eğilimi göstermektedir. Sporcuların %79'unun 20.6 ile 22.5 kg/m² aralığında yoğunlaşması, Paris-Roubaix'nin modern bisiklet sporundaki genel 'hafifleme' (BKİ < 20.0) eğilimine en çok direnç gösteren yarış olduğunu göstermektedir. Bu dağılımda, 21.6 - 22.5 kg/m² aralığındaki grubun %41 ile en büyük paya sahip olması, pavé üzerindeki başarının temelinde 'fonksiyonel kütle' gereksiniminin yattığını göstermektedir. Bu aralıktaki sporcular, taşlı yolların yarattığı yüksek frekanslı titreşimleri kas kütleleri aracılığıyla sönmüleyebilen ve aynı zamanda yüksek atalet momentini koruyabilen 'güç odaklı' bir profil çizmektedir. Diğer taraftan, 19.5 - 20.5 kg/m² aralığında yer alan sporcuların (%12) daha düşük temsil edilmesi, yarışın fiziksel yıpratıcılığı karşısında çok düşük Beden kütlelerinin bir dezavantaj haline geldiğini düşündürmektedir. Analiz sonuçları, ilk 10'a giren sporcuların %80'inin 20.6 kg/m² üzerindeki grupta kümelenmiş olmasıyla birleştiğinde, 21.0-22.5 kg/m² aralığının, hem stabilite hem de watt çıkışı açısından modern bir 'altın oran' teşkil ettiğini ortaya koymaktadır. Bu bulgular, bisikletçinin morfolojik profilinin, yarışın teknik ve fiziksel zorluklarıyla doğrudan bir 'yeterlilik eşiği' oluşturduğunu doğrular niteliktedir.

4. SONUÇ

2026 Paris-Roubaix verileri, modern bisiklet sporunda gözlemlenen belirgin 'hafifleme' trendinin, Kuzeyin Cehennemi gibi fiziksel zorluğu ekstrem seviyede olan klasiklerde nasıl bir direnişle karşılaştığını gözler önüne sermektedir. Analiz sonuçları, yarışın hala sadece yüksek güç çıkışı değil, aynı zamanda bu gücü pavé (taşlı yol) üzerinde koruyabilmeyi sağlayan 'fonksiyonel kütle' ile doğrudan ilişkili olduğunu doğrulamaktadır.

Yarışın zirvesindeki isimlere bakıldığında, Wout van Aert, Christophe Laporte ve Nils Politt gibi sporcuların fiziksel profilleri, uzun kaldıraç kolları ve yüksek ham gücün, düz yollarda ve rüzgarlı etaplarda sağladığı tartışmasız avantajı koruduğunu göstermektedir. Bu sporcuların BKİ değerlerinin 21.0-22.0 kg/m² bandında yoğunlaşması, taşlı yolların yarattığı vibrasyonu absorbe etmek ve momentumu korumak için gereken biyomekanik ‘amortisör’ görevinin kas yoğunluğu ile desteklendiğini işaret eder. Dolayısıyla, sadece hafif olmanın ötesinde, bu kütlenin ‘fonksiyonel’ olması, yani sarsıntıları tolere edebilirken aynı zamanda yüksek eşik gücünü sürdürebilmesi başarının anahtarı haline gelmiştir. 2026 Paris-Roubaix verileri göstermektedir ki, yarış artık sadece ‘kaslı devlerin’ değil, fiziğini 21.0 - 22.5 BKİ aralığında optimize etmiş, çok yönlü atletlerin savaşına dönüşmüştür. Saf kütlenin yerini, taşlar üzerinde sönümlenen vibrasyonu yönetebilen ‘fonksiyonel güç’ almıştır.

Bu bağlamda Tadej Pogačar’ın elde ettiği ikincilik, araştırmanın en çarpıcı ‘anomalisi’ olarak öne çıkmaktadır. Geleneksel Roubaix öğretisi, hafif sporcuların taşlı zeminlerde bisikleti kontrol etmekte zorlanacağını ve sarsıntıdan daha fazla enerji kaybedeceğini savunur. Ancak Pogačar’ın başarısı, modern bisiklette ‘aerodinamik verimlilik’ ve ‘üstün VO₂ max kapasitesi’ ikilisinin, saf kütle eksikliğini nasıl kompanse edebildiğini kanıtlamaktadır. Pogačar, kütle avantajı aramak yerine, enerji tasarrufu odaklı stratejisi ve patlayıcı atak kabiliyeti ile fiziksel sınırlamaları aşmıştır. Bu durum, Roubaix’nin artık sadece ‘kaslı devlerin’ bir yarış alanı olmaktan çıkıp, fiziğini optimize etmiş çok yönlü atletlerin savaşına dönüştüğünü gösterir.

Pelotonun geneli incelendiğinde ise üç belirgin fiziksel kümelenme ortaya çıkmaktadır. Yarışın ihtiyaç duyduğu ‘sürdürülebilir yüksek gücü’ temsil eden 182-188 cm boy ve 72-78 kg ağırlık aralığındaki ‘dominant grup’, rüzgar kırma ve taşlı sektörlerdeki atalet momenti avantajıyla öne çıkan Max Walscheid veya Nils Politt gibi ‘devler’, ve son olarak Pogačar ile temsil edilen, aerodinamik avantajı merkeze alan ‘modern hibritler’. Max Walscheid (11.), Nils Politt (9.) ve Joshua Tarling (41.) gibi 190 cm ve üzeri sporcular. Bu isimler genelde düz yollarda rüzgar bariyeri görevi görürken, taşlı sektörlerde (pavé) bisikleti yolda tutan yüksek atalet momentinden faydalanırlar.

Yarışın son bölümlerine, yani Vélodrome’a giden yola giren sporcuların profilleri incelendiğinde, ilk 20 ile yarışın sonunda kalan grup arasındaki BKİ farkı (sırasıyla ~21.8 kg/m² ve ~20.5-21.0 kg/m²) kritik bir gerçeği vurgulamaktadır. Yarışın son bölümlerine (Vélodrome’a giden yol) kalan sporcuların, geride kalanlara oranla daha yüksek BKİ değerine (daha fazla kas külesine) sahip olduğu görülüyor. Bu da Paris-Roubaix’nin ‘zayıflıktan ziyade mutlak gücü’ ödüllendirdiğini kanıtlıyor. Paris-Roubaix, yarışın nihai aşamalarında yorgunluk ve fiziksel aşınma faktörleriyle ‘mutlak gücü’ ödüllendirmektedir. 260 km’lik ağır sarsıntılı bir parkurda, hafifliğin sağladığı avantajların, dayanıklılık ve stabilite ihtiyacı karşısında zamanla eridiği gözlemlenmektedir. Sonuç olarak 2026 verileri, başarının hala 21.0 - 22.5 BKİ aralığındaki ‘fonksiyonel kütle’

ile doğrudan ilişkili olduğunu, ancak modern Roubaix'de artık 'saf kütle' zorunluluğunun, 'aerodinamik verimlilik ve yüksek eşik gücü' kombinasyonu ile kompanse edilebildiğini ortaya koymaktadır.

Yarışma sonucunda, ilk 10 sporcunun boy ortalamasının peloton genelinden uzun olduğu görülmektedir. İlk 10 sporcu boy ortalaması 186 cm iken, genel peloton 181 cm olduğu tespit edilmiştir. 2026 Paris-Roubaix verileri, başarının hala 21.0 - 22.5 BKİ aralığındaki 'fonksiyonel kütle' ile doğrudan ilişkili olduğunu göstermektedir. Ancak geçmiş yıllardaki roubaix'lerde 'ağır siklet' zorunluluğunun aksine, aerodinamik avantaj ve yüksek eşik gücünün, kütle eksikliğini kompanse edebilmektedir. günümüz modern Roubaix'de başarılı bisikletçilerin profilinin daha atletik bir yapıya evrildiği sonucuna varılmıştır.

Yapılan analizler sonucunda pelotonun %67'sinin 183 cm ve üzeri boya, %67'sinin ise 73 kg ve üzeri kütleye sahip olduğu tespit edilmiştir. BKİ dağılımında en yoğun kümelenmenin 21.6 - 22.5 kg/m² (%41) aralığında olduğu görülmüştür. Wout van Aert (21.6 BKİ) gibi yüksek gövde kütleli sporcuların podyumdaki baskınlığı sürerken, Tadej Pogačar (21.3 BKİ) gibi daha düşük kütleli sporcuların podyumun zirvesine ortak olması, 'güç/ağırlık' oranının taşlı yollarda yeni bir denge ve başarı noktası bulduğu anlaşılmıştır.

KAYNAKLAR

- Atkinson, G., Davison, R., Jeukendrup, A., & Passfield, L. (2003). Science and cycling. current knowledge and future directions for research. *Journal of Sports Sciences*, 21(9), 767-787.
- Cossins, P. (2023). *The monuments*. The Grit and the Glory of Cycling's Greatest One-day Races. Bloomsbury Publishing.
- Duc, S., Puel, F., & Bertucci, W. (2016). *Vibration exposure on cobbles sectors during Paris-Roubaix*. 3rd World Congress of Cycling Science, Caen, France.
- Mallon, B., & Heijmans, J. (2011). *Historical dictionary of cycling*. Bloomsbury Publishing PLC.
- Mignot, J. F. (2015). *The history of professional road cycling*. In *The Economics of Professional Road Cycling* (pp. 7-31). Springer International Publishing.
- Müller-Schell, W. (2012). *Classic cycle routes of europe*. The 25 Greatest Road Cycling Races and How to Ride Them. A&C Black.
- Redeker, R. (2022). *La race des seigneurs*. Homo Ludens, 75-76.
- Sánchez-Jiménez, J. L., et al. (2026). Pacing Strategy and Workload Distribution as Determinants of Success in One-Day Monument Cycling Races. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 40(4), e419–e424.
- Sizko, A. (2011). *Causality of sponsorship and sales*. Case. Specialized Roubaix Bicycles. (Bachelor's Thesis).
- ProCyclingStats. (2026). *Paris-Roubaix 2026. results*. <https://www.procyclingstats.com/race/paris-roubaix/2026> adresinden 15 Nisan 2026 tarihinde erişildi.

GİRO D'ITALIA 2026 ROTASININ TEKNİK VE FİZYOLOJİK AÇIDAN İNCELENMESİ

Onur ÖZTÜRK¹ Davut ATILGAN²

¹Dr., Bağımsız Araştırmacı, Spor Bilimleri, Malatya, TÜRKİYE, onur_ozturk_44@hotmail.com,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7630-6861>,

²Doç. Dr., Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Kahramanmaraş, TÜRKİYE, davutatilgan@ksu.edu.tr, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8475-4488>

Özet

Bisiklet sporunun en prestijli üç büyük turundan biri olan Giro d'Italia, 2026 edisyonunda geleneksel İtalyan coğrafyasını Bulgaristan'dan başlayan uluslararası bir rota ve ekstrem dayanıklılık parametreleriyle harmanlanmaktadır. Yarış, 244 kilometrelik maraton etapları, 40 kilometreyi aşan düz bireysel zamana karşı mücadeleleri ve 2.000 metreyi geçen irtifa finişleriyle modern yol bisikleti standartlarını tam anlamıyla taşıyan 3 büyük grand tourdan bir tanesidir. Bu çalışmanın amacı, Giro d'Italia 2026 rotasının teknik özelliklerini analiz ederek, parkur yapısının genel klasman adayları üzerindeki fizyolojik etkilerini, etapların dikey kazanım ve mesafe korelasyonlarını ve stratejik kırılma noktalarını bilimsel bir perspektifle ortaya koymaktır. Çalışma, nitel ve nicel verilerin birlikte kullanıldığı bir durum analizi modeline dayanmaktadır. Yarışın 21 etabı, mesafe, tırmanış yoğunluğu (m/km), irtifa seviyeleri ve teknik zorluk derecelerine göre kategorize edilmiştir. Çalışmada kullanılan veriler, Giro d'Italia resmi platformlarında paylaşılan etap dökümanları, tırmanış profilleri ve GPS tabanlı topografik verilerden oluşmaktadır. Bu veriler, benzer nitelikteki etaplarından elde edilen performans metrikleriyle harmanlanarak analiz edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda yarışın üç ana belirleyici unsura sahip olduğu saptanmıştır: Etap 7 (Blockhaus): 244 km'lik ekstrem uzunluğu ve sert final tırmanışıyla pelotonun dayanıklılık limitlerini test edeceği, Etap 10 (ITT): 40,2 km'lik tamamen düz parkurun tırmanışçı profilindeki sporcular için ciddi bir 'zaman dezavantajı' riski oluşturduğu, Final Haftası: Toplam 50.000 metrelik irtifa kazanımının %40'ının son beş güne yığılması nedeniyle 'birikimli yorgunluğun' şampiyonu belirleyebileceği düşünülmektedir. Sonuç: Giro d'Italia 2026 rotası, sadece yüksek güç-ağırlık oranına sahip tırmanışçıların değil, aynı zamanda üst düzey metabolik esnekliğe ve zamana karşı (TT) uzmanlığına sahip çok yönlü (all-rounder) sporcuların başarılı olabileceği bir yapıdadır. Bulgaristan transferinin yarattığı lojistik yük ve yüksek irtifa etaplarındaki hipoksi faktörü göz önüne alındığında, yarışın bir 'stratejik yıpratma savaşı' niteliği taşıyacağı öngörülmektedir.

Anahtar kelimeler: Giro d'Italia 2026, Rota analizi, İrtifa fizyolojisi, Dikey kazanım, Bisiklet dinamikleri.

TECHNICAL AND PHYSIOLOGICAL INVESTIGATION OF THE 2026 GIRO D'ITALIA ROUTE

Abstract

As one of the three most prestigious Grand Tours in cycling, the 2026 Giro d'Italia blends traditional Italian geography with an international route starting in Bulgaria and extreme endurance parameters. With 244-kilometer marathon stages, flat individual time trials exceeding 40 kilometers, and mountain finishes surpassing 2,000 meters in altitude, the race stands as a definitive representation of modern road cycling standards. This study aims to analyze the technical characteristics of the 2026 Giro d'Italia route and to scientifically evaluate the physiological impacts of the course structure on General Classification (GC) contenders, the correlations between vertical gain and distance, and the strategic breaking points of the race. The study is based on a case study model utilizing both qualitative and quantitative data. The 21 stages of the race were categorized according to distance, climbing density (m/km), altitude levels, and technical difficulty ratings. The data used in the study consist of official stage documents, climbing profiles, and GPS-based topographical data obtained from the official Giro d'Italia platforms. These data were analyzed by integrating performance metrics from stages of similar characteristics in previous editions. Analysis revealed three primary decisive elements: Stage 7 (Blockhaus): Its extreme length of 244 km and brutal final climb are expected to test the endurance limits of the peloton. Stage 10 (ITT): The completely flat 40.2 km course poses a significant 'time deficit' risk for pure climbers. Final Week: It is thought that 'cumulative fatigue' could determine the champion, as 40% of the total 50,000-meter altitude gain is concentrated in the last five days. Conclusion: The 2026 Giro d'Italia route is structured to favor not only climbers with high power-to-weight ratios but also 'all-rounder' athletes with superior metabolic flexibility and time-trial (TT) expertise. Considering the logistical burden of the Bulgaria transfer and the hypoxia factor in high-altitude stages, the race is predicted to be a 'strategic war of attrition.'

Keywords: Giro d'Italia 2026, Route analysis, Altitude physiology, Vertical gain, Cycling dynamics.

1. GİRİŞ

Yol bisikleti disiplini içerisinde ‘Grand Tour’ (Büyük Tur) organizasyonları, insan fizyolojisinin sınırlarının test edildiği ekstrem dayanıklılık platformları olmanın yanı sıra, ev sahibi ülkelerin toplumsal, siyasi ve ekonomik kimliklerini yansıtan devasa fenomenlerdir. Giro d’Italia, topografik zorluğu, değişken iklim koşulları ve 2026 edisyonunda Bulgaristan’dan başlayan uluslararası rotasıyla sadece sportif değil, yönetsel ve sosyolojik boyutta da bir ‘ayna’ niteliği taşımaktadır. Bratina ve Raspor (2025), Giro’nun tarihsel gelişimini inceleyerek yarışın her dönemde yeni bir toplumsal işlev kazandığını, günümüzde ise sınırları aşan rotaların İtalya’nın küresel ekonomik ve siyasi hırslarını temsil eden bir sembol haline geldiğini vurgulamaktadır. Bu bağlamda 2026 rotası, İtalyan bisiklet kültürünün Balkanlar’a uzanan stratejik bir projeksiyonu olarak değerlendirilmektedir.

Bir mega-etkinlik olarak Giro d’Italia’nın tasarımı, sporcu performansı ile bölgesel kalkınma hedefleri arasında hassas bir denge gerektirir. Sardi ve ark. (2025), bu tür organizasyonların sürdürülebilir turizm ve kentsel rejenerasyon üzerindeki kritik rolüne dikkat çekerek, kamu kaynaklarının şeffaf ve stratejik yönetiminin uzun vadeli ekonomik fayda için şart olduğunu belirtmektedir. 2026 rotasında gözlemlenen ekstrem mesafe ve irtifa kazanımları, sadece bir yarış parkuru değil, aynı zamanda ev sahibi bölgelerin tanıtımı için optimize edilmiş birer pazarlama alanı ve yatırım sahasıdır.

1.1. Kuramsal Çerçeve

Organizasyonel ve sosyo-ekonomik hedeflerin başarısı, sporcuların sergileyeceği fiziksel performansın sürdürülebilirliğine bağlıdır. Literatürde elit bisikletçilerin bu tür çok etaplı yarışlardaki yanıtları, 2026 rotasının yaratacağı ‘stratejik yıpratma savaşı’na bilimsel bir projeksiyon tutmaktadır. Plasqui ve ark. (2019), Giro d’Italia sporcularının günlük ortalama enerji harcamalarının (32.3 ± 3.4 MJ/gün) ekstrem seviyelerini saptayarak, yarışın metabolik maliyetini ortaya koymuştur. Bu enerji talebi, parkurun teknik yapısına göre değişen mekanik iş çıktılarıyla yönetilmektedir. Vogt ve ark. (2007), dağ etaplarının düz etaplara kıyasla çok daha yüksek bir ortalama güç (235 W) ve özellikle uzun tırmanışlarda sürdürülebilir sub-maksimal yük gerektirdiğini saptayarak, 2026 parkurundaki Blockhaus gibi ikonik tırmanışların yaratacağı fiziksel stresin niteliğini tanımlamıştır.

Yarış süresince maruz kalınan bu kümülatif yük, sporcuların biyokimyasal ve hacimsel homeostazisini derinden etkilemektedir. Pollastri ve ark. (2016a), yarış boyunca hemoglobin değerlerinde düşüş ve sistemik inflamasyon artışı saptarken, Pollastri ve ark. (2016b) ile Cebrián-Ponce ve ark. (2023), vücut ağırlığı sabit kalsa bile vücut sıvılarında (ödem ve hemodilüsyon kaynaklı) belirgin dalgalanmalar yaşandığını rapor etmiştir. Özellikle hücre dışı sıvı değişimlerinin kas bütünlüğü üzerindeki etkileri, 2026 rotasının son haftasında sporcuların karşılaşacağı ‘birikimli yorgunluk’ olgusunun biyolojik temelini açıklamaktadır. Bu ekstrem fizyolojik

zorluklarla başa çıkabilmek, ancak Gallo ve ark. (2022, 2024) tarafından tanımlanan podyum düzeyindeki hazırlık stratejileriyle (piramidal yoğunluk dağılımı ve zor-kolay gün döngüsü) mümkündür.

2026 Giro d'Italia rotası, enerji maliyetleri (Plasqui, 2019), güç çıktıları (Vogt, 2007), hidrasyon dinamikleri (Cebrián-Ponce, 2023, Pollastri, 2016), periyodizasyon disiplini (Gallo, 2022, 2024), ekonomik vizyon (Sardi, 2025) ve sosyo-politik genişleme (Bratina & Raspor, 2025) gibi çok disiplinli parametrelerin kesişim noktasında yer almaktadır. Bu makalenin giriş bölümünde sunulan literatür verileri, 2026 parkurunun teknik özelliklerini analiz ederken kullanılacak olan fizyolojik ve sosyo-ekonomik referans çerçevesini oluşturmaktadır.

Giro d'Italia 2026 rotası, profesyonel bisikletçiliğin evrimleşen modern dinamikleri ile sporun 'epik' kökenleri arasındaki dengeyi yeniden sorgulayan, tarihsel ve teknik açıdan sıra dışı bir yapı arz etmektedir. Yarışın 'Grande Partenza'sının Bulgaristan'da yapılacak olması, pelotonu sadece lojistik bir yük ile değil, aynı zamanda stratejik bir adaptasyon süreciyle karşı karşıya bırakmaktadır. Bu bağlamda yarış, sadece yüksek güç-ağırlık oranına dayalı bir 'saf güç' mücadelesi olmaktan çıkarak, günlük 32.3 MJ'lık ekstrem enerji harcamasının (Plasqui, 2019) yönetildiği, 235 W ve üzeri sürdürülebilir sub-maksimal güç çıktılarının (Vogt, 2007) hedeflendiği ve hemoglobin düşüşü ile sistemik inflamasyonun (Pollastri, 2016a) gölgesinde şekillenen bir 'fizyolojik dayanıklılık ve adaptasyon' testine dönüşmektedir.

Vücut ağırlığı sabit kalsa dahi hücre dışı sıvı dalgalanmalarının ve kas ödeminin (Cebrián-Ponce, 2023, Pollastri, 2016b) kümülatif yorgunluğu tetiklediği bu süreçte, başarının anahtarı, podyum hedefleyen sporcuların uyguladığı 'zor-kolay gün' periyodizasyon disiplini (Gallo, 2022, 2024) ile İtalya'nın uluslararası sosyo-politik hırslarının (Bratina & Raspor, 2025) ve ekonomik sürdürülebilirlik vizyonunun (Sardi, 2025) kesişiminde yatmaktadır. Bu çalışma, Bulgaristan'dan başlayıp Roma'da sonlanan 3.459 kilometrelik bu rotayı, salt bir yol haritası olarak değil, insan fizyolojisinin limitlerini zorlayan bir 'biyo-mekanik laboratuvar' olarak ele alarak, 21. yüzyılın en kompleks dayanıklılık projelerinden birini teknik ve metabolik adaptasyon süreçleri üzerinden açıklamayı amaçlamaktadır.



Şekil 1. Giro d' Italia 2026

1.1.1. Giro d' İtalya Rotanın Teknik ve Taktiksel İncelemesi

1. Hafta, yarışın ilk üç günü Bulgaristan'da geçmektedir. Bu durum, 4. etap öncesinde uzun bir transfer ve erken bir dinlenme günü anlamına geliyor. Etap 2 (Burgas - Veliko Tarnovo), 221 km'lik devasa uzunluğuyla dikkat çekiyor. Son bölümdeki Lyaskovets Manastırı tırmanışı (%7,5 ortalama, yer yer çift haneli eğimler) saf sprinterleri eleyecektir. Etap 7 (Formia - Blockhaus), Yarışın en kritik noktalarından biri. 244 km uzunluğuyla modern birisklet yarışları standartlarının çok üzerinde bir 'maraton' etabıdır. Blockhaus, İtalya'nın en sert tırmanışlarından biridir. Özellikle son 10 km'nin sürekli %10 ve üzerinde seyretmesi, genel klasman (GC) favorileri arasındaki ilk büyük kopuşları yaratacaktır.

2. Hafta, dengeleyici bir unsur olarak bireysel zamana karşı (ITT) uzmanlarına fırsat sunmaktadır. Etap 10 (Viareggio - Massa ITT), 42 km'lik bu etap dümdüz (pan-flat). Modern Giro rotalarında bu kadar uzun ve düz ITT'ler nadir görülür bir durumdur. Filippo Ganna veya Remco Evenepoel gibi isimler burada rakiplerine dakikalar atabilir. Tırmanışçıların bu etabı minimum hasarla kapatması gerekmektedir. Orta İtalya Geçişi, 11-13. etaplar, klasikçi (puncher) tipi sürücüler için ideal. Özellikle 11. etaptaki sahil şeridi ve 12. etaptaki Milano-Sanremo esintileri rüzgar taktiklerini (echelon) ön plana çıkarabilir.

3. Hafta, Giro'nun kalbi her zaman olduğu gibi son haftada atıyor, ancak 2026 rotası özellikle zorluk derecesi sona yığılmış bir yapıdadır. Etap 16 (Bellinzona - Cari), İsviçre topraklarında sadece 113 km'lik çok kısa ama çok patlayıcı bir etaptır. Kısa etaplar genellikle yarışın en agresif geçtiği günlerdir. Etap 19 (Feltre - Alleghe), Yarışın Kraliçe Etapı 5000 metre irtifa kazanımı içeriyor. Yarışın en yüksek noktası olan Cima Coppi (Passo Giau - 2233m) bu etapta geçilecek. Giau'nun ardından gelen teknik iniş ve Piani di Pezzè finışı, şampiyonu belirleyebilir. Etap 20 (Gemona del Friuli - Piancavallo), 200 km'lik bu etapta Piancavallo tırmanışının iki kez geçilecek olması, bacaklardaki son enerjiyi tüketecektir.

2. YÖNTEM

Bu araştırmada kullanılan tüm veriler, Giro d'Italia resmi platformları tarafından paylaşılan etap dökümanları ve GPS tabanlı rota bilgilerinden elde edilmiştir. Analiz süreci şu temel adımlar üzerinden yürütülmüştür. Kategorizasyon açısından, Yarışın 21 etabı, toplam dikey kazanım (toplam tırmanış), etap mesafesi ve tırmanış yoğunluğu (metre/kilometre oranı) kriterlerine göre sınıflandırılmıştır. Performans simülasyonu açısından, sporcuların dikey yükselme hızları (VAM) ve fonksiyonel eşik güçleri (FTP) üzerindeki olası değişimleri analiz etmek amacıyla biyomekanik modeller kullanılmıştır. İrtifa Etkisi açısından özellikle 2.000 metreyi aşan irtifa seviyelerinin sporcuların laktat eşiği ve genel performans kapasitesi üzerindeki fizyolojik etkileri simüle edilmiştir. Bu metodoloji, resmi topografik verileri modern performans metrikleriyle harmanlayarak rotanın yaratacağı zorluk derecesini bilimsel bir çerçevede ortaya koymaktadır (RCS Sport, 2026).

3. BULGULAR

Tablo 1. 2026 Giro d'Italya'da Kritik Olan Etapların Teknik Özet Tablosu

Bölüm	Karakteristik	Kritik Etaplar	Beklenti
Açılış	Bulgaristan Rüzgarları	Etap 2	Form tutma süreci ve dayanıklılık testi.
Genel klasman İlk Sınav	Apenin Dağları	Etap 7	İlk büyük zaman farkları, 'maraton' dayanıklılığı.
Uzmanlık	Düz Yol ITT (bireysel zamana karşı)	Etap 10	Saf tırmanışçılar için 'hasar kontrol' günü.
Final	Yüksek İrtifa (Alpler)	Etap 19 & 20	Pembe Mayo'nun (Maglia Rosa) kesinleştiği etaplar.

Tablo 1 incelendiğinde, 2026 rotası, sadece tırmanma yeteneğini değil, aynı zamanda 240+ km'lik etapları çıkarabilecek 'eski usul' dayanıklılığı ve 42 km'lik saf gücü (ITT) harmanlayan bir bisikletçi profili arıyor. Roma'daki final ise artık bir gelenek haline gelen görkemli bir geçit töreni niteliğinde olacağı düşünülmektedir.

Tablo 2. Tırmanış Etapları Verileri ve Eğim Analizi

Etaplar	Kritik Zirve	Uzunluk	Ortalama Eğim	Maksimum Eğim	Zirve Rakımı
Etap 7	Blockhaus	13,7 km	%8,4	%14	1.665 m
Etap 14	Pila (Gressan)	12,3 km	%6,9	%12	1.801 m
Etap 16	Carì	10,2 km	%9,7	%17	1.655 m
Etap 19	Passo Giau	9,9 km	%9,3	%14	2.233 m
Etap 20	Piancavallo	14,5 km	%7,8	%14	1.290

Tablo 2’de bisikletçilerin İrtifa Fizyolojisi ve Performans Etkisi açısından incelediğinde, Hipoksi açısından Etap 19’daki Passo Giau (2.233m), sporcuların ‘incelmiş hava’ bölgesine girdiği yerdir. 2.000 metrenin üzerinde, deniz seviyesine göre VO2 max kapasitesi yaklaşık %10-15 oranında düşer. Bu rakımda yapılan bir atak, düşük rakımdakinden çok daha maliyetlidir. Eğim ve Güç Transferi açısından Etap 16’daki Carì tırmanışındaki %17’lik bölümler, sadece W/kg (güç/ağırlık) meselesi değil, aynı zamanda bisiklet üzerindeki biyomekanik verimlilik ve doğru dişli oranı seçimiyle ilgilidir. İniş Teknikleri ve Isı Yönetimi açısından, Etap 19’da Giau’dan iniş yaparken sporcuların vücut ısısı hızla düşerken, hemen ardından Alleghe tırmanışına başlamaları, kasların ani adaptasyon yeteneğini zorlamaktadır. Enerji yönetimi açısından, Bu kadar yüksek dikey kazanım içeren bir rotada, bir sporcunun günlük kalori ihtiyacı 7.000 - 8.500 kcal seviyesine çıkabilir. ‘Yarışın sadece tırmanış etaplarında değil, bu tırmanışlar arasındaki beslenme ve toparlanma süreçleri de önemli olacaktır.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

‘Grande Partenza’ ve Lojistik Fizyoloji, Bulgaristan Başlangıcı açısından, Yarışın Bulgaristan’da (Nessebar - Sofya hattı) başlaması, sadece jeopolitik bir hamle değil, sporcular için ciddi bir fizyolojik stres faktörüdür. 3. etap sonrasında İtalya’nın güneyine yapılan lojistik transfer, sporcuların sirkadiyen ritmini ve toparlanma (recovery) süreçlerini doğrudan etkiler. “Seyahat Yorgunluğu” olarak literatüre geçen bu durum, 4. etap itibarıyla pelotonun genel performans eğrisinde dalgalanmalara yol açacak bir değişken olarak tanımlanmıştır.

Ultra-Dayanıklılık Parametresi, Etap 7 ve ‘Maraton’ Etaplar açısından 7. etap (Formia - Blockhaus), 244 kilometrelik uzunluğuyla modern birisklet yarışları standartlarının sınırlarını belirler. Literatürde fire verme oranı olarak adlandırılan kavram, bu etapta vücut bulur. 230 kilometre boyunca devam eden kümülatif yorgunluğun ardından gelen Blockhaus tırmanışı, sporcuların sadece yüksek güç üretmesini değil, aynı zamanda glikojen depolarını 6 saati aşan sürede nasıl yönettiklerini test edecektir.

Teknik Kırılma Noktası açısından, Etap 10 (Bireysel Zamana Karşı) Analizi açısından Viareggio ve Massa arasındaki 40,2 kilometrelik bireysel saate karşı (ITT) etabı, yarışın kaderini belirleyen en kritik teknik unsurdur. Tamamen düz olan bu parkur, aerodinamik verimliliğin ve mutlak gücün ön plana çıktığı bir arenadır. Saf tırmanışçıların, bu 40 kilometrede aerodinamik pozisyonda kalma becerileri ve yüksek tork üretimleri, genel klasmanda dakikalarla ölçülen farkların doğmasına neden olacaktır.

Enerji Sistemleri ve Metabolik Esneklik açısından, Giro 2026 rotası, sporculardan üst düzey bir ‘metabolik esneklik’ talep etmektedir. Bir sporcunun düşük yoğunluklu bölümlerde yağ oksidasyonunu maksimize etmesi ve kritik tırmanış anlarında karbonhidrat metabolizmasına (glikoliz) kusursuz geçiş yapması gerekir. Toplamda 50.000 metrelik tırmanış, sporcuların günlük 7.000 - 9.000 kcal bandında bir enerji tüketimine ulaşmasını zorunlu kılar.

İrtifa Fizyolojisi ve Passo Giau (Cima Coppi) Etkisi açısından, 19. etapta geçilecek olan Passo Giau (2.233 m), yarışın ‘Cima Coppi’ (en yüksek noktası) olarak hipoksi etkisinin zirve yaptığı yerdir. 2.000 metre üzerindeki rakımda, parsiyel oksijen basıncının düşmesiyle birlikte sporcuların VO₂ max kapasitelerinde %10-15 aralığında bir gerileme öngörülmektedir. Bu irtifa, sporcuların laktat toleransını ve karar verme mekanizmalarını ekstrem düzeyde zorlar.

Biyomekanik Verimlilik ve Eğim İlişkisi açısından, Etap 16 (Cari) gibi %17’ye varan eğimler içeren etaplar, güç aktarımının biyomekaniğini değiştirir. Yüksek eğimlerde kadansın düşmesi, ‘Slow-Twitch’ (Tip 1) kas liflerinden ziyade ‘Fast-Twitch’ (Tip 2) liflerinin daha erken devreye girmesine ve dolayısıyla kas yorgunluğunun (neuromuscular fatigue) hızlanmasına neden olur. Bu durum, doğru dişli oranı (gearing) seçimini teknik bir zorunluluk haline getirir.

Kümülatif Yorgunluk Yönetimi, Final Haftası çelişkisi açısından, Yarışın toplam tırmanış miktarının %40’ının son beş güne yığılmış olması ‘kronik yorgunluk’ yönetimini ön plana çıkarır. Sporcuların kas liflerindeki mikro yırtıklar ve inflamasyon seviyeleri, son haftada performansın lineer değil, eksponansiyel olarak düşmesine neden olabilir. Şampiyonu belirleyen, en yüksek gücü üreten değil, bu kümülatif yıkımı en iyi absorbe eden sporcu olacaktır.

Termoregülasyon ve Çevresel Adaptasyon Süreçleri açısından, Mayıs ayı İtalya’sı, vadi tabanlarındaki 25-30°C sıcaklık ile 2.000 metre üzerindeki kar sınırında seyreden 2-5°C arasındaki sıcaklık farklarını barındırır. Isı stresi ve ardından gelen hızlı soğuma, vücudun homeostasis dengesini bozar. Bu durum, özellikle uzun inişlerde kasların vazokonstriksiyon (daralma) yaşamasına ve bir sonraki tırmanışta reaktif performans kaybına yol açar.

Karbonhidrat Stratejileri ve Gastrik Boşaltım Hızı açısından, 8.500 kcal’lik bir enerji ihtiyacını karşılamak için saatlik 100-120 gram karbonhidrat alımı modern pelotonun standartıdır. Ancak Giro 2026’nın 244 km’lik ultra-uzun etapları, gastrointestinal sistemin (bağırsak sağlığı) dayanıklılığını da test eder. Hidrojel teknolojisi ile sunulan besinlerin emilim hızı, sporcuların ‘boş depo’ ile karşılaşmaması için hayati öneme sahiptir.

Taktiksel Ergonomi, Domestique ve Takım Dinamiği açısından, Yüksek irtifa etaplarında ve rüzgara açık Bulgaristan steplerinde, bir lider sporcunun rüzgar direncini kırmak için takım desteğine olan ihtiyacı ergonomik bir zorunluluktur. Etap 20’deki (Piancavallo) çift tırmanış, takımların lider sporcularını izole etme

ve ‘stratejik yalnızlaştırma’ taktikleri üzerine kurulu olacaktır. Bu, mekanik enerjinin korunumu prensibiyle doğrudan ilişkilidir.

All-Rounder vs. Saf Tırmanışçı, Performans Modellemesi açısından, 42 kilometrelik düz ITT (Etap 10) ve 5.000 metrelik Kraliçe Etap (Etap 19) arasındaki denge, şampiyonun profilini belirler. Yapılan modellemeler, sadece tırmanma yeteneği olan sporcuların ITT etaplarında kaybettikleri 3+ dakikalık süreyi dağlarda telafi etmelerinin ‘neredeyse imkansız’ olduğunu göstermektedir. Bu, rotanın ‘çok yönlü’ (all-rounder) sporcuları ödüllendirdiğinin kanıtıdır.

İnovasyon ve Ekipman Teknolojisi Adaptasyonu açısından, Rotanın değişken yapısı (düzlükler, parke taşları, yüksek irtifa), ekipman seçimini bir mühendislik problemine dönüştürür. Lastik basınçlarının (PSI) konfor ve yuvarlanma direnci arasındaki optimizasyonu, vites oranlarının eğime göre ayarlanması ve hafiflik vs. aerodinami dengesi, etap sonuçları üzerinde ‘marjinal kazanımlar’ yaratacaktır.

4.1. Büyük Tur Tırmanışları ve Metabolik Kırılma Noktaları

2026 sezonunun kilit tırmanış etapları olan Blockhaus, Pila, Carì, Passo Giau ve Piancavallo, bisikletçilerin sadece kas kapasitesini değil, aynı zamanda fizyolojik dayanıklılık sınırlarını test eden birer eşik noktasıdır. Bu etaplar, modern bisiklet yarışlarının artık sadece ‘saf güç’ üzerinden değil, ‘metabolik yönetim ve stres toleransı’ üzerinden kazanıldığının kanıtıdır.

Blockhaus (Etap 7), 230 kilometrelik bir ön hazırlık ve ardından gelen 13,7 kilometrelik tırmanış ile sporcuların anaerobik rezervlerini tüketen bir ‘kümülatif yıkım’ noktasıdır. Yarışın erken evresindeki bu zorlama, glikojen depoları henüz tam kapasitedeyken dahi ‘duvara çarpma’ riskini barındırmasıyla, sporcuların temel enerji yönetim becerisini sorgular. Buna karşın Pila (Etap 14), 1.801 metrelik zirve rakımıyla odak noktasını ‘güç üretiminden’ ‘oksijen borçlanması yönetimine’ kaydırır. Burada başarı, yüksek ritim ve kadans kullanımıyla sağlanan ‘ekonomik sürüş’ stratejisine bağlıdır.

Tırmanışların teknik gereksinimleri, Carì (Etap 16) ile daha spesifik bir biyomekanik boyuta evrilir. %17’lik maksimum eğim, bisikletçileri ‘ayakta tırmanış’ pozisyonuna zorlayarak, sadece alt ekstremitte kaslarını değil, aynı zamanda stabilizasyonu sağlayan core bölgesini ve üst vücut kaslarını da devreye sokar. Bu durum, saf tırmanışçıların yanı sıra patlayıcı gücü yüksek (puncher) sporcuların da fark yaratabileceği bir zemin hazırlar.

Yarışın finaline yaklaşıldığında fizyolojik kısıtlar yerini metabolik sınırlara bırakır. Passo Giau (Etap 19), 2.233 metrelik zirvesiyle ‘hipoksik kırılma noktası’ olarak karşımıza çıkar. Düşük oksijen basıncının (VO_2 max kısıtlılığı) neden olduğu nefes darlığı ve metabolik stres, Passo Giau’yu fiziksel bir güç testinden ziyade, şampiyonların metabolik uyum becerisini gösterdiği bir ‘dayanıklılık laboratuvarı’ haline getirir. Nihayetinde Piancavallo (Etap 20), 14,5 kilometrelik uzunluğu ve 20 günlük kümülatif yorgunlukla birleşen %7,8’lik eğimiyle, bisikletçilerin laktat toleransının son sınırını belirler.

Sonuç olarak, bu beş tırmanış, bir büyük turda şampiyonun fiziksel profilinin, sadece dik yokuşları hızlı çıkmak değil, yüksek rakım, nöromüsküler yorgunluk, laktat birikimi ve glikojen eksikliği gibi değişkenleri eş zamanlı yönetebilme yeteneği olduğunu göstermektedir. Şampiyonu belirleyen şey, bu etaplarda üretilen mutlak vat gücünden ziyade, bu güç değerlerinin 20 gün süren kümülatif yorgunluk altında korunabilme kapasitesidir.

2026 Giro d'Italia'nın en belirleyici noktalarını oluşturan bu beş özel etap, hem fiziksel dayanıklılığın hem de taktiksel zekanın sınırlarını zorlayan birer 'teknik laboratuvar' niteliğindedir. Aşağıda, yarışın kaderini belirleyecek bu etapların teknik analizi yer almaktadır.

4.2. Giro d'Italia 2026, Yarışın Kaderini Belirleyecek olan olası Kırılma Noktaları

Etap 2 (Burgas - Veliko Tarnovo), İlk Fiziksel Sınav Yarışın en uzun etaplarından biri olan bu 221 kilometrelik parkur, başlangıç aşamasındaki 'hafif bir ısınma' algısını tamamen yıkmaktadır. Etapın son 20 kilometresine yerleştirilmiş tırmanışlar, saf sprinterlerin elendiği ve güçlü klasikçilerin (puncher) ön plana çıktığı ilk büyük ayıklanma sürecini başlatır. Bu etap, Giro'nun henüz başlarında, pelotonun genel kondisyon seviyesini belirleyen ve 'kader' denilebilecek ilk stratejik müdahalelerin sahnesi olacaktır. 'Bu fiziksel zorluğa ek olarak, etap sonundaki lojistik hazırlık süreci kritik bir değişkendir. 221 km'lik uzun bir günün ardından yapılacak olan Bulgaristan-İtalya transferi, sporcuların recovery (toparlanma) protokollerini (uyku, beslenme, kompresyon) aksatacaktır. Yani Etap 2'nin yorgunluğu sadece bacaklarda değil, transfer gününün yarattığı sirkadiyen ritim bozukluğu ile Etap 4 ve 5'te kendini hissettirecektir.'

Etap 7 (Formia - Blockhaus), Kümülatif Yıkımın Zirvesi 244 kilometrelik mesafesiyle modern bisikletin en zorlu etaplarından biri olan Formia-Blockhaus hattı, 'dayanıklılığın rönesansı' olarak tanımlanabilir. Etapın 230. kilometresinden sonra başlayan ve %10'u aşan eğimlerle Blockhaus zirvesine ulaşan tırmanış, saf bir fiziksel yıkım noktasıdır. Yarışın bu noktasında bisikletçiler sadece rakımla değil, 244 kilometrelik kümülatif yorgunluğun getirdiği glikojen tükenişi ve laktik asit toleransı ile savaşırlar. Bu etap, bisikletçilerin metabolik rezervlerini yönetme becerisini ölçen gerçek bir dayanıklılık testidir. Bu etapta sadece FatMax (yağ oksidasyonu) değil, 'yakıt ikmal stratejisi' de hayati önem taşır. 244 km boyunca 4.000+ kJ harcayan bir sporcunun, Blockhaus'un %10'luk eğiminde ihtiyaç duyacağı glikojen desteğini, yorgun bir mideyle (gut stress) emilimi sağlayarak alabilmesi bir mühendislik problemidir. Eğer sporcu burada 'gastrik boşalma' sorunları yaşarsa, bacaklarında güç olsa dahi, vücudu 'acil durum moduna' geçerek performansı kısıtlayacaktır.'

Etap 10 (Viareggio - Massa ITT), Zamana Karşı Kabusu 40,2 kilometrelik tamamen düz parkuruyla bu etap, Giro'nun 'saf güç' ve 'aerodinamik verimlilik' sınavıdır. Modern yarışlarda ITT etaplarının genellikle daha kısa veya yokuşlu seçilme eğiliminin aksine, bu etap saf tırmanışçıların 'kabus senaryosu'dur. Burada elde edilecek zaman farkları, sadece birkaç saniye değil, dağ etaplarında telafisi çok zor olan dakikalarla ölçülecektir.

Tırmanışçıların, bu büyük dezavantajı dağlardaki agresif ataklarla nasıl kapatacakları, yarışın en büyük paradokslarından birini oluşturacaktır.

Etap 19 (Feltre - Alleghe) ve Etap 20 (Gemona del Friuli - Piancavallo), Alplerin İntikamı ve Büyük Hesaplaşma Yarışın finaline damgasını vuran bu iki etap, metabolik limitlerin zorlandığı ‘hipoksik kırılma noktalarıdır.’ 19. etapta geçilen Passo Giau (2.233 m), oksijen azlığı ve sert eğimiyle sporcuların nefes darlığı ve ani nabız yükselmeleriyle boğuştuğu, fizikselden ziyade metabolik bir savaşa dönüşür. Hemen ardından gelen 20. etap ve Piancavallo tırmanışı, 20 günlük yorgunluğun üzerine binen son yükü temsil eder. Özellikle Piancavallo’nun iki kez geçilmesi, lider mayoyu korumaya çalışan takımın kontrolünü imkansızlaştırarak, yarış tamamen bireysel dayanıklılığa ve mental direncin teknik yansımasına indirger. Final haftasında ‘takım stratejisi’ genellikle yerini ‘doğrudan gözlem’e bırakır. 2.233 metredeki Passo Giau’da bir sporcunun nefes alışverişi (solunum frekansı), rakibinin o anki ‘metabolik kırılma noktası’nı gösteren bir göstergedir. Etap 20’de Piancavallo’nun ikinci kez çıkılması, takımların radyolarının sustuğu, sporcunun kendi ‘laktat toleransı’nı ve ağrı eşliğini yönettiği saf bir fizyolojik düelloya dönüşür.’

Giro d’Italia 2026 rotasının teknik analizi sonucunda, yarışın sadece fiziksel bir güç gösterisi değil, aynı zamanda lojistik, biyomekanik ve fizyolojik bir satranç maçı olduğu saptanmıştır. Bulgaristan’dan Roma’ya uzanan bu yolculuk, modern bisikletçiliğin ultra-dayanıklılık sınırlarını yeniden tanımlarken, şampiyonluk anahtarının ‘metabolik dayanıklılık’ ve ‘ITT uzmanlığı’ kombinasyonunda saklı olduğunu ortaya koymaktadır. Giro 2026’nın sadece bir ‘yol yarışı’ değil, toplamda 50.000 metrelik irtifa kazanımıyla, sporcuları Everest’e defalarca tırmanıyormuşçasına zorlayan bir mühendislik projesi olduğunu kanıtlamaktadır. Bu kurgu, kazananı belirleyen temel faktörün mutlak güç değil, yorgunluk yönetimi ve hipoksik ortama uyum süreci olacağını göstermektedir.

KAYNAKLAR

- Bratina, R., & Raspor, A. (2025). *Več kot kolesarska dirka*, Giro d'Italia kot ogledalo in kažipot italijanske družbe, *Revija Šport*, 73.
- Cebrián-Ponce, Á., Iruetia, A., Castizo-Olier, J., Garnacho-Castaño, M. V., Espasa-Labrador, J., Noriega, Z., & Carrasco-Marginet, M. (2023). Bioelectrical, anthropometric, and hematological analysis to assess body fluids and muscle changes in elite cyclists during the Giro d'Italia. *Biology*, 12(3), 450. <https://doi.org/10.3390/biology12030450>
- Gallo, G., Mateo-March, M., Fuk, A., Faelli, E., Ruggeri, P., Codella, R., & Filipas, L. (2024). The day-by-day periodization strategies of a Giro d'Italia podium finisher. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 19(5), 505-509. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2023-0451>
- Gallo, G., Mateo-March, M., Gotti, D., Faelli, E., Ruggeri, P., Codella, R., & Filipas, L. (2022). How do world class top 5 Giro d'Italia finishers train? A qualitative multiple case study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 32(12), 1738-1746. <https://doi.org/10.1111/sms.14231>
- Plasqui, G., Rietjens, G., Lambriks, L., Wouters, L., & Saris, W. H. (2019). Energy expenditure during extreme endurance exercise, The Giro d'Italia. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 51(3), 568-574. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001815>
- Pollastri, L., Lanfranconi, F., Tredici, G., Burtcher, M., & Gatterer, H. (2016a). Haematological assessment of professional cyclists during the Giro d'Italia stage race. *International Journal of Sports Medicine*, 37(02), 95-101. <https://doi.org/10.1055/s-0035-1559773>
- Pollastri, L., Lanfranconi, F., Tredici, G., Schenk, K., Burtcher, M., & Gatterer, H. (2016b). Body fluid status and physical demand during the Giro d'Italia. *Research in Sports Medicine*, 24(1), 30-38. <https://doi.org/10.1080/15438627.2015.1126279>
- RCS Sport. (2026). *The route. Giro d'Italia*. <https://www.giroaditalia.it/en/the-route/>
- Sardi, A., Rizzi, A., & Sorano, E. (2025). Economic impact analysis of mega events for sustainable tourism, Insights from the Giro d'Italia and Tour de France. *Administrative Sciences*, 15(2), 35. <https://doi.org/10.3390/admsci15020035>
- Vogt, S., Schumacher, Y. O., Blum, A., Roecker, K., Dickhuth, H. H., Schmid, A., & Heinrich, L. (2007). Cycling power output produced during flat and mountain stages in the Giro d'Italia, A case study. *Journal of Sports Sciences*, 25(12), 1299-1305. <https://doi.org/10.1080/02640410601001640>

TARIMSAL SU YÖNETİMİNDE ARITILMIŞ ATIK SULARIN ROLÜ VE GÜBRE KULLANIMINA ETKİSİ

Dr. Öğrt. Üyesi İlknur KUTLAR YAYLALI¹ Doç. Dr. İlknur GÜMÜŞ²

¹Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü

nur@selcuk.edu.tr ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8467-6838>

²Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

ersoy@selcuk.edu.tr ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9689-8999>

Özet

Bitkisel üretimde tarımsal sulama suyu talebi dünya genelinde yaşanan iklim değişimlerine bağlı olan kuraklıkla birlikte ciddi bir su krizine dönüşmektedir. Hissedilen su kıtlığı, bitkisel üretimin sürdürülebilir olmasını sağlamak için en çok su talep eden tarım sektöründe yaşanmaktadır. Canlı yaşamını tehdit eden bu durum, tarımsal su yönetiminde çözülmesi gereken en önemli sorun olarak görülmektedir. Artan su kıtlığı ve tarımsal sulama talebi özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde su ve gıda güvenliğinin sürekliliğinin sağlanabilmesi için tatlı su kaynaklarının kullanım alanlarında tercih yapılması zorunluluğunu gündeme getirmektedir. Tarımsal sulamada tatlı su kullanımına alternatif çözüm olarak, atık suların arıtılarak yeniden kullanımı etkin bir yöntem olarak yer almakta, tatlı suların tarımsal sulama dışındaki kullanım alanları için korunmasını sağlamaktadır.

Bu çalışma, sürdürülebilir tarımsal su yönetiminde yeri olan arıtılmış atık suların rolünü, gübre kullanımında bu suların etkilerini ve besin elementi tasarrufu potansiyelini bütüncül bir yaklaşımla değerlendirmektedir. Çalışma sonucunda literatür incelemelerinden elde edilen veriler doğrultusunda, tarımsal sulamada arıtılmış atık su kullanımının içerdiği besin elementleri sayesinde kimyasal gübre kullanımında belirli oranlarda azaltma potansiyeli sunduğu; azot (N), fosfor (P) ve potasyum (K) gibi temel besin elementleri açısından önemli katkı sağladığı ve bitki gelişimi ve verim üzerinde olumlu etkileri olduğu vurgulanmaktadır. Aynı zamanda uzun vadeli kullanımda risklerin dikkate alınması gerektiği de ortaya koyulmuştur. Sonuç olarak arıtılmış atık suyun uygun kalite standartlarında ve kontrollü bir şekilde kullanılmasının, su tasarrufu sağlamanın yanı sıra gübre kullanım etkinliğini artıran ve besin elementi tasarrufu sağlayan sürdürülebilir bir tarımsal uygulama olduğu öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Arıtılmış Atık Su, Gübre Tasarrufu, Sürdürülebilir Tarım, Su Yönetimi

THE ROLE OF TREATED WASTEWATER IN AGRICULTURAL WATER MANAGEMENT AND ITS IMPACT ON FERTILIZER USE

Assistant Professor İlknur Kutlar YAYLALI¹ Assoc. Prof. Dr. İLKNUR GÜMÜŞ²

¹Selçuk University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Structures and Irrigation, Konya-Türkiye

nur@selcuk.edu.tr , ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8467-6838>

²Selçuk University, Faculty of Agriculture, Department of Department of Soil Science and Plant Nutrition, Konya, Turkey

ersoy@selcuk.edu.tr , ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9689-8999>

Abstract

The demand for agricultural irrigation water in crop production is increasingly turning into a serious water crisis due to droughts associated with global climate change. Water scarcity is most pronounced in the agricultural sector, which has the highest water demand, making the sustainability of crop production a critical necessity. This situation, which threatens all forms of life, is regarded as one of the most important challenges to be addressed in agricultural water management. Increasing water scarcity and the rising demand for irrigation water necessitate prioritization among freshwater uses in order to ensure the continuity of water and food security, particularly in arid and semi-arid regions. In this context, the reuse of treated wastewater emerges as an effective alternative to freshwater use in agricultural irrigation, while also contributing to the conservation of freshwater resources for other purposes.

This study evaluates the role of treated wastewater in sustainable agricultural water management, as well as its effects on fertilizer use and its potential for nutrient savings, through a holistic approach. Based on data obtained from the literature, the results indicate that the use of treated wastewater in agricultural irrigation has the potential to reduce the need for chemical fertilizers to a certain extent due to its nutrient content. It is emphasized that treated wastewater provides significant contributions in terms of essential plant nutrients such as nitrogen (N), phosphorus (P), and potassium (K), and has positive effects on plant growth and yield. However, it is also highlighted that potential risks associated with long-term use should be carefully considered. In conclusion, the controlled use of treated wastewater in compliance with appropriate quality standards can be considered a sustainable agricultural practice that not only contributes to water conservation but also enhances fertilizer use efficiency and promotes nutrient savings.

Keywords: Treated Wastewater, Nutrient Savings, Sustainable Agriculture, Water Management

1. INTRODUCTION

Efforts to treat and reuse wastewater are of great importance to meet global water demand continuously and to conserve water by protecting existing water resources. The rise in water demand in agriculture, industry, and urbanization driven by population growth and exacerbated by drought resulting from global climate change—demonstrates that the volume of wastewater is increasing daily and underscores the need to protect existing water resources. In particular, as the need for reliable food increases in direct proportion to population growth, the agricultural sector which accounts for approximately 70% of global freshwater consumption has become the sector with the highest water demand to meet this need (Akap & Aşık, 2025; De Fraiture & Wichelns, 2010; Fito & Van Hulle, 2021; Li et al., 2020; Mancuso et al., 2022). Studies indicate that, unless necessary measures are taken, Türkiye available water potential will decrease by 20% by 2030, with the annual water potential dropping from 112 billion m³ to 91 billion m³ (Akap & Aşık, 2025). Furthermore, to meet the reliable food demand of a global population approaching 10 billion by 2050 and beyond, agricultural production will need to increase by at least 50% to 70% (López-Serrano et al., 2020; Ungureanu et al., 2020). All of these factors make water scarcity a critical issue that will be on the agenda in the near future (Kama et al., 2023; Ungureanu et al., 2020). The drought currently being experienced poses a serious threat to the sustainability of agricultural activities and the ability to meet food demand (Can & Dulkadiroğlu, 2021; Hasan & Abu-Awwad, 2025). In this context, the protection of high-quality freshwater sources allocated for drinking and domestic use, and the use of treated wastewater as an alternative water source in agriculture independent of climate conditions has become a necessity for ensuring a strategic water supply (Bayraktar & Erkmen, 2023; Kama et al., 2023; Obijanya et al., 2025).

Significant differences are observed among countries regarding wastewater recovery. In developing and underdeveloped countries, untreated wastewater or inadequately treated wastewater is generally used directly for agricultural irrigation. In contrast, in developed countries, wastewater is treated to an adequate level, brought up to irrigation water quality standards, and reused in this manner. Globally, approximately 15 million m³ of reclaimed water are used for agricultural irrigation every day (Mishra et al., 2023). Israel is a global leader in this field, reusing approximately 85% of the wastewater it produces for agricultural purposes. (Yalin et al., 2023). Similarly, Spain utilizes 71% of its treated wastewater for irrigation, demonstrating strong adaptation to water scarcity (Obijanya et al., 2025). Turkey, on the other hand, has an annual wastewater potential of 4.8 billion m³. (Akap & Aşık, 2025). The recovery rate of treated wastewater for reuse stands at 4.2% (MoEUCC, 2022). Of the recovered wastewater, 56.7% is used for industrial purposes, 16.3% for ecological/environmental purposes, 9% for agricultural purposes, and 18% for other purposes (Nas et al., 2020). All these data clearly indicate that there is enormous and as yet unevaluated potential for integrating treated wastewater into the

agricultural cycle on a national scale, and that water scarcity scenarios could be reversed with the right technological and legal foundations.

2. METHOD

This study was conducted based on a literature review to evaluate the role of treated wastewater in sustainable agricultural water management, its impact on fertilizer use, and its potential for nutrient savings. The subject was addressed through a holistic approach in line with findings from national and international scientific research. The study specifically examined the effects of treated wastewater particularly its nutrient content (nitrogen, phosphorus, potassium) on plant growth and yield, its contributions to water conservation, and potential risks associated with long-term use.

3.FINDINGS

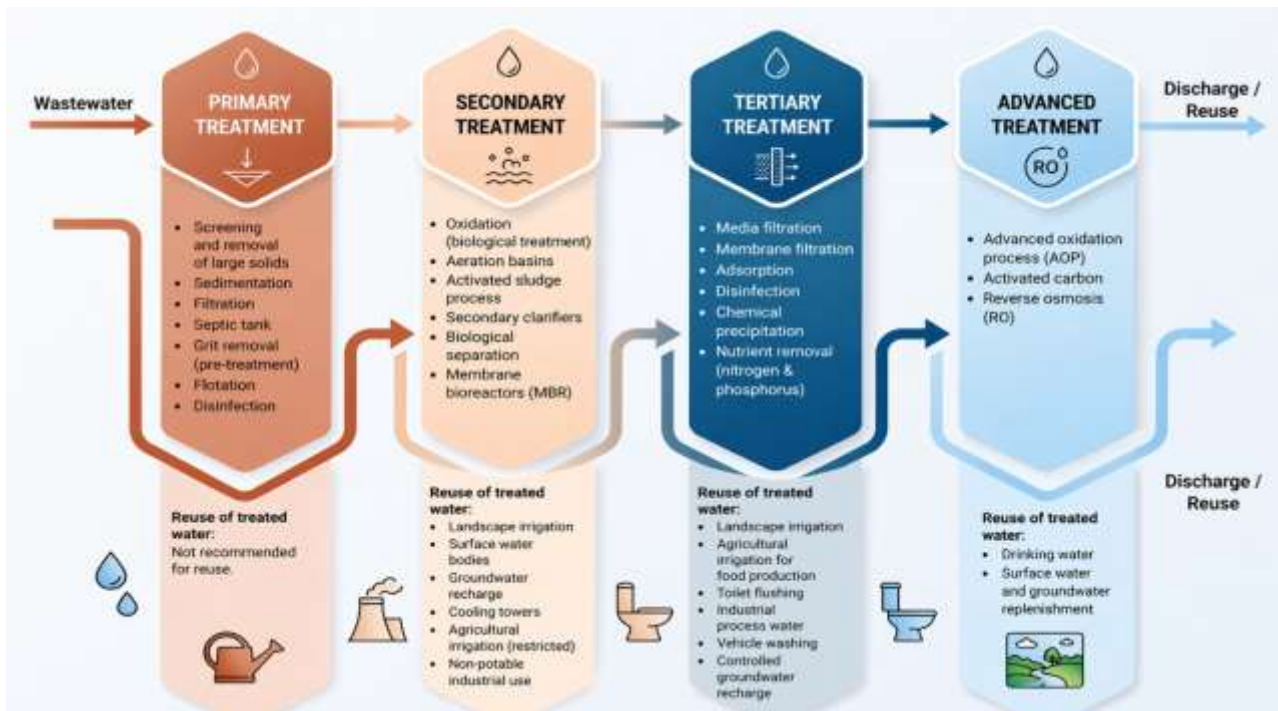
3.1. The Role of Treated Wastewater in Agricultural Water Management

Through the inclusion of treated wastewater in the agricultural irrigation cycle, a continuous and reliable water source will be ensured, regardless of climatic conditions or hydrological droughts (Habip et al., 2020). Thus, treated wastewater will contribute to and even guarantee the continuity of agricultural activities (Kama et al., 2023; Licata et al., 2022). It also offers benefits in many other areas. One such benefit is its environmental friendliness: by preventing the direct discharge of urban and industrial wastewater into receiving water bodies, it helps prevent ecological pollution in surface waters (Al-Hazmi et al., 2023; Obijanya et al., 2025). Another is its role in limiting the use of groundwater for agricultural purposes, thereby helping to protect freshwater aquifers (Libutti et al., 2018; Mancuso et al., 2022). Furthermore, by positively contributing to the process of chemical fertilizer production and their transportation and application to the soil, it aims to reduce the use of chemical fertilizers in agricultural production, minimize the carbon footprint, and reduce indirect greenhouse gas (GHG) emissions (Obijanya et al., 2025; Penserini et al., 2024; Santos et al., 2023). The costs of advanced chemical treatment that wastewater treatment plants must implement to remove macronutrients (N and P) are transformed into an economic advantage through the direct use of these nutrients by plants in agricultural fields (Osorio et al., 2025). The use of treated wastewater for agricultural irrigation forms the circular economy model at the heart of the Water-Food-Energy cycle (Al-Hazmi et al., 2023). The legal framework for all of this has been strengthened by the recently enacted Regulation (EU) 2020/741 of the European Parliament and of the Council. This regulation standardizes the minimum water quality and risk management requirements for the safe reuse of treated water in agricultural irrigation (Classes A, B, C, and D), ensuring harmonization among member states in the transition to a circular economy and establishing a legal basis for the use of treated wastewater (Hristov et al., 2021; Osorio et al., 2025; Santos et al., 2023).

In Turkey, the limit values to be applied for the reuse of treated wastewater for agricultural purposes are specified in the Technical Procedures for Wastewater Treatment Plants Notice No. 27527, published in the Official Gazette on March 20, 2010 (CTM-WTP, 2010). This regulation stipulates that for reclaimed wastewater to be used as irrigation water: Class A water must be used for the irrigation of all types of raw, directly consumable food products and all types of green spaces, while Class B water must be used for the irrigation of commercially cultivated fruit orchards, vineyards, turf production, and pastures for grazing livestock (Çataloluk, 2025).

Wastewater must be classified into different quality classes to meet various needs. These quality classes are achieved following different treatment stages. Wastewater is made suitable for use through primary treatment, secondary treatment, tertiary treatment, and advanced treatment. Additionally, pretreatment can be added before primary treatment, and sludge treatment can be added to the final stage (Silva, 2023). The treatment technologies used vary depending on the characteristics of the wastewater. Fig 1. provides information on treatment processes, the methods used, and the reuse applications of treated wastewater. Pretreatment is a preliminary process aimed at minimizing large particles present in the wastewater. Third stage treatment is applied to remove substances such as nitrogen and phosphorus, as well as heavy metals, that cannot be fully removed during primary and secondary treatment. The purpose of tertiary treatment is to remove harmful substances to protect human and plant health, thereby enabling the use of treated wastewater for agricultural irrigation (Silva, 2023). Finally, advanced treatment is a method applied to make wastewater suitable for use as drinking water (Singh, 2021).

Figure 1. Treatment processes and reuse applications (Singh, 2021).



3.2. The Impact of Treated Wastewater on Fertilizer Use

One of the most significant advantages of using treated wastewater for agricultural irrigation is that it naturally contains the macro- and micronutrients necessary for plant growth. It is generally noted that the use of treated wastewater can reduce the need for chemical fertilizers by 50% (Al-Suhaibani et al., 2021; Hristov et al., 2021; Osorio et al., 2025; Santos et al., 2023). According to global estimates, the annual amount of Nitrogen (N), Potassium (K), and Phosphorus (P) carried by wastewater has the potential to meet approximately 13.4% of the world's agricultural nutrient demand (Alvarez-Holguin et al., 2022). It has been observed that the use of 1,000 cubic meters of treated wastewater provides an average of 16–62 kg of N, 4–24 kg of P, 2–69 kg of K, and 18–208 kg of Ca per hectare (Khan et al., 2022). Additionally, it has been determined that the high organic matter content in treated wastewater significantly supports the soil's physical structure, water-holding capacity, and microbial activity (Kayikcioglu, 2018; Othman et al., 2021). Studies indicate that the use of treated wastewater can reduce the need for chemical fertilizers by 50% to 100%, particularly in crops such as alfalfa and wheat (Al-Suhaibani et al., 2021; Alvarez-Holguin et al., 2022; Tabatabaei et al., 2020). In fact, it has been calculated that it meets 94% of the fertilizer requirement in alfalfa and 45% in wheat (Khalid, 2018). In other words, there are significant positive effects on yield. Some of these effects include a 54.3% increase in grain yield in barley in Chile (Alvarez-Holguin et al., 2022); yield increases of 61% in eggplant, 24% in cucumber, 15% in tomato, and 7% in beans when irrigated with treated wastewater compared to groundwater in Iran and Saudi

Arabia(Obijianya et al., 2025), a 20% increase in artichoke yield (Ofori et al., 2021) and a 23% increase in maize biomass (Saleh et al., 2025). In addition, a separate study conducted in Italy highlights that while the number of fruits on peach trees irrigated with treated wastewater decreased, the quality of marketable fruit specifically fruit size and weight increased. Similar studies demonstrate that crops grown using treated wastewater exhibit improved marketability, thereby yielding economic benefits. (Pedrero et al., 2014). It has also been observed that treated wastewater can even be used to irrigate salt-tolerant plants such as olive trees; the study concluded that treated wastewater meets 55% of the nitrogen fertilizer requirement and 58% of the potassium fertilizer requirement for olive cultivation. (Vivaldi et al., 2013). In another study conducted in Tunisia on olive trees, well water and effluent from a secondary treatment plant were used for irrigation. Trees irrigated with effluent from the secondary treatment plant yielded 153 kg of olives per tree, while those irrigated with well water yielded 90.3 kg of olives per tree. (Bedbabis et al., 2010). Numerous studies have shown that wastewater treated using technical methods provided the necessary precautions and measures are taken can have a positive impact on agricultural production due to the organic matter and nutrients it contains.

3.3. Potential Risks Associated with Long-Term Use

Studies have shown that while treated wastewater offers significant benefits in agriculture, its unplanned and long-term use spanning as long as twenty years can lead to certain limiting factors affecting ecosystems and human health. In Tunisia, the decline in infiltration capacity due to excessive sodium accumulation in areas irrigated with treated wastewater over a 34 years period (Werfelli et al., 2025) serves as evidence that salinity levels must be continuously monitored. To this end, SAR (sodium adsorption ratio) and EC (electrical conductivity) values must be monitored regularly (Hashem & Qi, 2021).

When wastewater is used for extended periods without adequate treatment, toxic heavy metals such as Lead (Pb), Cadmium (Cd), Nickel (Ni), and Chromium (Yalin et al.) (Yalin et al., 2023) in the soil, and these elements can be transferred to the edible parts of plants, potentially exceeding safe consumption limits and threatening the food chain (Khan et al., 2022; Othman et al., 2021; Yagoubi et al., 2024). In addition, the high electrical conductivity (EC) and sodium adsorption ratio (SAR) of treated wastewater, compared to freshwater, can degrade soil structure over time. This can lead to the clogging of pores particularly in clay soils and consequently reduce permeability, resulting in yield losses in salt-sensitive crops. (Saleh et al., 2025; Werfelli et al., 2025; Yalin et al., 2023). If the necessary precautions are not taken, the pathogens it contains can pose a direct risk of infection to agricultural workers and consumers (Can & Dulkadiroğlu, 2021; Trotta et al., 2024). Any remaining residues could also seep into the soil and groundwater, posing a health risk (Singh, 2021; Yagoubi et al., 2024). To manage these risks, the most effective solution is to recommend closed irrigation systems such as subsurface drip irrigation (SSDI) which prevent the edible parts of the crop from coming into

direct contact with water during agricultural production and significantly reduce contamination from heavy metals and pathogens. This is because the subsurface drip irrigation system not only eliminates health risks but also provides at least a 20% water savings compared to other irrigation systems. (Akap & Aşık, 2025; Cakmakci & Sahin, 2021). In addition to traditional risk factors, our agenda must consider elements such as microplastics known as the primary threat among new-generation Contaminants of Emerging Concerns (CECs) (Poustie et al., 2020; Yagoubi et al., 2024; Yalin et al., 2023). Risk management plans must be developed to safeguard food safety, and existing plans should be improved.

Risk management plans should include a feasibility study that evaluates the use of treated wastewater in agricultural production from various perspectives (environmental, economic, and social). In the cost-benefit analyses of economic studies, it has been observed that treated wastewater, with the nutrients it contains, can reduce farmers' need for chemical fertilizers by 50%, and in some crops, by nearly 100%, in the face of rising chemical fertilizer prices seen worldwide. (Al-Suhaibani et al., 2021; Penserini et al., 2024). This situation reduces the need to purchase chemical fertilizers, thereby lowering application costs and ultimately helping to increase farmers' income (Obijanya et al., 2025; Penserini et al., 2024). In addition to all this, particularly in regions facing water shortages, the use of treated wastewater generally offers a more cost-effective water supply compared to the cost of obtaining agricultural water from groundwater sources (Obijanya et al., 2025).

However, despite the economic advantages mentioned, there is still a problem with acceptance by both producers and consumers in practice (Fito & Van Hulle, 2021; Santos et al., 2023). This is because producers and consumers are currently hesitant to adopt the use of treated wastewater for various reasons. To address water stress in agriculture and encourage the adoption of treated wastewater, it is necessary to conduct transparent public awareness campaigns, build consumer confidence in the products, and organize stakeholder engagement programs that involve farmers in this process. (Obijanya et al., 2025; Santos et al., 2023). Therefore, by raising public awareness through reliable initiatives, the social acceptability of treated wastewater use must be increased before it is too late (Al Hamedi et al., 2023).

All of this demonstrates that while the treatment and reuse of wastewater offer numerous benefits in agricultural irrigation applications, it also entails various risks. Short-term risks are those related to potential contact with living organisms, depending on the quality of the wastewater. Long-term risks, on the other hand, are those that create risks, particularly in the environmental and economic sectors. Table 1 summarizes the benefits and risks of reusing treated wastewater for agricultural irrigation.

Table 1. The Benefits and Risks of Using Treated Wastewater for Agricultural Purposes (Cisneros, 2014; Shoushtarian & Negahban-Azar, 2020; Toze, 2006)

	Benefits	Risks / Challenges
Sustainable Development	Access to reliable food, sustainable crop production, conservation of freshwater resources, alternative water sources in arid and semi-arid regions.	Inadequate wastewater treatment technologies according to the quality class, faulty treatment, operating and maintenance costs, lack of technical knowledge, and system complexity are the main problems.
Water Supply	A continuous water source in arid and semi-arid regions, with seasonal availability for agricultural production.	The inadequacy of risk assessment methods, the lack of incentives for recycling, and the need for new regulations.
Water Conservation	Conservation of groundwater and surface water, increased water efficiency, water conservation, suitability for different water uses.	Issues of social acceptance, producer and consumer reactions, marketability of products, and problems arising among stakeholders.
Health	The planned use of treated wastewater with appropriate technologies prevents pollution, thereby improving public health, and controlled reuse leads to access to safe water and food, resulting in a healthier life.	Inadequate treatment can lead to health risks, health problems for producers and consumers, and chemical and biological hazards.
Environmental Impacts	Reducing wastewater volume leads to a cleaner environment, prevents pollution of groundwater resources, supports the natural water cycle, and allows for the utilization of natural plant nutrients.	Improperly treated wastewater can lead to soil and water pollution, odor and chemical accumulation, negative impacts on ecosystems, toxic effects on crops leading to reduced yields, and decreased land productivity.
Legal Aspects	Policy and legislative development, standardization, awareness, government-funded incentives and repayment options.	Water rights issues and legislative deficiencies, and legal penalties and compensation liabilities in case of environmental damage.
Economic Effects	Increased agricultural yield, reduced water costs, additional income through reclamation, increased agricultural land prices by making the land irrigable, minimized use of chemical fertilizers, and transition to subsurface irrigation systems.	High investment costs, the need for space to build large facilities, high energy and technology consumption, operating and maintenance costs, storage needs, and economic value loss due to decreased land productivity in the use of improperly treated wastewater.

4. CONCLUSION, DISCUSSION, AND RECOMMENDATIONS

Based on a literature review, this study concluded that the use of treated wastewater—which has undergone appropriate technological treatment in agricultural irrigation is a highly sustainable and climate-resilient practice capable of addressing two major interrelated agricultural-economic challenges—water scarcity and the cost of chemical fertilizers in a single stroke. (Hasan & Abu-Awwad, 2025; Obijanya et al., 2025). For this reason, different treatment technologies should be developed, and the suitability of these treatment methods for agricultural water management should be investigated.

The use of treated wastewater for agricultural irrigation is one of the most sustainable strategies for meeting growing food demand, increasing fertilizer efficiency, reducing reliance on fertilizers, supporting crop yields by facilitating nutrient cycling, and alleviating the burden on natural freshwater resources; it also forms the foundation of the circular economy (Al-Hababbeh et al., 2021; Mishra et al., 2023). The long-term success of the initiative depends on the effective management of ecological risks and threats to human health (Santos et al., 2023). To ensure its sustainability, the urgent priorities include updating traditional water quality standards, implementing restrictions on new-generation pollutants (ARGs and CECs), and expanding regulations on indirect reuse. (Habip et al., 2020; Yalin et al., 2023). In addition, incentives should be provided for advanced water treatment technologies (MBR, reverse osmosis) and smart irrigation techniques (intermittent irrigation, subsurface drip irrigation) (Cakmakci & Sahin, 2021; Hiz & Arslan, 2025), and compliance with World Health Organization (WHO) and Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) guidelines regarding soil quality parameters and food safety should be monitored periodically (Khan et al., 2022; Osorio et al., 2025).

To ensure that people have sustainable and uninterrupted access to freshwater in the near future, they must take responsibility today and view the safe use of treated wastewater in agricultural irrigation not as an option but as a necessity. Supported by scientifically grounded treatment technologies and appropriate management strategies, this approach will not only contribute to the conservation of water resources but also play a significant role in ensuring water security in the future.

KAYNAKLAR

- Akap, P. T., & Aşık, Ş. (2025). Use of treated wastewater with different irrigation methods on pepper crops: evaluation of the impact on yield, quality and soil conditions. *Irrigation Science*, 43(6), 1543-1557.
- Al-Hababbeh, K. A., Al-Nawaiseh, M. B., Al-Sayaydeh, R. S., Al-Hawadi, J. S., Albdaiwi, R. N., Al-Debei, H. S., & Ayad, J. Y. (2021). Long-term irrigation with treated municipal wastewater from the wadi-musa region: Soil heavy metal accumulation, uptake and partitioning in olive trees. *Horticulturae*, 7(6), 152.
- Al-Hazmi, H. E., Mohammadi, A., Hejna, A., Majtacz, J., Esmaeili, A., Habibzadeh, S., Saeb, M. R., Badawi, M., Lima, E. C., & Maqinia, J. (2023). Wastewater reuse in agriculture: Prospects and challenges. *Environmental Research*, 236, 116711.
- Al-Suhaibani, N., Seleiman, M. F., El-Hendawy, S., Abdella, K., Alotaibi, M., & Alderfasi, A. (2021). Integrative effects of treated wastewater and synthetic fertilizers on productivity, energy characteristics, and elements uptake of potential energy crops in an arid agro-ecosystem. *Agronomy*, 11(11), 2250.
- Al Hamed, F. H., Kandhan, K., Liu, Y., Ren, M., Jaleel, A., & Alyafei, M. A. M. (2023). Wastewater irrigation: A promising way for future sustainable agriculture and food security in the United Arab Emirates. *Water*, 15(12), 2284.
- Alvarez-Holguin, A., Sosa-Perez, G., Ponce-Garcia, O. C., Lara-Macias, C. R., Villarreal-Guerrero, F., Monzon-Burgos, C. G., & Ochoa-Rivero, J. M. (2022). The impact of treated wastewater irrigation on the metabolism of barley grown in arid and semi-arid regions. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(4), 2345.
- Bayraktar, H., & Erkmen, B. (2023). Atıksuların Su Kalite Parametrelerinin Değerlendirilmesi ve Tarımsal Sulama Suyu Olarak Kullanımı: Ankara Örneği. *Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3(2), 164-177.
- Bedbabis, S., Ferrara, G., Rouina, B. B., & Boukhris, M. (2010). Effects of irrigation with treated wastewater on olive tree growth, yield and leaf mineral elements at short term. *Scientia Horticulturae*, 126(3), 345-350.
- Cakmakci, T., & Sahin, U. (2021). Productivity and heavy metal pollution management in a silage maize field with reduced recycled wastewater applications with different irrigation methods. *Journal of environmental management*, 291, 112602.
- Can, S., & Dulkadiroğlu, H. (2021). Arıtılmış atıksuların tarımda kullanımı ve insan sağlığı yönünden risk değerlendirmesi. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 10(2), 124-134.
- Cisneros, B. J. (2014). Water recycling and reuse: An overview. *Water reclamation and sustainability*, 431-454.

- CTM-WTP. (2010). *Republic of Türkiye Ministry of Environment Urbanization and Climate Change, "Communiqué on Technical Methods for Wastewater Treatment Plants"*. Official Gazette (Resmî Gazete) Retrieved from <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2010/03/20100320-7.htm>
- Çataloluk, Z. B. (2025). *The importance of water quality and its effects on crop yield in the reuse of treated wastewater for agricultural irrigation* [Master's Thesis, Konya Technical University].
- De Fraiture, C., & Wichelns, D. (2010). Satisfying future water demands for agriculture. *Agricultural Water Management*, 97(4), 502-511.
- Fito, J., & Van Hulle, S. W. (2021). Wastewater reclamation and reuse potentials in agriculture: towards environmental sustainability. *Environment, Development and Sustainability*, 23(3), 2949-2972.
- Habip, N., Başaran, Y., Özüdoğru, A., Özdemir, O., Altun, O., Karaaslan, Y., & Dikmen, B. (2020). Evaluation of Reuse of Wastewater in Agriculture in Turkey: Outbreak Perspective of Covid-19. *Turkish Journal of Water Science and Management*, 4(2), 178-192.
- Hasan, E., & Abu-Awwad, A. (2025). Impacts of long-term treated wastewater irrigation and rainfall on soil chemical and microbial indicators in semi-arid calcareous soils. *Sustainability*, 17(19), 8663.
- Hashem, M. S., & Qi, X. (2021). Treated wastewater irrigation—A review. *Water*, 13(11), 1527.
- Hiz, H. G., & Arslan, H. (2025). Comparison Study of Urban Wastewater Treatment Using Conventional Biologic Treatment and Submerged Membrane Bioreactor Processes. *Water*, 17(12), 1810.
- Hristov, J., Barreiro-Hurle, J., Salputra, G., Blanco, M., & Witzke, P. (2021). Reuse of treated water in European agriculture: Potential to address water scarcity under climate change. *Agricultural Water Management*, 251, 106872.
- Kama, R., Song, J., Liu, Y., Hamani, A. K. M., Zhao, S., & Li, Z. (2023). Water availability and status of wastewater treatment and agriculture reuse in China: A review. *Agronomy*, 13(5), 1187.
- Kayikcioglu, H. (2018). Can treated wastewater be used as an alternative water resource for agricultural irrigation? Changes in soil and plant health after three years of maize cultivation in western Anatolia, Turkey. *Applied Ecology & Environmental Research*, 16(6).
- Khalid, S., Shahid, M., Natasha, Bibi, I., Sarwar, T., Shah, A. H., & Niazi, N. K. (2018). A review of environmental contamination and health risk assessment of wastewater use for crop irrigation with a focus on low and high-income countries. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(5), 895.
- Khan, M. M., Siddiqi, S. A., Farooque, A. A., Iqbal, Q., Shahid, S. A., Akram, M. T., Rahman, S., Al-Busaidi, W., & Khan, I. (2022). Towards sustainable application of wastewater in agriculture: a review on reusability and risk assessment. *Agronomy*, 12(6), 1397.

- Li, J., Fei, L., Li, S., Xue, C., Shi, Z., & Hinkelmann, R. (2020). Development of “water-suitable” agriculture based on a statistical analysis of factors affecting irrigation water demand. *Science of the Total Environment*, 744, 140986.
- Libutti, A., Gatta, G., Gagliardi, A., Vergine, P., Pollice, A., Beneduce, L., Disciglio, G., & Tarantino, E. (2018). Agro-industrial wastewater reuse for irrigation of a vegetable crop succession under Mediterranean conditions. *Agricultural Water Management*, 196, 1-14.
- Licata, M., Farruggia, D., Iacuzzi, N., Leto, C., Tuttolomondo, T., & Di Miceli, G. (2022). Effect of irrigation with treated wastewater on bermudagrass (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) production and soil characteristics and estimation of plant nutritional input. *Plos one*, 17(7), e0271481.
- López-Serrano, M. J., Velasco-Muñoz, J. F., Aznar-Sánchez, J. A., & Román-Sánchez, I. M. (2020). Sustainable use of wastewater in agriculture: A bibliometric analysis of worldwide research. *Sustainability*, 12(21), 8948.
- Mancuso, G., Parlato, M. C., Lavrnić, S., Toscano, A., & Valenti, F. (2022). GIS-Based assessment of the potential for treated wastewater reuse in agricultural irrigation: a case study in Northern Italy. *Sustainability*, 14(15), 9364.
- Mishra, S., Kumar, R., & Kumar, M. (2023). Use of treated sewage or wastewater as an irrigation water for agricultural purposes-Environmental, health, and economic impacts. *Total Environment Research Themes*, 6, 100051.
- MoEUCC. (2022). *Republic of Türkiye Ministry of Environment, Urbanisation and Climate Change, The Year-End Target of 4 Percent in the Reuse Rate of Treated Wastewater Has Been Exceeded.* <https://www.csb.gov.tr/aritilmis-atiksularin-yeniden-kullanim-oraninda-yuzde-4-olan-yil-sonu-hedefi-asildi-bakanlik-faaliyetleri-34168>
- Nas, B., Uyanik, S., Aygün, A., Doğan, S., Erul, G., Nas, K. B., Turgut, S., Cop, M., & Dolu, T. (2020). Wastewater reuse in Turkey: from present status to future potential. *Water Supply*, 20(1), 73-82.
- Obijanya, C. C., Yakamercan, E., Karimi, M., Veluru, S., Simko, I., Eshkabilov, S., & Simsek, H. (2025). Agricultural irrigation using treated wastewater: Challenges and opportunities. *Water*, 17(14), 2083.
- Ofori, S., Puškáčová, A., Růžicková, I., & Wanner, J. (2021). Treated wastewater reuse for irrigation: Pros and cons. *Science of the Total Environment*, 760, 144026.
- Osorio, A., Panico, A., Busico, G., & Mastrocicco, M. (2025). Systematic review on the effects of wastewater chemical composition on crop yield under fertigation practices. *Science of the Total Environment*, 975, 179257.

- Othman, Y. A., Al-Assaf, A., Tadros, M. J., & Albalawneh, A. (2021). Heavy metals and microbes accumulation in soil and food crops irrigated with wastewater and the potential human health risk: a metadata analysis. *Water*, 13(23), 3405.
- Pedrero, F., Maestre-Valero, J., Mounzer, O., Alarcón, J., & Nicolás, E. (2014). Physiological and agronomic mandarin trees performance under saline reclaimed water combined with regulated deficit irrigation. *Agricultural Water Management*, 146, 228-237.
- Penserini, L., Moretti, A., Mainardis, M., Cantoni, B., & Antonelli, M. (2024). Tackling climate change through wastewater reuse in agriculture: A prioritization methodology. *Science of the Total Environment*, 914, 169862.
- Poustie, A., Yang, Y., Verburg, P., Pagilla, K., & Hanigan, D. (2020). Reclaimed wastewater as a viable water source for agricultural irrigation: A review of food crop growth inhibition and promotion in the context of environmental change. *Science of the Total Environment*, 739, 139756.
- Saleh, M., Salehi, M., Khanaki, S., Ebrahimian, H., Liaghat, A., Mousavi, S. M., Pashapour, S., & Ashrafi, A. (2025). Effects of treated wastewater irrigation on soil properties, nutrient uptakes, and crop yields of agronomic crops under different crop rotations. *Agricultural Water Management*, 316, 109585.
- Santos, A. F., Alvarenga, P., Gando-Ferreira, L. M., & Quina, M. J. (2023). Urban wastewater as a source of reclaimed water for irrigation: barriers and future possibilities. *Environments*, 10(2), 17.
- Shoushtarian, F., & Negahban-Azar, M. (2020). Worldwide regulations and guidelines for agricultural water reuse: a critical review. *Water*, 12(4), 971.
- Silva, J. A. (2023). Wastewater treatment and reuse for sustainable water resources management: a systematic literature review. *Sustainability*, 15(14), 10940.
- Singh, A. (2021). A review of wastewater irrigation: Environmental implications. *Resources, Conservation and Recycling*, 168, 105454.
- Tabatabaei, S.-H., Nourmahnad, N., Kermani, S. G., Tabatabaei, S.-A., Najafi, P., & Heidarpour, M. (2020). Urban wastewater reuse in agriculture for irrigation in arid and semi-arid regions-A review. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 9(2).
- Toze, S. (2006). Reuse of effluent water—benefits and risks. *Agricultural Water Management*, 80(1-3), 147-159.
- Trotta, V., Baaloudj, O., & Brienza, M. (2024). Risks associated with wastewater reuse in agriculture: investigating the effects of contaminants in soil, plants, and insects. *Frontiers in Environmental Science*, 12, 1358842.

- Ungureanu, N., Vlăduț, V., & Voicu, G. (2020). Water scarcity and wastewater reuse in crop irrigation. *Sustainability*, 12(21), 9055.
- Vivaldi, G. A., Camposeo, S., Rubino, P., & Lonigro, A. (2013). Microbial impact of different types of municipal wastewaters used to irrigate nectarines in Southern Italy. *Agriculture, ecosystems & environment*, 181, 50-57.
- Werfelli, N., Slaimi, R., Tayh, G., Naouali, H., & Bejaoui, Z. (2025). The irrigation impacts of treated wastewater over 35 years on soil properties and crop production. *Environmental Monitoring and Assessment*, 197(9), 1068.
- Yagoubi, A., Giannakis, S., Chamekh, A., Kharbech, O., & Chouari, R. (2024). Influence of decades-long irrigation with secondary treated wastewater on soil microbial diversity, resistome dynamics, and antibiogenesis development. *Heliyon*, 10(21).
- Yalin, D., Craddock, H. A., Assouline, S., Mordechay, E. B., Ben-Gal, A., Bernstein, N., Chaudhry, R. M., Chefetz, B., Fatta-Kassinos, D., & Gawlik, B. M. (2023). Mitigating risks and maximizing sustainability of treated wastewater reuse for irrigation. *Water Research X*, 21, 100203.

BİTKİLERDE MELATONİN KULLANIMI

Ezgi ÜSTÜNÜNAL¹/ Araş. Gör. Derviş Emre DOĞAN² / Prof. Dr. Hüsnü DEMİRİSOY³

¹ Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Samsun, Meyve Yetiştiriciliği ve Islahı, ustununalezgi@gmail.com, ORCID 0009-0001-0516-6021

² Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Samsun, Meyve Yetiştiriciliği ve Islahı, dervis.dogan@omu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-7792-9817

³ Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Samsun, Meyve Yetiştiriciliği ve Islahı, husnud@omu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-6621-6347

Özet

Son yıllarda Türkiye’de tarım sektörü iklim değişikliğinden çok fazla etkilenmektedir. Değişen iklim koşulları sonucunda çeşitli stres koşulları ortaya çıkmakta, bu olumsuz koşullar sonucunda bitkisel üretimde verim ve kalite kayıpları yaşanmaktadır. Bu durumda, bitkilerin çevresel streslere karşı direnç mekanizmalarını doğal yollarla artırmayı hedefleyen biyostimülatörler, bitki yetiştiriciliğinde çevresel stres faktörlerine karşı dikkat çeken yenilikçi çözümler arasında yer almaktadır.

Başlarda sadece hayvanlarda bulunan bir hormon varsayılan melatoninin 1995 yılında yapılan çalışmalarla bitkilerde keşfedilmesinden sonra bu hormon üzerinde çeşitli araştırmalar yapılmış olup bitkilerde melatonin miktarı bitkinin organları türden türe ve aynı zamanda aynı türler içerisindeki genotipler arasında veya aynı genotiplerin farklı büyüme evrelerinde ve çevresel faktörlere göre farklılık gösterebilmektedir. Melatonin, bitkilerde oksinler, sitokininler, giberellin, ABA, etilen dahil olmak üzere çeşitli fitohormonlarla etkileşime girerek tohum çimlenmesi, kök oluşumu, meyve gelişimi ve olgunlaşması, yaprak yaşlanma süreci, fotosentez verimliliği, biyotik ve abiyotik streslere karşı direnç gibi birçok fizyolojik aktiviteye katkıda bulunur. Hasat sonrası meyvelerin hastalık direncini ve soğuk toleransını artırarak raf ömrünü uzatma ve kaliteyi koruma potansiyeline sahiptir. Hasat öncesi uygulamalarla meyve kalitesini (sakkaroz, antioksidanlar, fenolikler vb.) artırırken, hasat sonrası uygulamalarda da kalitenin korunması ve raf ömrünün uzatılması hedeflenmektedir.

Anahtar kelimeler: Melatonin, biyostimülatör, biyotik ve abiyotik stres, hormonlar

Abstract

In recent years, the agricultural sector in Turkey has been significantly affected by climate change. Changing climate conditions have led to various stress factors, resulting in yield and quality losses in crop production. In this context, biostimulants, which aim to naturally enhance plants' resistance mechanisms against environmental stresses, stand out as innovative solutions in plant cultivation for addressing environmental stress factors.

Although melatonin was initially believed to be a hormone found only in animals, its discovery in plants following studies conducted in 1995 has led to various research efforts. Melatonin levels in plants can vary depending on the plant's organs, species, and even among genotypes within the same species, as well as across different growth stages of the same genotype and in response to environmental factors. Melatonin interacts with various phytohormones in plants, including auxins, cytokinins, gibberellins, ABA, and ethylene, contributing to numerous physiological activities such as seed germination, root formation, fruit development and ripening, leaf senescence, photosynthetic efficiency, and resistance to biotic and abiotic stresses. It has the potential to extend shelf life and preserve quality by enhancing the disease resistance and cold tolerance of fruits after harvest. While pre-harvest applications aim to improve fruit quality (sucrose, antioxidants, phenolics, etc.), post-harvest applications are designed to preserve quality and extend shelf life.

Keywords: Melatonin, biostimulator, abiotic and biotic stress, hormones

1. GİRİŞ

Son yıllarda iklim değişikliğinin etkileri, tarımsal üretim sistemleri üzerinde giderek daha belirgin hale gelmiş ve özellikle Türkiye’de bitkisel üretimi ciddi biçimde etkilemiştir. Artan sıcaklık dalgalanmaları, uzayan kurak dönemler, toprak tuzluluğundaki yükselme ve diğer çevresel stres faktörleri bitkilerde fizyolojik ve biyokimyasal süreçleri bozarak büyüme, gelişme ve verimliliği olumsuz yönde etkilemektedir. Bu durum, küresel ölçekte olduğu gibi Türkiye’de de sürdürülebilir tarımsal üretimin geleceğini tehdit etmekte ve çevre dostu, etkin çözümlere duyulan ihtiyacı artırmaktadır. Son yıllarda bu kapsamda öne çıkan biyostimülatörler, bitkilerin stres koşullarına adaptasyonunu destekleyen, fizyolojik süreçleri düzenleyen ve ürün kalitesini iyileştiren yenilikçi bileşikler olarak dikkat çekmektedir. Özellikle melatonin, bitkilerde büyüme ve gelişmeyi düzenleme, oksidatif stresi azaltma ve çevresel streslere karşı toleransı artırma gibi çok yönlü etkileri sayesinde sürdürülebilir ve dirençli tarım uygulamaları için umut vadeden bir biyoregülatör olarak değerlendirilmektedir.

Melatonin (N-asetil-5-metoksitriptamin), triptofan kökenli bir indolamin olup ilk kez 1958 yılında Lerner ve arkadaşları tarafından sığır epifiz bezinden izole edilmiştir (25). Omurgalılarda başlıca epifiz bezinde sentezlenen melatonin, kan dolaşımı aracılığıyla farklı dokulara taşınarak birçok biyolojik sürecin düzenlenmesinde görev alan önemli bir düzenleyici molekül olarak bilinmektedir. Başlangıçta yalnızca hayvan fizyolojisine özgü bir bileşik olduğu düşünülen melatoninin, 1995 yılında bitkilerde de varlığının gösterilmesiyle (14,17) bu konuda yapılan araştırmalar yeni bir boyut kazanmıştır. Sonraki yıllarda yürütülen çalışmalar, melatoninin tahıllar, meyveler, sebzeler, tohumlar, tıbbi ve aromatik bitkiler ile çeşitli süs ve yabani bitki türleri de dâhil olmak üzere çok geniş bir bitkisel yelpazede bulunduğunu ortaya koymuştur (2,15,35). Bu bulgular, melatoninin yalnızca hayvanlarda değil, bitkilerde de büyüme, gelişme ve stres toleransının düzenlenmesinde evrensel bir biyostimülatör olarak işlev gördüğünü göstermektedir.

Melatoninün moleküler formülü $C_{13}H_{16}N_2O_2$ ve molekül ağırlığı 232,28 g mol⁻¹’dir. Melatoninin keşfiyle birlikte yapılan çalışmalar, bu molekülün yalnızca bitkilerde değil, bakteriler, algler, omurgasızlar ve omurgalılar gibi çok geniş bir canlı grubunda bulunduğunu göstermiştir (38,39,42). Bitkilerde melatonin, tohum, yaprak, kök ve meyve dokularında değişen miktarlarda saptanmıştır ve bu molekülün bitki büyüme ve gelişmesiyle ilişkili pek çok fizyolojik süreci yönlendirdiği ileri sürülmektedir. Özellikle melatoninin tohum çimlenmesi, kök gelişimi, meyve olgunlaşması ve yaşlanma süreçlerinde önemli bir rol oynadığı bildirilmiştir (3,4,9,24,36,37,40,44,45,46,56). Ayrıca melatonin, biyotik ve abiyotik stres koşullarına karşı bitkilerin toleransını artıran önemli bir antioksidan ve düzenleyici molekül olarak da dikkat çekmektedir (10,27).

Melatoninin bitkilerdeki bir diğer önemli kullanım alanı hasat öncesi ve hasat sonrası uygulamalardır. Hasat öncesi melatonin uygulamalarının meyve kalite parametrelerini artırabildiği bildirilmiştir; bunlar arasında sakkaroz, fenolik bileşikler, doğal antioksidanlar ve aroma bileşenleri bulunmaktadır (11,43,50,51,58). Hasat

sonrası uygulamalarda ise melatonin, meyvelerde hastalıklara karşı direnç ve üşüme toleransını artırarak raf ömrünü uzatma ve kalite kayıplarını azaltma potansiyeli göstermektedir (16,27,28). Bu özellikler, melatoninin bitkisel üretimde stres yönetimi ve ürün kalitesinin korunmasında önemli bir biyostimülatör olarak değerlendirilmesini desteklemektedir.

Bitkilerde Melatonin Biosentezi

Bitkilerde melatonin biosentezi, hayvanlarda gerçekleşen sentez mekanizmasına kıyasla daha karmaşık bir süreç olup bitkilerin bu biyomolekülü hayvanlara göre daha yüksek miktarlarda sentezleyebildiği bildirilmektedir (41). Bitkilerde melatonin sentezi başlıca kloroplastlar ve mitokondrilerde gerçekleşmekte olup, kloroplastlar melatonin biosentezinin temel merkezi olarak kabul edilmektedir (41,57). Fotosentetik metabolizmanın yoğun olarak gerçekleştiği bu organeller, melatonin sentezi için gerekli ara metabolitlerin oluşumunda önemli rol oynamaktadır. Bununla birlikte kloroplast yolunun herhangi bir nedenle baskılanması durumunda hücre içi metabolik dengenin korunabilmesi amacıyla mitokondriyal biosentez yolu devreye girerek melatonin üretiminin devamlılığını sağlamaktadır (41,55,57). Bitkilerde melatonin biosentezi triptofandan başlayan çok basamaklı bir reaksiyon zinciri ile gerçekleşmektedir. İlk basamakta triptofan, triptofan dekarboksilaz (TDC) enzimi aracılığıyla dekarboksilasyona uğrayarak triptamine dönüşmekte, ardından triptamin triptamin-5-hidroksilaz (T5H) enzimi tarafından hidroksillenerek serotonine dönüştürülmektedir. Bununla birlikte bazı bitki türlerinde alternatif biosentez yolları da tanımlanmıştır. Örneğin sarı kantaron (*Hypericum perforatum*) bitkisinde triptofanın önce triptofan hidroksilaz (TPH) aracılığıyla 5-hidroksitriptofana, daha sonra TDC enzimi ile serotonine dönüştüğü alternatif bir yol bildirilmiştir (33). Serotonin oluşumundan sonra melatonin sentezi iki farklı metabolik yol üzerinden gerçekleşebilmektedir. Birinci yolda serotonin, serotonin-N-asetiltransferaz (SNAT) enzimi aracılığıyla N-asetilserotonine dönüştürülmekte ve ardından N-asetilserotonin metiltransferaz (ASMT) veya kafeik asit O-metiltransferaz (COMT) tarafından katalizlenen reaksiyon ile melatonine dönüştürülmektedir. NM yolu olarak adlandırılan bu mekanizmanın yanı sıra ikinci metabolik yolda serotonin, ASMT/COMT aracılığıyla 5-metoksitriptamine dönüştürülmekte ve daha sonra SNAT enzimi ile melatonin sentezi gerçekleştirilmektedir. MN yolu olarak bilinen bu iki biosentez mekanizması, bitkilerde melatonin sentezinin farklı fizyolojik koşullara bağlı olarak düzenlenebildiğini göstermektedir (31,53).

Bitkilerde Melatonin Dağılımı ve İşlevi

Bitkilerde bulunan melatonin miktarının yalnızca türler arasında farklılık göstermediği; aynı tür içerisindeki genotipler veya çeşitler arasında ve hatta aynı genotipe ait bireylerin farklı büyüme evrelerinde de değişkenlik gösterebildiği bildirilmiştir (14,17,37). Melatoninin bitkilerdeki miktarları, bitki dokusunun türüne ve fizyolojik durumuna bağlı olarak değişiklik gösterir. Yaprak dokuları, ışığa doğrudan maruz kalan ve fotosentezin yoğun

olarak gerçekleştiği bölgeler olduğundan melatonin üretiminin yüksek olduğu alanlar arasındadır. Bu dokularda melatonin, antioksidan savunma sisteminde kritik bir rol üstlenerek fotosentez sürecinde oluşabilecek oksidatif strese karşı hücrelerin korunmasına katkı sağlar. Bitki organları arasında genellikle en yüksek melatonin içeriğine tomurcuk ve iek gibi generatif organlar ile meyve ve tohumların sahip olduğu bildirilmektedir. Bu durum, özellikle tomurcuklarda ve kurumuş tohumlarda melatoninin antioksidan savunma mekanizmalarındaki işleviyle açıklanmaktadır (35,37). iek ve tomurcuk dokularında melatoninin generatif gelişim süreçleriyle ilişkili olduğu bildirilmekte ve bu yapılarda melatonin sentezinin artış gösterdiği, özellikle çiçeklenme sürecinin düzenlenmesinde rol oynayabileceği ifade edilmektedir. Bu durum, melatoninin bitkilerde üreme gelişiminin önemli bir fizyolojik düzenleyici olabileceğini göstermektedir. Tohumlarda ise melatoninin çimlenme kapasitesiyle ilişkili olduğu ve belirli miktarlarda depolanabildiği belirtilmektedir. Çimlenme döneminde melatoninin varlığı, tohumların stres koşullarına karşı savunma mekanizmalarını güçlendirerek çimlenme başarısını ve erken fide gelişimini destekleyebilir (21).

Yapılan alışmalar, bitkilerde melatonin içeriğinin gelişim evrelerine bağlı olarak önemli düzeyde değişebildiğini göstermektedir. Nitekim iki farklı biber çeşidinde çimlenme, fide, çiçeklenme ve hasat dönemleri ile yaprak, kök, meyve ve tohum gibi farklı organlarda melatonin düzeylerinin incelendiği bir çalışmada, kotiledon dönemindeki fidelerde melatonin miktarının yüksek olduğu, ancak bitkinin olgunlaşmasıyla birlikte bu düzeyin azaldığı belirlenmiştir (22). Benzer şekilde, biber ve patlıcanda farklı gelişim dönemleri ve bitki organları üzerinden yapılan araştırmalarda, yeni çimlenmiş fideler, çiçekler ve tohumlarda oldukça yüksek melatonin birikimi tespit edilmiştir (22,52). Aynı çalışmalarda, biber ve patlıcan meyvelerinde büyüme sürecine bağlı olarak melatonin içeriğinin değiştiği; çiçeklenme sonrasında gelişmekte olan meyvelerde melatonin düzeyinin önce azaldığı, ancak meyve olgunlaşmasına paralel olarak yeniden artış gösterdiği bildirilmiştir.

Patlıcanda yapılan gözlemler, yaprak ve köklerdeki melatonin içeriğinin bitkinin gelişim süreci ilerledikçe azalma eğiliminde olduğunu ortaya koymuştur. Bu durum, yaprak ve köklerde bulunan melatoninin oksidatif strese karşı koruyucu işlev görmek üzere iek ve meyve gibi üreme organlarına taşınabileceği yönündeki görüşü desteklemektedir (20).

Bitki organları karşılaştırıldığında, genel olarak en yüksek melatonin içeriğinin tomurcuk ve iek gibi generatif organlar ile meyve ve tohumlarda bulunduğu bildirilmektedir. Bu yüksek birikimin, özellikle tomurcuklar ve kurumuş tohumlarda melatoninin antioksidan savunma mekanizmalarında üstlendiği koruyucu rolle ilişkili olduğu düşünülmektedir (35,37).

Öte yandan bazı araştırmacılar, melatoninin bitkilerde sürekli olarak bulunduğunu; ancak miktarının gün içerisindeki ışık-karanlık döngüsüne bağlı olarak değişebildiğini ileri sürmektedir (35). Arazi koşullarında

Malbec üzüm çeşidi üzerinde yürütülen bir çalışmada, üzüm tanelerinin kabuklarında 24 saatlik periyot boyunca melatonin düzeyleri izlenmiş ve en yüksek melatonin miktarının gün doğumu sırasında belirlendiği, günün ilerleyen saatlerinde ise bu düzeyin azaldığı saptanmıştır (8,19). Bu bulgular, bitkilerde melatonin sentezi ve birikiminin sirkadiyen ritimle ilişkili olabileceğini göstermektedir. Ayrıca aydınlık periyot boyunca melatonin düzeyinde meydana gelen azalmanın, solar radyasyon kaynaklı stres koşullarında antioksidan savunma sisteminin etkinleşmesiyle birlikte melatoninin daha yoğun tüketilmesinden kaynaklanabileceği ifade edilmektedir.

Melatonin 'in Bitkilerdeki Fizyolojik Roller

Melatonin bitkilerde birçok fizyolojik rolle öne çıkan bir moleküldür. Öncelikle sirkadiyen ritim düzenleyici olarak işlev görerek 24 saatlik biyolojik saat mekanizmasına katılır ve günlük ile mevsimsel ritimlerin düzenlenmesini destekler. Ayrıca güçlü bir antioksidan olarak reaktif oksijen türleri (ROS) ve reaktif azot türlerini (RNS) temizler, hücreleri oksidatif strese karşı korur (1,30). Abiyotik stres koşulları altında kuraklık, tuzluluk, düşük sıcaklık ve ağır metaller gibi etmenlere karşı bitkilerin toleransını artırarak dayanıklılığı güçlendirir. Yaprak yaşlanmasının geciktirilmesi ve fotosentetik kapasitenin uzun süre korunmasına yardımcı olması da bildirilen etkiler arasındadır (5,21). Ayrıca melatonin, çiçeklenme sürecinin düzenlenmesinde rol alarak generatif gelişimi etkileyebilir ve meyve gelişimi sırasında olgunlaşma hızının kontrolüne katkıda bulunabilir. Bütün bunlar, melatoninin kök, gövde ve sürgün gelişimini teşvik ederek vejetatif büyümeyi destekleyen bir bileşik olmasını sağlar. Ayrıca melatonin, oksin ve sitokinin gibi endojen bitki hormonlarıyla etkileşime girerek bitki büyüme ve gelişiminin düzenlenmesinde önemli bir biyostimülatör olarak kabul edilir.

Melatonin, klorofil aktivitesinin korunması, yaprak senesensinin önlenmesi ve dolayısıyla kalite ile verimin artırılması açısından önemli bir rol oynar. Senesens sürecini yavaşlatıcı bir etki gösterir; özellikle yaprak dökülmesini geciktirme yönündeki etkisi dikkat çekicidir. Yaşlanmaya karşı koyucu bu etkisi, temel olarak melatoninin güçlü antioksidan özelliklerine bağlanmaktadır. Yapraklarda melatonin, reaktif oksidan türleri (ROS) seviyelerini düşürürken Askorbik asit (AsA) ve Glutasyon (GSH) ile antioksidan enzimlerin düzeylerini artırarak yaşlanmayı geciktirdiği bildirilmiştir. Bu mekanizmalar, yaprakların oksidatif strese karşı daha dayanıklı hale gelmesini ve dolayısıyla fotosentetik kapasitenin korunmasını sağlar.

Melatonin, bitkilerde fotosentez süreçlerinin düzenlenmesi ve enerji verimliliğinin artırılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Melatoninin klorofil sentezini artırarak fotosentez kapasitesinin yükselmesine katkıda bulunduğu ve Fotosistem II'nin verimliliğini artırarak ışık enerjisinin daha etkin kullanılmasına yardımcı olduğu bildirilmektedir. Ayrıca stres koşulları altında fotosentetik mekanizmanın zarar görmesini veya durmasını engelleyerek fotosentezin sürdürülebilirliğini destekler. Bu etkilere bağlı olarak melatonin, bitkilerde genel fotosentetik performans ve enerji kullanım verimliliğinin artmasına katkı sağlayan bir düzenleyici olarak

değerlendirilmektedir. Melatonin, fotosentez kapasitesini artırarak fide büyümesini teşvik edebilir; karbondioksit birikimini (CO_2) ve stomatal iletkenliğini iyileştirebilir, böylece daha fazla kuru madde ve enerji üretimi mümkün olabilir (2).

Melatonin, karbonhidratların bitki içinde taşınma hızını artırarak özellikle gelişmekte olan meyvelere daha fazla besin maddeyi ulaşmasını sağlayabilir. Bu durum meyve gelişimi ve verim üzerinde olumlu etkiler doğurabilir. Yapılan çalışmalarda şeftali ve elma ağaçlarında melatonin uygulamasının meyve gelişimini teşvik ettiği, meyve boyutu ve meyve ağırlığında artışlara yol açtığı gözlemlenmiştir. Bu bulgular, melatoninin bitkilerde verim ve ürün kalitesinin artırılmasında potansiyel bir düzenleyici olarak önemli etkiler gösterebileceğini ortaya koymaktadır.

Melatonin, özellikle düşük çimlenme oranına sahip tohumlarda çimlenmeyi iyileştirme konusunda belirgin olumlu etkiler gösterir. Stresli koşullarda çimlenmeyi teşvik eder ve tohum canlılığını ile çimlenmesini korur. Örnek olarak, ısı stresi altında Arabidopsis tohumlarında melatonin uygulaması çimlenme oranını yaklaşık 30% seviyesinden 93% seviyesine yükseltebilmektedir (18). Bununla birlikte, bazı çalışmalar yüksek melatonin konsantrasyonlarının çimlenmeyi negatif yönde etkileyebileceğini de raporlamaktadır (29). Bu etkiler, melatoninin oksidatif stresin azaltılması ve hücrel savunma mekanizmalarının güçlendirilmesi yoluyla çimlenmeyi modüle etmesinden kaynaklanabilir.

Melatonin, bitki kökleri ile toprak mikroorganizmaları arasındaki rizosfer etkileşimlerinin düzenlenmesinde de rol oynar (7). Melatonin, kök büyümesini düzenleyerek besin Emilimi için taşıyıcıları uyarır ve mineral besin metabolizmasını düzenler (50). Düşük konsantrasyonlardaki melatonin kök büyümesini uyarırken, yüksek konsantrasyonların bu süreci baskıladığı gösterilmiştir (12).

Bazı bitkilerde melatonin, çiçeklenmeyi teşvik edebilir veya geciktirebilir. Elma ağaçları üzerinde yapılan çalışmalar, çiçeklenmeden önce tomurcuklarındaki endojen melatonin içeriğinde belirgin bir azalma olduğunu göstermiştir. Bu nedenle, çiçeklenme öncesinde uygulanan melatonin, elma ağaçlarında çiçeklenme zamanını geciktirebilmekte ve uygun dozlarda çiçek sayısını arttırabilmektedir. Ancak melatonin konsantrasyonu çok yüksek olduğunda çiçek sayısı azalmakta ve çiçeklenme zamanı daha da gecikmektedir (27).

Melatonin, bitkilerde hem vejetatif büyüme hem de üreme gelişimi üzerinde belirgin bir rol oynar. Vejetatif dönemde fotosentez verimliliğini artırır, glikoz metabolizmasını düzenler ve oksidan dengenin korunmasına katkı sağlar. Ayrıca fide gelişimi sırasında besin maddelerinin alımı ve taşınmasını destekleyerek mineral metabolizması ile rizosfer etkileşimlerini iyileştirir; köklerde antioksidan enzim aktivitelerini artırır, reaktif oksijen türlerini temizler ve çözünen şeker kullanımını düzenler. Bitkide dışarıdan uygulama olarak tohum ıslatma, yaprak püskürtme veya sulama gibi yöntemler kullanılabildiği gibi, melatonin sentez genlerinin aşırı ekspresyonu ve gen düzenleme teknikleriyle de bitkide melatonin düzeyleri artırılabilir. Üreme gelişiminde ise

melatonin çiçeklenme zamanı ve sayısını düzenler, polen canlılığını ve üreme organlarının korunmasını destekler, çiçeklenme ritmi ve floral geçişi etkiler; ayrıca partenokarpi ve çiçek uçucu bileşiklerinin oluşumunda rol oynar. Bu etkilere bağlı olarak meyve olgunlaşması, ürün verimi ve kalite artarken hasat sonrası yaşlanma süreci yavaşlar ve raf ömrü uzar.

Melatonin ve Abiyotik Stres Faktörleri

Melatonin uygulanması, bitkinin abiyotik streslere karşı toleransını artırmak için alternatif ve düşük maliyetli bir teknik olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle melatoninin abiyotik stres faktörlerine karşı önemli bir koruyucu işlev gördüğü öne sürülmektedir

Soğuk stres, bitkilerde hücre zarlarının bozulması, metabolik faaliyetlerin yavaşlaması, fotosentez kapasitesinin azalması ve ROS birikimi gibi pek çok fizyolojik ve biyokimyasal değişikliğe yol açar. Melatonin, tetiklenen ROS birikimini engelleyerek hücreleri oksidatif zarardan korur. Ayrıca hücre zarı stabilitesini sağlayarak membran bütünlüğünün korunmasına katkıda bulunur. Aşırı sıcaklıklar membran akışkanlığını ve enzim aktivitelerini etkileyerek büyüme ve gelişme modellerinde değişikliklere ve verim kayıplarına yol açar (54). Stresli koşullar altındaki bitkilerde, melatonin biyosentezinden sorumlu genler genellikle aktive olur ve bu da daha yüksek melatonin seviyelerine neden olur. Örneğin, yüksek sıcaklık koşullarında pirinçte melatonin seviyesi artar (9), bu da melatoninin ısı stresine karşı savunmada rol oynadığını düşündürmektedir. Kuraklık stresi altında melatoninin çeşitli antioksidan enzimlerin aktivitelerini ve AsA, GSH ile fenolik bileşiklerin antioksidan düzeylerini artırdığı, böylece ROS birikimini azalttığı ve kuraklık stresinin neden olduğu oksidatif hasarı hafiflettiği bilinmektedir (26,48). Ekzojen melatonin uygulaması ise tohum çimlenmesini, fide büyümesini, yanal kök oluşumunu ve yaprak yaşlanmasını geciktirerek bahçe bitkilerini kuraklık stresinin olumsuz etkilerinden koruma potansiyeli taşır (34). Tuzluluk, bitkinin iyonik ve osmotik dengesini bozarak fizyolojik kuruluklara yol açar. Toprak tuzu içeriğindeki artıştan kaynaklanan osmotik stres, bitkilerin su alımını azaltır. Melatonin, tuz stresi altında tohum çimlenme oranını artırarak endojen melatonin seviyesini yükseltmekte, şeker, K⁺/Na⁺ dengesi ve prolin içeriğinin iyileştirilmesine katkıda bulunabilmektedir (55).

Melatonin ve Diğer Bitki Büyüme Hormonları

Melatonin, oksinler, sitokininler, gibberellik asit, poliaminler, abscisik asit, etilen, salisilik asit, jasmonik asit ve brassinosteroid dahil olmak üzere çeşitli fitohormonlarla etkileşime girerek bitki büyümesini, gelişimini ve stres tepkilerini düzenler (3,34,47).

Melatonin ve oksin (özellikle IAA), bitkilerde büyüme, gelişim ve kök morfolojisi gibi süreçlerde kritik rol oynayan iki önemli moleküldür. Her iki bileşik de kök gelişimini özellikle etkileyerek adventif ve yanal kök oluşumunu teşvik eder ve kök sisteminin gelişimini destekler; ayrıca kök primordiyumunun oluşumunu da uyarır. Ayrıca melatonin ile oksin, köklerin gravitropik tepkilerinde rol alarak köklerin yerçekimine bağlı olarak

doğru yönde büyümesini sağlar. Bunların yanında hücre uzaması, doku farklılaşması ve bitkinin çevresel koşullara verdiği büyüme tepkilerinin düzenlenmesinde de ortak etkiler gösterebilirler. Bu benzerlikler, melatoninin bazı durumlarda oksin benzeri davranarak bitki gelişim süreçlerini destekleyebildiğini göstermektedir.

Büyüme, doku tipi ve melatonin konsantrasyonundan etkilenir. Yüksek melatonin seviyelerinde hem IAA hem de melatonin bitki gelişimini engelleyebilir. Büyüme süreçlerini aktive etmek için melatoninin oksin reseptörleri, düzenleyiciler ve düşük moleküllü oksin benzeri sinyal bileşenlerinin aktivitelerini etkilediğini ve RNA düzeyinde genleri up-regüle ettiğini göstermiştir (41).

Hem melatonin hem de giberellin, bitkilerde tohum çimlenmesi, kök ve gövde uzaması, yaprak genişlemesi, çiçeklenme ve meyve gelişimi gibi süreçleri pozitif yönde etkileyen iki önemli moleküldür. Giberellin, büyüme ve çimlenme gibi aktif gelişim süreçlerini düzenlerken; melatonin ise hem büyümeyi teşvik eder hem de abiyotik ve biyotik stres koşullarında koruyucu bir rol üstlenir. Bu iki hormon, farklı aşamalarda bitki büyümesini koordine ederek genel bitki performansını artırır.

Melatonin ve sitokininler, bitkilerde büyüme, gelişme ve stres yanıtlarının düzenlenmesinde önemli rol oynayan biyolojik moleküllerdir. Sitokininler hücre bölünmesini teşvik eder, yaprak yaşlanmasını geciktirir ve sürgün gelişimini destekler. Melatonin ise benzer şekilde yaprak yaşlanmasını yavaşlatır, antioksidan savunma sistemini aktive eder ve stres toleransını artırır. Bazı çalışmalar, melatoninin sitokinin biyosentezine etki edebileceğini göstermektedir; özellikle stres koşullarında sitokinin düzeylerini artırarak yaprakların yeşil kalmasını ve fotosentez kapasitesinin korunmasını sağlayabilir.

ABA, özellikle kuraklık, tuzluluk ve soğuk gibi stres koşullarında artış göstererek su kaybını önlemek için stomaları kapatır ve genetik düzeyde stres yanıtlarının başlatılmasını sağlar. Melatonin ise benzer stres koşullarında antioksidan savunmayı aktive eder, çimlenme sırasında ABA'yı baskı altına alır ve stomaların kapanması sırasında ABA ile ortak çalışarak bitkinin dayanıklılığını artırır. Melatonin uygulaması ABA seviyesini düşürür (13).

Melatonin ve etilen durumlar halinde sinerjik veya antagonistik etkileşimler gösterebilmektedir. Etilen, özellikle yaprak yaşlanması, meyve olgunlaşması ve abiyotik streslere yanıt gibi süreçlerde rol oynarken çoğu durumda büyümeyi baskılayıcı ve yaşlanmayı hızlandırıcı etkiler sergileyebilir. Melatonin ise bu süreçlerde genellikle dengeleyici bir rol üstlenir: antioksidan savunma sistemini güçlendirir, hücreleri korur, yaşlanmayı geciktirir ve stres toleransını artırır. Bu karşıt etkilerin birleşimi, bitkide büyüme, gelişim ve stres yanıtlarının daha karmaşık bir şekilde düzenlenmesine olanak tanır.

Melatonin ‘in Bitkilerde Uygulama Yöntemleri ve Etkileri

Bitkilerde melatonin uygulaması, bitki gelişimini desteklemek ve stres koşullarına karşı dayanıklılığı artırmak amacıyla farklı yöntemlerle gerçekleştirilebilmektedir. Bu yöntemlerden biri yapraktan uygulama olup, melatonin çözeltisinin doğrudan bitki yapraklarına püskürtülmesi şeklinde uygulanmaktadır. Yapraktan uygulama sayesinde melatonin bitki dokularına hızlı bir şekilde ulaşabilmekte ve bitkide meydana gelen çevresel streslerin azaltılmasına katkı sağlamaktadır. Özellikle kuraklık, tuzluluk ve sıcaklık gibi abiyotik stres koşullarında melatonin uygulamasının bitki büyümesini teşvik ettiği ve fizyolojik süreçleri olumlu yönde etkilediği bildirilmektedir. Melatonin uygulamasında kullanılan bir diğer yöntem ise tohum ıslatma yöntemidir. Bu yöntemde tohumlar, ekimden önce belirli bir süre melatonin çözeltisi içerisinde bekletilmektedir. Genellikle 4–24 saat arasında değişen bu işlem, tohumların çimlenme kapasitesini artırmakta ve genç bitkilerin stres koşullarına karşı daha dayanıklı olmasını sağlamaktadır. Tohum ıslatma uygulaması aynı zamanda çimlenme hızını ve fide gelişimini olumlu yönde etkileyerek bitkinin gelişim sürecine avantaj sağlamaktadır. Melatoninin kullanıldığı bir diğer önemli alan ise in vitro kültür ortamlarıdır. Bitki doku kültürü çalışmalarında melatonin, kültür ortamına eklenerek bitki hücre ve dokularının gelişimini desteklemek amacıyla kullanılmaktadır. Bu uygulama özellikle kallus oluşumu, köklenme ve bitki rejenerasyonu gibi süreçlerde önemli rol oynamaktadır. Melatonin içeren besi ortamlarının, hücre bölünmesini teşvik ettiği ve bitki dokularının yeniden farklılaşmasını kolaylaştırdığı bildirilmektedir. Bu nedenle melatonin, bitki biyoteknolojisi ve modern tarım uygulamalarında bitki gelişimini destekleyen önemli bir biyomolekül olarak değerlendirilmektedir.

Melatonin, bitkilerde büyüme ve gelişme süreçlerinin farklı aşamalarında önemli rol oynayan biyolojik olarak aktif bir moleküldür. Özellikle tohum çimlenmesi aşamasında melatoninin olumlu etkileri dikkat çekmektedir. Yapılan çalışmalar, melatoninin çimlenme oranını artırabildiğini ve genç bitkilerin erken gelişim sürecini desteklediğini göstermektedir. Bununla birlikte melatoninin, bitkilerde bazı ağır metallerin oluşturduğu olumsuz etkilerin azaltılmasında da rol oynayabildiği bildirilmektedir. Bu durum, melatoninin bitkilerde stres düzenleyici bir molekül olarak işlev gördüğünü ortaya koymaktadır.

Bitkinin vejetatif gelişim sürecinde melatoninin en önemli işlevlerinden biri antioksidan savunma sistemini güçlendirmesidir. Melatonin, bitkilerde reaktif oksijen türlerinin oluşumunu dengeleyerek oksidatif stresin zararlı etkilerini azaltmaya yardımcı olmaktadır. Bu özelliği sayesinde melatonin; kuraklık, tuzluluk, aşırı sıcaklık ve ağır metal birikimi gibi çeşitli abiyotik stres koşullarına karşı bitkilerin toleransını artırabilmektedir. Ayrıca melatoninin bitki metabolizması üzerinde düzenleyici etkiler göstererek büyüme ve gelişme süreçlerini desteklediği de bildirilmektedir.

Melatoninin etkileri yalnızca bitkinin gelişim dönemi ile sınırlı kalmayıp hasat sonrası süreçlerde de önem taşımaktadır. Araştırmalar, melatonin uygulamalarının meyve ve sebzelerde esmerleşme süreçlerini

yavaşlatabildiğini, solunum hızını azaltabildiğini ve buna bağlı olarak ürünlerin raf ömrünü uzatabildiğini göstermektedir. Bu özellikleri sayesinde melatonin, ürün kalitesinin korunmasına katkı sağlayan önemli bir biyomolekül olarak değerlendirilmektedir. Genel olarak ele alındığında melatonin, bitkilerde çimlenme aşamasından başlayarak büyüme, gelişme ve hasat sonrası fizyolojik süreçlere kadar geniş bir etki alanına sahip olup bitki fizyolojisinde çok yönlü düzenleyici bir rol üstlenmektedir (32).

2. SONUÇ VE ÖNERİLER

Son yıllarda artan iklim değişikliği etkileri, tarımsal üretim sistemlerinde verim ve kalite kayıplarını hızlandırarak sürdürülebilir üretim açısından ciddi riskler ortaya koymaktadır. Bu çalışma kapsamında değerlendirilen bulgular, melatoninin bitkilerde yalnızca bir büyüme düzenleyici değil, aynı zamanda çok yönlü bir biyostimülatör olarak önemli işlevler üstlendiğini açıkça göstermektedir. Melatoninin antioksidan kapasitesi, reaktif oksijen ve azot türlerini etkili biçimde nötralize etmesi, hücrel hasarı sınırlandırması ve fotosentetik mekanizmaları koruması, onu abiyotik stres koşullarına karşı güçlü bir koruyucu molekül haline getirmektedir. Bunun yanı sıra çimlenmeden hasat sonrası süreçlere kadar geniş bir fizyolojik etki spektrumuna sahip olması, melatoninin bitki yaşam döngüsünün her aşamasında aktif rol oynadığını ortaya koymaktadır.

Melatoninin kök gelişimi, çiçeklenme, meyve oluşumu ve olgunlaşma süreçleri üzerindeki düzenleyici etkileri; oksin, sitokinin, giberellin ve absisik asit gibi fitohormonlarla olan etkileşimleriyle birlikte değerlendirildiğinde, bitki büyüme ve gelişiminde merkezi bir düzenleyici ağı parçası olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca hasat öncesi ve sonrası uygulamalarda kalite parametrelerini iyileştirmesi ve raf ömrünü uzatması, melatoninin yalnızca üretim aşamasında değil, tedarik zinciri boyunca da stratejik bir biyomolekül olduğunu göstermektedir. Bu yönüyle melatonin, modern tarımın ihtiyaç duyduğu çevre dostu ve sürdürülebilir çözümler arasında güçlü bir alternatif olarak öne çıkmaktadır.

Ancak mevcut çalışmalar melatoninin etkilerinin doz, uygulama yöntemi, bitki türü ve çevresel koşullara bağlı olarak değişkenlik gösterebildiğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle gelecekte yapılacak araştırmaların, farklı bitki türleri ve stres koşulları altında optimum dozların belirlenmesine, uygulama zamanlamasının standardize edilmesine ve uzun vadeli tarımsal etkilerin ortaya konmasına odaklanması gerekmektedir. Ayrıca melatoninin moleküler düzeyde etki mekanizmalarının daha ayrıntılı olarak aydınlatılması, gen ekspresyonu ve sinyal iletim yolları üzerindeki rolünün netleştirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Uygulama açısından değerlendirildiğinde, melatoninin tarımsal üretime entegrasyonu için yapraktan uygulama, tohum ıslatma ve sulama sistemleri gibi pratik yöntemlerin optimize edilmesi gerekmektedir. Bununla birlikte biyoteknolojik yaklaşımlar, özellikle melatonin biyosentez genlerinin düzenlenmesi yoluyla bitkilerin endojen melatonin seviyelerinin artırılması, gelecekte daha dirençli ve yüksek verimli bitki çeşitlerinin geliştirilmesine katkı sağlayabilir.

Sonuç olarak, melatonin; bitkilerde stres yönetimi, büyüme düzenlenmesi ve ürün kalitesinin artırılması açısından yüksek potansiyele sahip, sürdürülebilir tarım uygulamalarında önemli bir biyostimülatör olarak değerlendirilmektedir. Bu molekülün tarımsal sistemlere etkin ve bilinçli şekilde entegre edilmesi, iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin azaltılmasına ve daha dirençli üretim modellerinin geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- 1- Allegra, M., Reiter, R. J., Tan, D. X., Gentile, C., Tesoriere, L., Livrea, M. A. (2003). The chemistry of melatonin's interaction with reactive species. *Journal of pineal research*, 34(1), 1-10.
- 2- Arnao MB 2014. Phytomelatonin: Discovery, Content, and Role in Plants. *Advances in Botany*, Article ID 815769, 11.
- 3- Arnao, M. B., Hernández-Ruiz, J. (2017). Growth activity, rooting capacity, and tropism: three auxinic precepts fulfilled by melatonin. *Acta Physiologiae Plantarum*, 39(6), 127.
- 4- Arnao, MB ve Hernández-Ruiz, J. (2007). Melatonin, *Lupinus albus* L.'nin etiyole edilmiş hipokotillerinde adventif ve yanal kök rejenerasyonunu destekler. *Journal of pineal fResearch* , 42 (2), 147-152.
- 5- Arnao, MB ve Hernández-Ruiz, J. (2009). Arpa yapraklarının yaşlanması sırasında klorofil bozulmasına karşı melatoninin koruyucu etkisi. *Epifiz bezi araştırmaları dergisi* , 46 (1), 58-63.
- 6- Arslan, Y., Köklü, Ş. ve Yakupoğlu, G. (2022). Karnabahar ve brokoli fidelerine yapılan melatonin uygulamalarının tuz stresi etkisi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi* , 26 (2), 181-192.
- 7- Asif, M., Pervez, A., Irshad, U., Mehmood, Q., Ahmad, R. (2020). Melatonin and plant growth-promoting rhizobacteria alleviate the cadmium and arsenic stresses and increase the growth of *Spinacia oleracea* L. *Plant, Soil & Environment*, 66(5).
- 8- Boccacandro HE, Gonzalez CV, Wunderlin DA, Silva MF (2011). Melatonin Levels, Determined by LC-ESIMS/MS, Fluctuate during the Day/Night Cycle in *Vitis vinifera* cv Malbec: Evidence of Its Antioxidant Role in Fruits. *Journal of Pineal Research*, 51:226-232
- 9- Byeon, Y., Park, S., Kim, Y. S., Park, D. H., Lee, S., Back, K. (2012). Light-regulated melatonin biosynthesis in rice during the senescence process in detached leaves. *Journal of Pineal Research*, 53(1), 107-111.
- 10- Cao, S., Bian, K., Shi, L., Chung, H.H., Chen, W., Yang, Z., 2018. Role of melatonin in cell-wall disassembly and chilling tolerance in cold-stored peach fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66(22):5663-5670.
- 11- Cao, S., Song, C., Shao, J., Bian, K., Chen, W., Yang, Z., 2016. Exogenous melatonin treatment increases chilling tolerance and induces defense response in harvested peach fruit during cold storage. *Journal of 2018*.
- 12- Chen, Q., Qi, WB, Reiter, RJ, Wei, W., Wang, BM (2009). Dışarıdan uygulanan melatonin, *Brassica juncea*'nın etiyole fidelerinin köklerinde kök büyümesini uyarır ve endojen indolasetik asit seviyesini yükseltir. *Bitki fizyolojisi dergisi* , 166 (3), 324-328.
- 13- Colombage, R., Singh, MB ve Bhalla, PL (2023). Bitkisel ürünlerde melatonin ve abiyotik stres toleransı. *Uluslararası Moleküler Bilimler Dergisi* , 24 (8), 7447.
- 14- Dubbels, R., Reiter, RJ, Klenke, E., Goebel, A., Schnakenberg, E., Ehlers, C., Schiwara, HW ve Schloot, W. (1995), Radyoimmünolojik yöntem ve yüksek performanslı sıvı kromatografisi-kütle spektrometrisi ile yenilenebilir yenilebilir bitkilerdeki melatonin. *Pineal Araştırma Dergisi*, 18: 28-31. <https://doi.org/10.1111/j.1600-079X.1995.tb00136.x>
- 15- Feng X, Wanga M, Zhaob Y, Hana P, Ying D 2014. Melatonin from Different Fruit Sources, Functional Roles, and Analytical Methods. *Trends in Food Science and Technology*, 37 (1): 21–3.

- 16-Gao, H., Lu, Z., Yang, Y., Wang, D., Yang, T., Cao, M., Cao, W., 2018. Melatonin treatment reduces chilling injury in peach fruit through its regulation of membrane fatty acid contents and phenolic metabolism. *Food Chemistry*, 245: 659-666.
- 17-Hattori A, Migitaka H, Iigo M, Itoh M, Yamamoto K, Ohtani-Kaneko R, Hara M, Suzuki T, Reiter RJ. Identification of melatonin in plants and its effects on plasma melatonin levels and binding to melatonin receptors in vertebrates. *Biochem Mol Biol Int*. 1995 Mar;35(3):627-34. PMID: 7773197.
- 18-Hernández IG, Gomez FJ, Cerutti S, Arana MV, Silva MF 2015. Melatonin in *Arabidopsis thaliana* Acts as Plant Growth Regulator at Low concentrations and Preserves Seed Viability at High Concentrations. *Plant Physiology and Biochemistry*, 94: 191-196.
- 19-Keskin, N., Gökçen, İ. S., Kunter, B. (2019). Asmanın Yaşam Döngüsünde Melatonin. *Agricultural Sciences*, 47.
- 20-Korkmaz A, Yakupoğlu G, Köklü Ş, Cuci Y, Kocaçınar F. 2017a. Determining Diurnal and Seasonal Changes in Tryptophan and Melatonin Content of Eggplant (*Solanum melongena* L.). *Turkish Journal of Botany*, 41: 356-366.
- 21-Korkmaz, A, Karaca, A, Kocaçınar, F, Cuci, Y 2017b. The Effect of Seed Treatment with Melatonin on Germination and Emergence Performance of Pepper Seeds under Chilling Stress. *Tarım Bilimleri Dergisi/Journal of Agricultural Sciences*, 23 (2): 167-176
- 22-Korkmaz, A., Demir, Ö., Kocaçınar, F., Cuci, Y. (2016). Biber fidelerinde yapraktan yapılan melatonin uygulamalarıyla üşüme stresine karşı toleransın artırılması. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 19(3), 348-354.
- 23-Lee, H. Y., Byeon, Y., Back, K. (2014). Melatonin as a signal molecule triggering defense responses against pathogen attack in *Arabidopsis* and tobacco. *Journal of Pineal Research*, 57(3), 262-268.
- 24-Lee, H. Y., Byeon, Y., Lee, K., Lee, H. J., Back, K. (2014). Cloning of *Arabidopsis* serotonin N-acetyltransferase and its role with caffeic acid O-methyltransferase in the biosynthesis of melatonin in vitro despite their different subcellular localizations. *Journal of Pineal Research*, 57(4), 418-426.
- 25-Lerner AB, Case JD, Takahashi Y, Lee TH, Mori W 1958. Isolation of Melatonin, the Pineal Factor that Lightness Melanocytes. *Journal of American Chemical Society*, 80: 2587-2592.
- 26-Li, C., Tan, D. X., Liang, D., Chang, C., Jia, D., Ma, F. (2015). Melatonin mediates the regulation of ABA metabolism, free-radical scavenging, and stomatal behaviour in two *Malus* species under drought stress. *Journal of Experimental Botany*, 66(3), 669-680.
- 27-Li, D., Zhang, X., Li, L., Aghdam, M. S., Wei, X., Liu, J., Luo, Z., 2019. Elevated CO₂ delayed the chlorophyll degradation and anthocyanin accumulation in postharvest strawberry fruit. *Food Chemistry*, 285: 163-170.
- 28-Liu, S., Huang, H., Huber, D. J., Pan, Y., Shi, X., Zhang, Z., 2020. Delay of ripening and softening in 'Guifei' mango fruit by postharvest application of melatonin. *Postharvest Biology and Technology*, 163: 111136.
- 29-Lv Y, Pan J, Wang H ve ark. Melatonin, *Arabidopsis*'te absisik asit, gibberellin ve oksin ile etkileşime girerek tohumların çimlenmesini engeller. *J Pineal Res*. 2021;70:e12736. <https://doi.org/10.1111/jpi.12736>
- 30-Marta, B., Szafrńska, K., Posmyk, MM (2016). Eksojen melatonin, soğuk stresi altında çimlenen salatalık tohumlarında (*Cucumis sativus* L.) antioksidan savunmayı iyileştirir. *Frontiers in plant science*, 7, 575.
- 31-Mir AR, Faizan M, Bajguz A, Sami F, Siddiqui H, and Hayat S. Occurrence and biosynthesis of melatonin and its exogenous effect on plants. *Acta Soc Bot Pol*. 89 2 :8922. doi:10.5586/asbp.8922.
- 32-Mukherjee, S., Roy, S., Arnao, M. B. (2024). Nanovehicles for melatonin: a new journey for agriculture. *Trends in Plant Science*, 29(2), 232-248.

- 33-Murch S, KrishnaRaj S, and Saxena P. Tryptophan is a precursor for melatonin and serotonin biosynthesis in in vitro regenerated St. John's wort (*Hypericum perforatum* L. cv. Anthos) plants. *Plant Cell Rep.* 2000;19(7):698–704. doi:10.1007/s002990000206.
- 34-Nawaz, K., Chaudhary, R., Sarwar, A., Ahmad, B., Gul, A., Hano, C., ... Anjum, S. (2020). Melatonin as master regulator in plant growth, development and stress alleviator for sustainable agricultural production: current status and future perspectives. *Sustainability*, 13(1), 294.
- 35-Paredes SD, Korkmaz A, Manchester LC, 2024 DX ve Reiter RJ 2009. Phytomelatonin: a Review. *Journal of Pineal Research*, 60: 57-69.
- 36-Pelagio-Flores, R., Muñoz-Parra, E., Ortiz-Castro, R., López-Bucio, J. (2012). Melatonin regulates *Arabidopsis* root system architecture likely acting independently of auxin signaling. *Journal of Pineal Research*, 53(3), 279-288.
- 37-Posmyk, M. M., Bałabusta, M., Wieczorek, M., Sliwinska, E., Janas, K. M. (2009). Melatonin applied to cucumber (*Cucumis sativus* L.) seeds improves germination during chilling stress. *Journal of pineal research*, 46(2), 214-223.
- 38-Reiter RJ 1999. Phytochemicals: Melatonin. In: Frances FJ, ed. *Encyclopedia of Food Science and Technology* New York: John Wiley, 1918–1922.
- 39-Reiter, RJ, Tan, DX, Manchester, LC, Simopoulos, AP, Maldonado, MD, Flores LJ, Terron MP 2007.Melatonin in Edible Plants (phytomelatonin); Identification, Concentrations, Bioavailability and Proposed Functions. *World Review of Nutrition and Dietetics*, 97: 211–230.
- 40-Shi, H., Reiter, RJ, Tan, DX ve Chan, Z. (2015). İndol-3-asetik asit indüklenebilir 17, *Arabidopsis*'te melatonin aracılı yol üzerinden doğal yaprak yaşlanmasını olumlu yönde düzenler. *Epifiz Araştırmaları Dergisi* , 58 (1), 26-33.
- 41-Tan D-X, Reiter RJ, Dietz K-J. An evolutionary view of melatonin synthesis and metabolism related to its biological functions in plants. *J Exp Bot.* 2020;71 (16):4677–89. doi:10.1093/jxb/eraa235
- 42-Tettamanti C, Cerabolini B, Gerola P, Conti A 2000. Melatonin Identification in Medicinal Plants. *Acta Phytoterapeutica*, 3: 137–144.
- 43-Verde, A., Míguez, J.M., Gallardo, M., 2019. Melatonin and related bioactive compounds in commercialized date palm fruits (*Phoenix dactylifera* L.): Correlation with some antioxidant parameters. *European Food Research and Technology*, 245: 51-59.
- 44-Wang, P., Sun, X., Chang, C., Feng, F., Liang, D., Cheng, L., Ma, F. (2013). Delay in leaf senescence of *Malus hupehensis* by long-term melatonin application is associated with its regulation of metabolic status and protein degradation. *Journal of pineal research*, 55(4), 424-434.
- 45-Wang, P., Sun, X., Li, C., Wei, Z., Liang, D., Ma, F. (2013). Long-term exogenous application of melatonin delays drought-induced leaf senescence in apple. *Journal of pineal research*, 54(3), 292-302.
- 46-Wang, P., Yin, L., Liang, D., Li, C., Ma, F., Yue, Z. (2012). Delayed senescence of apple leaves by exogenous melatonin treatment: toward regulating the ascorbate–glutathione cycle. *Journal of pineal research*, 53(1), 11-20.
- 47-Weeda, S., Zhang, N., Zhao, X., Ndip, G., Guo, Y., Buck, GA, ... Ren, S. (2014). *Arabidopsis* transkriptom analizi, melatoninin bitki savunma sistemlerindeki temel rollerini ortaya koyuyor. *PloS one* , 9 (3), e93462.
- 48- Wei, W., Li, Q. T., Chu, Y. N., Reiter, R. J., Yu, X. M., Zhu, D. H., ... Chen, S. Y. (2015). Melatonin enhances plant growth and abiotic stress tolerance in soybean plants. *Journal of experimental botany*, 66(3), 695-707.
- 49-Wen, D., Gong, B., Sun, S., Liu, S., Wang, X., Wei, M., ... Shi, Q. (2016). Promoting roles of melatonin in adventitious root development of *Solanum lycopersicum* L. by regulating auxin and nitric oxide signaling. *Frontiers in plant science*, 7, 718.

- 50- Xia, H., Shen, Y., Shen, T., Wang, X., Zhang, X., Hu, P., 2020. Melatonin accumulation in sweet cherry and its influence on fruit quality and antioxidant properties. *Molecules*, 25: 753.
- 51- Xu, L., Yue, Q., Xiang, G., Bian, F.E., Yao, Y., 2018. Melatonin promotes ripening of grape berry via increasing the levels of ABA, H₂O₂, and particularly ethylene. *Horticulture Research*, (file:///C:/Users/HP/Downloads/s41438-018-0045-y.pdf).
- 52- Yakupoğlu, G., Köklü, Ş. ve Korkmaz, A. (2018). Bitkilerde melatonin ve üstlendiği davranışlar. *Tarım ve Doğa Dergisi* , 21 (2), 264.
- 53- Ye T, Yin X, Yu L, Zheng SJ, Cai WJ, Wu Y, Feng YQ. Metabolic analysis of the melatonin biosynthesis pathway using chemical labeling coupled with liquid chromatography-mass spectrometry. *J Pineal Res.* 2019;66(1):e12531. doi:10.1111/jpi. 12531
- 54- Zhang, N., Sun, Q., Zhang, H., Cao, Y., Weeda, S., Ren, S., Guo, Y. D. (2015). Roles of melatonin in abiotic stress resistance in plants. *Journal of experimental botany*, 66(3), 647-656.
- 55- Zhang, N., Zhang, H. J., Sun, Q. Q., Cao, Y. Y., Li, X., Zhao, B., ... Guo, Y. D. (2017). Proteomic analysis reveals a role of melatonin in promoting cucumber seed germination under high salinity by regulating energy production. *Scientific reports*, 7(1), 503.
- 56- Zhang, N., Zhang, H. J., Zhao, B., Sun, Q. Q., Cao, Y. Y., Li, R., ... Guo, Y. D. (2014). The RNA-seq approach to discriminate gene expression profiles in response to melatonin on cucumber lateral root formation. *Journal of pineal research*, 56(1), 39-50.
- 57- Zhao D, Yu Y, Shen Y, Liu Q, Zhao Z, Sharma R, and Reiter RJ. Melatonin synthesis and function: evolutionary history in animals and plants. *Front Endocrinol.* 2019;10:249. doi:10.3389/fendo.2019.00249.
- 58- Zheng, H., Liu, W., Liu, S., Liu, C., Zheng, L., 2019. Effects of melatonin treatment on the enzymatic browning and nutritional quality of fresh-cut pear fruit. *Food Chemistry*, 299: 125116.

RESIDUAL EFFECTS OF FORAMSULFURON + THIENCARBAZONE-METHYL ON THE GERMINATION AND SEEDLING GROWTH OF CEREAL AND PULSE CROPS

Fethi YILDIZ¹ / Mehmet ARSLAN² / Mohamed Ahmed ABDI¹

¹Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences,
Department of Agricultural Biotechnology, fethisezervldz@gmail.com,

0009-0000-2408-7583

²Erciyes University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural
Biotechnology, mehmetarslan@erciyes.edu.tr, 0000-0002-0530-157X

Abstract

Conviso Smart sugar beet system developed by Bayer Crop Science and KWS SAAT SE & Co. KGaA allows to use ALS inhibitor group herbicide for weed control in sugar beet (*Beta vulgaris* L.). Conviso Smart technology, which can control problem weeds in sugar beet planting areas, has been adopted in a short time and the planting of Conviso Smart sugar beet cultivars has been rapidly increased. Some of the Conviso Smart sugar beet growers reported yield reduction in barley and wheat grown after Conviso Smart sugar beet. This study was planned to detect the residual effects of Conviso (foramsulfuron and thienencarbazone-methyl) herbicide on the germination and seedling growth characteristics of barley, wheat, corn, chickpea, lentil and bean seeds. The experiment was carried out under a completely randomized design, in a factorial scheme with two factors with four replications. Barley, wheat, corn, chickpea, lentil and bean were subjected to germination tests in Petri dishes containing 1, 2, 4, 8, 16 and 32 µl/L Conviso herbicide. After the germination period, germination rates, seedling and root lengths were determined. Germination rates of the tested crop species decreased significantly depending on the increase in the herbicide concentration. The highest germination rates were obtained from the control treatments, and the lowest were obtained from 32 µl/l herbicide treatments. In the tested species, germination rates were negatively affected by the herbicide applied in the following order: wheat = chickpea = corn > lentil > barley. In studies conducted with soil samples taken from Conviso Smart sugar beet grown areas, no germination and seedling growth differences were observed among the tested crop species. Under field condition it is hard to detect yield reductions in the following crops due to herbicide residue. Under field conditions, no yield reduction has been proven in crops grown after Conviso Smart sugar beet.

Keywords: Germination rate, foramsulfuron, thienencarbazone-methyl, seedling growth herbicide residue

FORAMSULFURON + TIENCARBAZONE-METİL'İN BAZI BUĞDAYGİL VE BAKLAGİL BİTKİLERİNİN ÇİMLENMESİ VE FİDE BÜYÜMESİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Özet

Bayer Crop Science ve KWS SAAT SE & Co. KGaA tarafından geliştirilen Conviso sistemi şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.) yetiştiriciliğinde yabancı ot kontrolünde ALS inhibitör grubu herbisitlerin kullanımına olanak sağlamıştır. Şeker pancarı ekim alanlarında sorun olan yabancı otları kontrol edebilen Conviso Smart teknolojisi kısa sürede benimsenmiş ve Conviso Smart şeker pancarı çeşitlerinin ekimleri hızla artmıştır. Bazı Conviso Smart şeker pancarı yetiştiricileri, Conviso Smart şeker pancarından sonra yetiştirilen arpa ve buğdayda verimin düştüğünü bildirmişlerdir. Bu çalışma, Conviso (foramsulfuron ve thiencazone-metil) herbisitinin arpa, buğday, mısır, nohut, mercimek ve fasulye tohumlarının çimlenme ve fide büyüme özellikleri üzerine kalıntı etkilerini tespit etmek amacıyla planlanmıştır. Deneme tesadüf parsellerinde, faktöriyel deneme desenine göre, dört tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Arpa, buğday, mısır, nohut, mercimek ve fasulye 1, 2, 4, 8, 16 ve 32 µl/L Conviso herbisit içeren Petri kaplarında çimlendirme testlerine tabi tutulmuştur. Çimlenme dönemi sonrasında çimlenme oranları, fide ve kök uzunlukları belirlenmiştir. Herbisit konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak test edilen bitki türlerinin çimlenme oranları önemli ölçüde azalmıştır. En yüksek çimlenme oranları kontrol uygulamalarından, en düşük çimlenme oranları ise 32 µl/l herbisit uygulamalarından elde edilmiştir. Test edilen türlerde çimlenme oranları şu sırayla Conviso herbisitten olumsuz etkilenmiştir: buğday = nohut = mısır > mercimek > arpa. Conviso Smart şeker pancarı yetiştirilen alanlardan alınan toprak örnekleriyle yapılan çalışmalarda, test edilen ürün türleri arasında çimlenme ve fide büyüme farklılıkları gözlenmemiştir. Tarla koşullarında Conviso Smart sonrası yetiştirilen bitkilerde verim kaybının olduğu ispatlanamamıştır.

Anahtar kelimeler: Çimlenme oranı, foramsulfuron, thiencazone-methyl, fide büyümesi, herbisit kalıntısı

1. INTRODUCTION

Sugar beet (*Beta vulgaris* subsp. *vulgaris*) is an important sugar beet crop belonging to the Chenopodiaceae family, cultivated for sugar production. Sugar is produced and consumed in 127 countries worldwide. Most of the sugar produced is consumed in the country of origin, while the portion traded internationally accounts for only about 30% of total production. Approximately one-quarter of world sugar production comes from sugar beet, with the remainder coming from sugarcane (*Saccharum officinarum* L.). Despite the species difference of sugar beet and sugar cane, climate requirements, and photosynthetic pathways, both commercial sugars share the chemical component of sucrose (more than 99.5% in white crystalline sugar). Russia, Ukraine, the USA, Germany, France, Turkey, China, and Poland account for more than 75% of global sugar beet production. In Turkey, approximately 25.2 million tons of sugar beet were produced on an area of about 3.6 million decares during the 2023/2024 crop season. Sugar supply in Turkey, which was 2.6 million tons in the 2022/2023 marketing year, reached 3.3 million tons in the 2023/2024 season.

KWS SAAT SE and Bayer CropScience AG have developed and commercialized an innovative system for weed control in sugar beet under the name Conviso Smart. The technology is based on breeding sugar beet varieties tolerant to ALS inhibitor class herbicides, enabling broad-spectrum weed control. This offers farmers a new opportunity to make sugar beet cultivation easier, with more flexible and efficient weed control timing. The use of Conviso has made it possible to control major weeds with low dose-to-product rates and fewer applications. Tolerance to this herbicide is based on a change in the acetolactate synthase enzyme, which plays a role in the biosynthesis of essential amino acids. The development of Conviso Smart varieties began with testing suitable sugar beet cell cultures from the KWS gene pool using in vitro selection.

Conviso herbicide consists of two active ingredients: foramsulfuron (50 g/L) and tienecarbazone-methyl (30 g/L) (Wegener et al., 2015). Foramsulfuron belongs to the sulfonylurea subgroup, while tienecarbazone-methyl belongs to the sulfonylaminocarbonyltriazolinone subgroup. Foramsulfuron is primarily absorbed through the leaves, while tienecarbazone-methyl is absorbed through both leaves and roots, resulting in a persistent effect on newly emerged weeds and grasses. Both active ingredients, also in combination with other active ingredients (e.g., isoxaflutol + tienecarbazone + ciprosumamide, foramsulfuron + isoxadiphen, foramsulfuron + iodosulfuron + isoxadiphen, foramsulfuron + iodosulfuron + tienecarbazone + ciprosumamide), have long been approved for use in maize.

Herbicides are habitually applied to crops to have seasonal weed control in the cultivated lands. However, longer herbicide activity due to herbicide carryover often causes certain injury to subsequent crops. For a long time, some herbicide remains active in the soil called soil persistence or soil residual (Bedmar and Gianelli, 2014). Herbicide carryover is a term used to define the occurrence of a herbicide in the soil after its

usage for weed. Misapplication and adverse weather conditions can result in carryover problems of herbicides. The received rainfall during the growing season is one of the most important factors that affects herbicide carryover injuries (Westra et al., 2014). Soil moisture is very important for degradation during the cropping season (Bedmar and Gianelli, 2014). If enough rainfall is not occurred during the season, chemical and microbial degradation of herbicide are reduced seriously.

1.1. Theoretical Framework

Conviso herbicide used in Conviso Smart sugar beet field decompose enough that it poses no hazard to succeeding crops. However, some of the Conviso Smart sugar beet growers complain yield reductions in subsequent barley and wheat. Therefore, this study was planned to detect the residual effects of Conviso (foramsulfuron and thienencarbazone-methyl) herbicide on the germination and seedling growth characteristics of barley, wheat, corn, chickpea, lentil and bean seeds.

2. METHOD

This experiment was carried out in Faculty of Agriculture and Erciyes University, Kayseri, Türkiye in 2026. Wheat cultivar Kızıltan, Barley cultivar Bolayır, corn cultivar P0551, chickpea cultivar Canitez and lentil cultivar Seyran-96 were subjected to germination test with different concentration of Conviso herbicide doses. Uniform seeds based on shape, size and color were selected. Seeds of each species were surface sterilized with 5% Sodium Hypochlorite (NaClO), rinsed with distilled water, and left at room temperature for 24 hours until they regained their original moisture content. Twenty-five seeds of each plant species were counted and placed in Petri dishes lined with filter paper. The applied Conviso (foramsulfuron and thienencarbazone-methyl) herbicide doses were 0, 1, 2, 4, 8, 16 and 32 $\mu\text{l/l}$. Seeds were germinated in Petri dishes containing one layer of filter paper and irrigated with the water containing 0, 1, 2, 4, 8, 16, and 32 $\mu\text{l/l}$ Conviso herbicide. Petri dishes were wrapped in parafilm to prevent evaporation. The Petri dishes were replaced in a plant growth chamber at 25 ± 1 °C. The experiment was a factorial with two factors arranged in a completely randomized design with four replications. Measurements of the investigated parameters in the study were taken on the 4th and 7th days after treatment. In this study, germination rate (%), seedling length (mm), and root length (mm) were examined.

3. RESULTS

Mean germination rate of wheat, barley, corn, chickpea and lentil in different Conviso herbicide doses was given in Table 1.

Table 1. Mean germination rate of wheat, barley, corn, chickpea and lentil in different Conviso herbicide doses

Conviso dose (µl/l)	Germination Rate (%)	Root Length (mm)	Shoot Length (mm)
Control	96.66 A	54.66 A	42.06 A
1	93.67 A	45.47 B	34.26 B
2	89.66 B	31.73 C	26.06 C
4	83.66 C	22.73 D	16.20 D
8	79.00 D	14.07 E	8.26 E
16	74.66 F	8.73 F	2.66 F
32	67.66 F	5.07 G	0.80 G
LSD .05	3.99	2.33	1.79

Germination rate of wheat, barley, corn, chickpea and lentil was significantly varied among Conviso doses (Table 1). The highest germination rate was obtained from control and 1 µl/l herbicide treatment while the lowest germination rate was obtained from 32 µl/l herbicide treatment. The germination rate decreased with the increasing herbicide doses. At the highest herbicide dosage, the tested crop species had the ability to germinate with the reduced germination rate.

When root length was in consideration, The highest root length was obtained from control treatment with 54.66 mm, and the lowest was obtained from 32µl/ herbicide treatment. The root length decreased with the increasing herbicide dosage.

Shoot length showed similar trends of reductions in root length. The highest shoot length was obtained from the control treatment with 42.06 mm, and the lowest was obtained from 32µl/l herbicide treatment with 0.80 mm.

Table 2. Mean germination rate of wheat, barley, corn, chickpea and lentil under Conviso herbicide treated condition

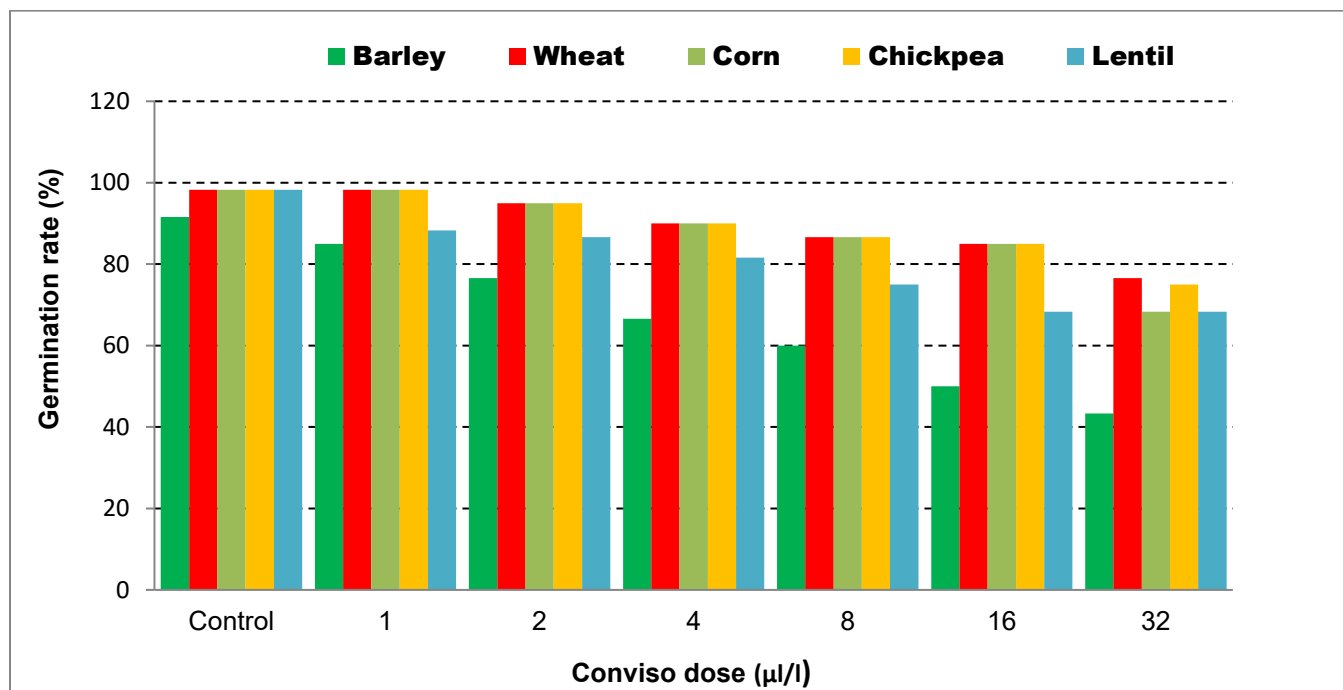
Plant Species	Germination Rate (%)	Root Length (mm)	Shoot Length (mm)
Wheat	90.00 A	32.67 A	23.05 C
Barley	67.62 C	20.48 C	28.00 A
Corn	89.76 A	31.14 A	25.00 B
Chickpea	89.76 A	25.48 B	6.33 E
Lentil	80.71 B	20.57 C	10.71 D
LSD .05	3.379	1.97	1.52

The germination rate, root and shoot lengths of the tested crop species significantly affected from the Conviso herbicide treatment. The inhibitory effect of Conviso on the germination of tested species were Wheat=Corn=chickpea>Lentil > Barley. Germination rate depends on species, the age of the seeds and certain other factors. Barley was the most sensitive crop to Conviso, in terms of germination rate

Root length and shoot length of the tested species significantly varied under Conviso herbicide contaminated conditions. However, it will be no appropriate to compare root and shoot length of the plant species. Since those parameters can vary among the species.

Germination rates of tested crop species performed differently in different Conviso doses (Figure 1). Germination rates decreased with the increasing Conviso doses. Except for barley, wheat corn, chickpea and lentil had similar germination rate in the control treatment. When 1 $\mu\text{l/l}$ Conviso treatment was in consideration, wheat, corn and chickpea represented similar germination performance. However germination rate of lentil reduced 4.8%. The germination rate reduction of lentil continued until 8 $\mu\text{l/l}$ Conviso treatment then remained constant. Similar germination rate reduction of wheat, corn and chickpea were observed in 1, 2, 4, 8 and 16 $\mu\text{l/l}$ Conviso treatments. When 32 $\mu\text{l/l}$ Conviso treatment was in consideration the highest germination reduction was observed in barley with 46%, while the lowest was observed in wheat with 21%.

Figure 1. Germination rate of Barley, wheat, corn, chickpea and lentil in different Conviso treatments



The physical appearance of germinated seeds of tested species under different Conviso doses showed germination rate, shoot length and root length greatly decreased with the increasing rate of herbicide doses (Figure 2). It can be seen from the Figure 1 and Figure 2 that barley was the most sensitive crop in all Conviso doses, in terms of germination rate.



Figure 2. Effects of 0, 1, 2, 4, 8 and 16 $\mu\text{l/l}$ Conviso herbicide on the germination of corn, wheat, barley and lentil

4. CONCLUSION, DISCUSSION AND RECOMMENDATIONS

The residual effect of herbicides on sensitive crops in the soil is known as carryover. Yield reduction could be seen in sensitive subsequent crops due to the limited information in the literature and the inadequate warning and restriction periods in the instructions for use of herbicides. Residual herbicide degradations in the field soil occur over time. Some residual herbicides degrade in a short time, in approximately 3-4 weeks. Others need many months before subsequent crop can be safely planted. Many factors such as soil physical and chemical properties, precipitation, soil tillage and microbial activities in the soil primarily are responsible for herbicide degradation (Ferrell and Vencill, 2003; Martinez et al. 2008; Hixon, 2008). In the current study, reductions in-vitro germination rate, root and shoot length of wheat, barley and lentil were observed the applied 1 $\mu\text{l/l}$ of Conviso doses. In the studies conducted with the soil samples taken from Conviso Smart sugar beet grown areas, no germination and seedling growth differences were observed between control and Conviso herbicide treated soil. Wheat, chickpea and corn were also affected Conviso doses greater than 1 $\mu\text{l/l}$. In case of Conviso herbicide application, there must be a four-month period before planting of subsequent crops and deep tillage is required to eliminate herbicide residue problems.

REFERENCES

- Bedmar, F., Gianelli, V. 2014. Comportamiento de los herbicidas en el suelo. In: Fernández, O.A.; Leguizamón, E.S.; Acciaresi, H.A. (Eds.). Malezas e invasoras de la Argentina: ecología y manejo. Bahía Blanca: Editorial de la Universidad Nacional del Sur. Ediuns, v.1, cap.14, p.361-390.
- Ferrell, J. A. and W. K. Vencill. 2003. Flumioxazin soil persistence and mineralization in laboratory experiments. *J. Agric. Food Chem.* 51:4719–4721.
- Hixon, A. D. 2008. Soil Properties Affect Simazine and Saflufenacil Fate, Behavior, and Performance. Ph.D. dissertation. Raleigh, NC: North Carolina State University, <http://repository.lib.ncsu.edu/ir/bitstream/1840.16/3956/1/etd.pdf>. Accessed: May 11, 2011.
- Martinez, C. O., C.M.M. de Souza Silva, E. F. Fay, R. B. Abakerli, A. de Holanda Nunes Maia, and L. R. Durrant. 2008. The effects of moisture and temperature on the degradation of sulfentrazone. *Geoderma* 147:56–62.
- Westra, E.P. Shaner, D.L.; Westra, P.H., Chapman, P.L. 2014. Dissipation and leaching of pyroxasulfone and S-metolachlor. *Weed Technology*, v.28, n.1, p.72-81.
- Wegener M, Balgheim N, Klie M, Stibbe C, Holtschulte, B. 2015. CONVISO_SMART- ein innovativer Ansatz der Unkrautkontrolle in Zuckerruben. *Sugar Industry* 141, 517–524.

DETERMINATION OF CYTOPLASMIC MALE STERILE AND MAINTAINER GENOTYPES OF SUNFLOWER WITH MOLECULAR MARKERS

Mohamed Ahmed ABDI¹ / Mehmet ARSLAN²

¹Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences,

Department of Agricultural Biotechnology,

Dawaale2023@gmail.com, 0009-0003-3583-673X

²Erciyes University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural

Biotechnology, mehmetarslan@erciyes.edu.tr, 0000-0002-0530-157X

Abstract

Confectionary sunflower (*Helianthus annuus* L.) is mainly cultivated in Central Anatolia for snack food proposes. Owing to higher seed yield and quality, hybrids are preferred over open pollinated varieties. The hybrid breeding system mainly depends on the use of cytoplasmic male sterile lines (S-rfrf), maintainer (N-rfrf), and fertility restorer lines (N-RfRf). To detect maintainer lines, laborious and time-consuming test crosses with a CMS tester are required. Marker assisted selection for the rf gene (the non-restoring allele of restorer-of-fertility locus) can offer a practical way to select maintainer lines in the sunflower breeding programs. Dominant and codominant markers are used to detect Rf1/rf1 alleles for the selection of maintainer or restorer (Rf) genotypes. Seven molecular markers were tested to determine maintainer (N-rfrf) and fertility restorer lines (N-RfRf) in 17 sunflower breeding materials. The fertility status of the developed confectionary sunflower lines was successfully determined with HRG01, HRG02, Primer 67N04_B, PPR621.5 and atp9 markers, without the need for necessary test hybridization.

Keywords: Breeding, confectionary sunflower, marker assisted selection, mail sterility

AY ÇİÇEĞİNDE SİTOPLAZMİK ERKEK KISIR VE SÜRDÜRÜCÜ GENOTİPLERİNİN MOLEKÜLER MARKERLER İLE BELİRLENMESİ

Özet

Çerezlik ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) çoğunlukla Orta Anadolu'da yetiştirilmektedir. Tohum verimi ve kalitesinin daha yüksek olması nedeniyle hibritler çeşitler, açık tozlanan çeşitlere kıyasla tercih edilmektedir. Hibrit tohum üretim sistemi temel olarak sitoplazmik erkek steril hatların (S-rfrf), sürdürücü (N-rfrf) ve kısırılığı onarıcı hatların (N-RfRf) kullanımına bağlıdır. Sürdürücü hatları tespit etmek için zahmetli ve zaman alıcı bir işlem olan CMS hat ile yoklama melezlenmesi yapmak gereklidir. rf geni (fertilite onarıcı lokusun onarıcı olmayan aleli) için işaretleyici destekli seçim, ayçiçeği ıslah programlarında sürdürücü hatların seçimi için pratik bir yol sunar. Baskın ve kodominant markörler, sürdürücü veya onarıcı (Rf) genotiplerinin seçimi için Rf1/rf1 alellerini tespit etmede kullanılır. On yedi ayçiçeği ıslah materyalinde sürdürücü (N-rfrf) ve fertilite onarıcı hatları (N-RfRf) belirlemek için yedi moleküler markör test edilmiştir. Geliştirilen çerezlik ayçiçeği hatları, gerekli test melezlemesine gerek duymadan, fertilite durumları HRG01, HRG02, Primer 67N04_B, PPR621.5 ve atp9 markörleri ile başarılı bir şekilde belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Çerezlik ayçiçeği, ıslah, erkek kısırılığı, markör destekli seleksiyon

1. INTRODUCTION

Confectionary sunflower (*Helianthus annuus* L.) is an important high value crop produced in Central Anatolia. Compared to oil type cultivars, seeds of confectionary sunflower cultivars are large enough to pass through the sieves with a diameter of 7.9 mm, are longer than 2.5cm, have an shelling ratio of at least 50% and weight of 1000 seeds is more than 80 g. Sunflower seeds are highly nutritious, containing about 50% fat (mostly unsaturated), 15-20% protein, and significant amounts of vitamin E, B vitamins, and minerals like magnesium and selenium. They are nutrient-dense, providing antioxidants and essential fatty acids that support cardiovascular health (Staughton, 2019). In Turkey, sunflower is planted on an area of 728 thousand hectares and around 2 million tons of sunflower seed is produced. Although it varies from year to year, 10% of sunflower production in Turkey consists of confectionary sunflower.

Hybrid sunflower seed production involves planting male-sterile line (no pollen producing female, CMS) and male-fertile line (pollinator) having with fertility restorer gene in separate rows within a field (Miller and Fick, 1997). In this method, the female parent is CMS and has sterile cytoplasm (S type cytoplasm), but there is no fertility restoring gene (Rf) in the nucleus. Therefore, the female parent is a male-sterile inbred line of the S-rfrf genotype. The male parent has a normal (N) or S type cytoplasm. The male parent is an inbred RHA line carrying the Rf gene. Consequently, the RHA inbred is male-fertile with either N-RfRf or S-RfRf genotype. The produced hybrids are male-fertile with S-RfRf genotypes.

Molecular markers offer specific advantages in marker assisted selection in trait-specific crop breeding. Phenotypic selection is a time-consuming process, and unreliable due to the environmental effects and measurement errors. The molecular markers closely linked to the trait of interest allow breeders to select desired lines in the early generations.

1.1. Theoretical Framework

The molecular markers linked to the Rf1 gene can be used to identify the lines carrying the Rf1 gene for fertility restoration. In some of instances, the use of one marker may not guarantee for complete fertility restoration. Therefore, the aim of this study was to test several molecular markers to effectively detect fertility restorer and true maintainers lines to accelerate hybrid breeding programs.

2. METHOD

The evaluated sunflower genotypes were taken from the Sunflower breeding program of Erciyes University, Agriculture Faculty, Kayseri, Türkiye. The list of the tested sunflower genotypes was given in Table 1. Three genotypes having Sfrf (CMS), N-rfrf (Maintainer) and (N-RfRf) were used as control genotypes. The other genotypes were selfing of certain crosses in the breeding programs having either rfrf, Rf1Rf1 or RfRf

allels. Plants of Rf and CMS lines were determined by visual checking at the flowering stage and parent-offspring analysis.

The sunflower genotypes were planted in small pots to have seedling having 3-4 leaves for DNA extraction. Genomic DNA of the sunflower genotypes was isolated according to Doyle and Doyle (Doyle and Doyle, 1990).

Table 1. List of confectionary sunflower genotypes used in the study

No	Genotype	Fertility	No	Genotype	Fertility
1	ERU-61F	CMS (S-rfrf)	10	ERU-MA18	Unknown
2	ERU-61M	Maintainer (N-rfrf)	11	ERU-MA20	Unknown
3	ERU-61P	Restorer (N-RfRf)	12	ERU-MA23	Unknown
4	ERU-MA1	Unknown	13	ERU-MA26	Unknown
5	ERU-MA2	Unknown	14	ERU-MA28	Unknown
6	ERU-MA6	Unknown	15	ERU-MA30	Unknown
7	ERU-MA9	Unknown	16	ERU-MA34	Unknown
8	ERU-MA14	Unknown	17	ERU-MA36	Unknown
9	ERU-MA15	Unknown			

The sunflower genotypes were planted in small pots to have seedling having 3-4 leaves for DNA extraction. Genomic DNA of the sunflower genotypes was isolated according to Doyle and Doyle (Doyle and Doyle, 1990).

PCR assays were carried out according to Markin et al. (2016). PCR were conducted in 10 µl reaction volume containing 1× PCR buffer, 400 µM dNTPs, 2.5 mM MgCl₂, 0.5 U Taq DNA Polymerase, 0.4 µM of each primer and 50 ng of genomic DNA. PCR cycling conditions were as follows: an initial denaturation step at 95 °C for 3 min, followed by 38 cycles of 94 °C for 30 s, 50 °C for 30 s, 72°C for 45 s, and a final extension step at 72°C for 10 min. The amplification products were electrophoresed on ethidium bromide stained 2% agarose gels at 120 V for 60 min. A DNA ladder of 100 bp was used as a marker of fragment length. The gel was photographed using the Quantity One (BioRad) Gel Photo documentation System. The name of the primers and sequences was given in Table 2.

Table 2. List of primer used in the study

Primer Name	Forward	Reverse
HRG01	GGCATGATCAAGTACATAAGCACAGTC	TATGTACGGGAATGAGCTCCGGTT
HRG02	TGAGTTTACTCCGGCAACTCGTTC	TGCTCTTGAATGGCAGTGGTGATG
ORS191	ACTGCGTTTGTGATTACTGGTG	CATGCACTGAAGACATACACCC
ORS1114	AGATGGTGGCAGGAGAGTTAAAG	GCAGAAACAGATCAGGAGGGTAT
ORS316	ATATTAAGTTTTGGTTTTAGCCAGAA	ATATTAAGTTTTGGTTTTAGCCAGAA
67N04_R	GGCTGCCATTAGTGAAGGAG	
PPR621.5_R	CCGGATTGTGTTCCGATTAG	

3. RESULTS

Seventeen confectionary sunflower genotypes were investigated to determine alleles controlling male fertility. Cytoplasmic male sterile lines (S-rfrf), maintainer (N-rfrf), and fertility restorer lines (N-RfRf) are used to produce commercial hybrid seeds. As indicated female line must be both cytoplasmic and genetic sterility (S-rfrf). In order to reproduce CMS seeds, CMS plants have to pollinate with its maintainer (N-rfrf). Therefore, maintainer line is required just for reproduction of CMS line. A pollinator line is required to cross CMS line to have hybrid seeds. This pollinator line must have fertility restorer lines (RfRf) that its hybrids will produce functional pollens. In conventional plant breeding, selection of CMS, maintainer and restorer genotypes were done by visual selection that takes a long time. However, marker assisted selection allows to select S-rfrf, N-rfrf, S-rfrf, RfRf and Rfrf alleles, long before flowering stage. In this study we used the known standard male sterile (S-rfrf), maintainer (N-rfrf), and fertility restorer (N-RfRf) lines as control genotypes. We used seven molecular markers to determine maintainer (N-rfrf) and fertility restorer lines (N-RfRf) in of confectionary sunflower breeding materials developed by Erciyes University, Agriculture Faculty.

The confectionary breeding materials were obtained by crossing or selfing to develop parental lines for hybrid seed production. The confectionary sunflower genotypes were amplified with the primer HRG01. The electrophoregram of HRG01 was given in Figure 1. Seven of the tested confectionary sunflower genotypes had 450 bp bands. Genotypes ERU-61F, ERU-61M, ERU-MA1, ERU-MA2, ERU-MA9, ERU-MA20 and ERU-MA26 had no bands, indicating they have rf1rf1 alleles. The genotypes having 450 bp bands were fertility restorer lines (Rf1Rf2).

When primer HRG02 was in consideration this marker was also found informative for the Rf1 dominant allele identification. The electrophoregram of HRG02 was given in Figure 2. Ten of the tested confectionary sunflower genotypes had 740 bp bands. Genotypes ERU-61F, ERU-61M, ERU-MA1, ERU-MA2, ERU-MA9, ERU-MA23 and ERU-MA28 had no bands, indicating they have rf1rf1 alleles. The genotypes, ERU-61P, ERU-

MA6, ERU-MA14, ERU-MA15, ERU-MA18, ERU-MA20, ERU-MA26, ERU-MA30, ERU-MA34 and ERU-MA36 having 740 bp bands, were fertility restorer lines (Rf1Rf2).

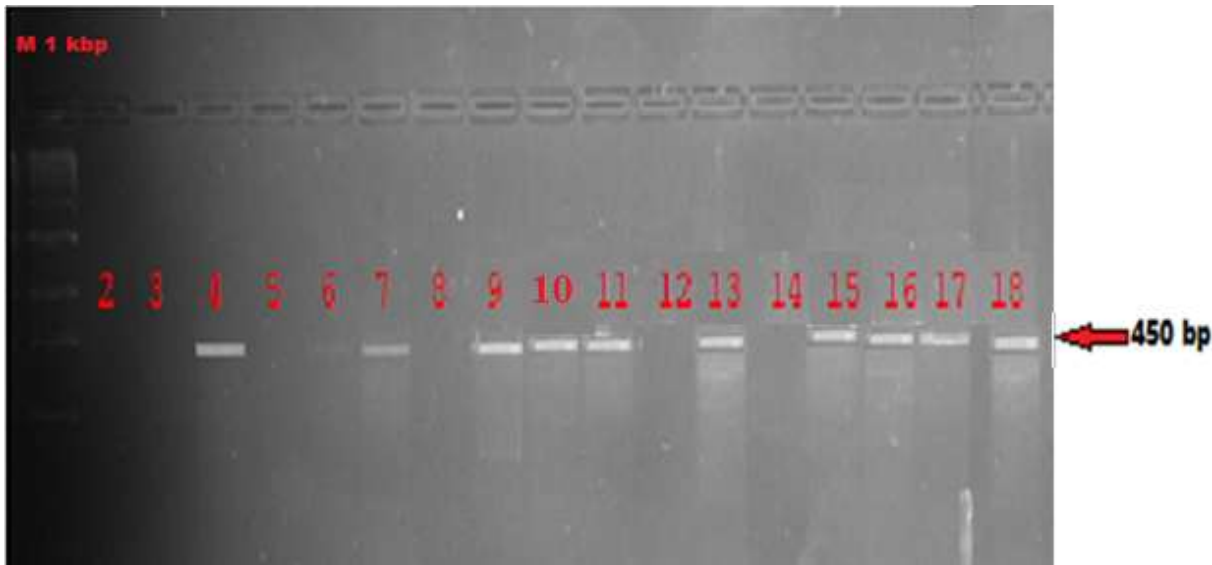


Figure 1. Electrophoregram of HRG01. Genotypes having no 450 bp bands are CMS lines (rf1rf1) and genotypes having 450 bp bands are fertility restorer lines (Rf1Rf2).

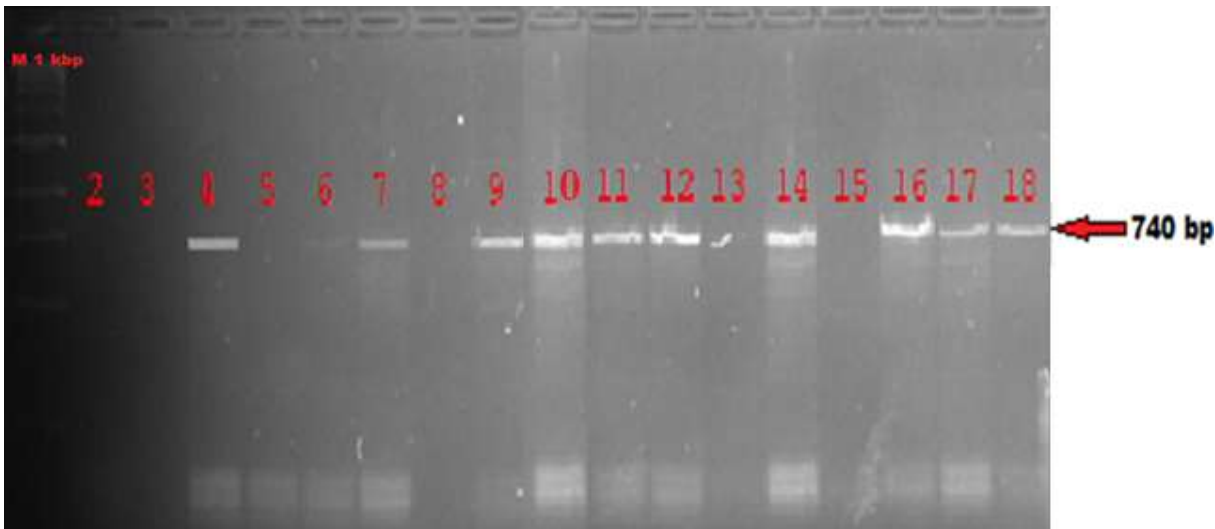


Figure 2. Electrophoregram of HRG02. Genotypes having no 740 bp bands are CMS lines (rf1rf1) and genotypes having 740 bp bands are fertility restorer lines (Rf1Rf2)

The electrophoregram of PPR621.5 and atp9 was given in Figure 3. ERU-MA2, ERU-MA18, ERU-MA20, ERU-MA26 and ERU-MA34 had rrf alleles. Genotypes ERU-MA6, ERU-MA14, ERU-MA30 and ERU-MA36 had Rf1rf1 alleles



Figure 3. Electrophoregram of marker PPR621.5 and atp9. Genotypes having one band have rflrf1 alleles and genotypes having two bands have Rf1- alleles.

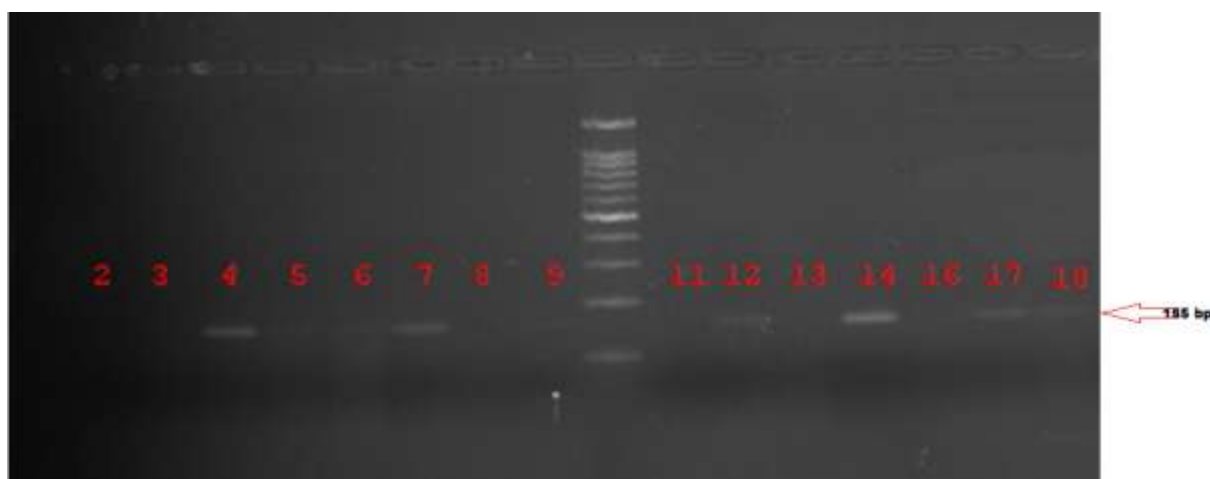


Figure 4. Electrophoregram of marker 67N04_B. Genotypes having 155 bp bands maintainer lines

When marker 67N04_B marker was in consideration, the confectionary sunflower genotypes 4 ERU-61P, ERU-MA6, ERU-MA20, ERU-MA26, ERU-MA34 and ERU-MA36 were determined as maintainer lines having rfrf alleles (Figure 4). However, genotypes ERU-MA14, ERU-MA15 and ERU-MA30 determined as having rfrf alleles were not detected with marker 67N04_B.

4. CONCLUSION, DISCUSSION AND RECOMMENDATIONS

Our results are consistent with those of Markin et al. (2017) Reddemann and Horn (2018); Horn et al. (2019) and Zailasheva et al. (2025). The primers HRG01, HRG02, Primer 67N04_B, PPR621.5 and atp9 were informative markers to detect plants carrying alleles for maintainer and restorer of fertility in sunflower breeding programs. The developed confectionary sunflowers lines were selected without necessary test crossing to understand their status of Rf/rf alleles.

REFERENCES

- Doyle, J.J., Doyle, J.L. 1990. Isolation of plant DNA from fresh tissue. *Focus* 1990, 12, 13-15.
- Markin N., Usatov A., Makarenko M., Azarin K., Gorbachenko O., Kolokolova N., Usatenko T., Markin, O. and Gavrilova V. 2017. Study of informative DNA markers of the Rf1 gene in sunflower for breeding practice. *Czech J. Genet. Plant Breed. Vil.*, 53: 69-75. doi:10.17221/108/2016-cjgpb.
- Miller, J.F. and G.N. Fick. 1997. Sunflower Genetics. In: *Sunflower Technology and Production*. (Ed: A.A. Schneiter), Agronomy Monographs, 35. ASA. CSSA and SSSA. Madison, WI, USA. pp. 441-495.
- Staughton, J., The amazing benefits of sunflower oil. *Oilseeds Focus*, 2019. 5(2): p. 40-41.
- Zailasheva, A. Sancar, B., Zonon, Mamoudou A. Karabeniz, Pakashtica, V. Sever Mutlu, S., Mutlu, N. 2025. Molecular Marker Aided Selection of Restorer of Fertility (Rf/rf) Alleles to Develop Maintainer Lines in Sunflower. *Turkish Journal of Field Crops*, 30: 88-97. DOI:10.17557/tjfc.1595579

POTANSİYEL SİT ALANI ÖZELLİĞİNDEKİ ŞEREFİYE ŞELALERİNİN (ŞIRNAK, TÜRKİYE) JEOLJİK AÇIDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Gökhan Yıldırım¹/ Doç. Dr. Çetin Yeşilova²

¹ Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Bölümü Van/Türkiye,

0009-0009-4163-1128

² Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Van/Türkiye 0000-0002-8884-0842

Özet

Jeolojik miras; bir bölgenin jeolojik yapısını, tarihsel gelişimini ve evrimsel süreçlerini yansıtan, bilimsel, estetik ve kültürel açılarından önemli değerler taşıyan doğal varlıklardır. Bu mirasın korunarak gelecek nesillere aktarılması, yalnızca yer bilimleri açısından değil, aynı zamanda bölgesel kalkınma, doğal alanların sürdürülebilir kullanımı ve çevre yönetimi bakımından da stratejik bir öneme sahiptir.

Bu çalışmada, incelenen Şerefiye Şelaleleri, jeolojik yapıları, tektonik özellikleri, kayaç türleri ve jeomorfolojik süreçleri detaylı biçimde analiz edilmiştir. Bu analizler sonucunda, ilgili bölgelerin jeolojik çeşitliliği ve özgünlükleri ortaya konmuş, sahip oldukları bilimsel ve doğal değerler değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda, söz konusu alanların korunma öncelikleri belirlenmiş ve doğal sit alanı ilan edilme potansiyelleri incelenmiştir.

Çalışma kapsamında yapılan jeolojik ve jeomorfolojik değerlendirmeler sonucunda; Şerefiye Şelaleleri, sahip oldukları morfolojik ve estetik özellikler ile *jeomorfosit* olarak nitelendirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Jeomorfosit, Jeosit, Jeolojik Miras, Şerefiye Şelaleleri, Şırnak

GEOLOGICAL EVALUATION OF THE ŞEREFIYE WATERFALLS AS A POTENTIAL NATURAL PROTECTED SITE (ŞIRNAK, TÜRKİYE)

Abstract

Geological heritage refers to natural assets that reflect the geological structure, historical development, and evolutionary processes of a region, possessing significant scientific, aesthetic, and cultural value. The conservation and transmission of this heritage to future generations is of strategic importance not only for the geosciences but also for regional development, sustainable use of natural areas, and environmental management.

In this study, the Şerefiye Waterfalls were analyzed in detail in terms of their geological structure, tectonic features, rock types, and geomorphological processes. As a result of these analyses, the geological diversity and uniqueness of the study area were revealed, and its scientific and natural values were evaluated. Based on the obtained data, the conservation priorities of the area were determined, and its potential to be designated as a protected natural site was assessed.

According to the geological and geomorphological evaluations carried out within the scope of the study, the Şerefiye Waterfalls have been classified as a geomorphosite due to their morphological and aesthetic characteristics.

Keywords: Geomorphosite, Geosite, Geological Heritage, Şerefiye Waterfalls, Şırnak

1. GİRİŞ

Jeolojik miras, bir bölgenin jeolojik yapısını, tarihini ve evrimsel süreçlerini ortaya koyan, bilimsel, estetik ve kültürel açıdan büyük değer taşıyan doğal kaynakları ifade eder. Bu mirasın korunması ve gelecek nesillere aktarılması hem yer bilimleri açısından hem de bölgesel kalkınma ve sürdürülebilir çevre yönetimi açısından büyük önem taşımaktadır. Türkiye, zengin jeolojik çeşitliliğe sahip bir ülke olup, bu zenginlik ülkenin dört bir yanındaki sit alanlarında somutlaşmaktadır. Şırnak ili, Türkiye'nin güneydoğusunda yer alması ve farklı jeolojik süreçlerin etkisi altında kalmış olması nedeniyle dikkat çeken bir bölgedir. Bu bölge, sahip olduğu jeolojik unsurlar ve doğal yapılar ile önemli bir jeolojik miras potansiyeline sahiptir.

Şırnak ili, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan ve farklı tektonik hareketlerin, volkanik aktivitelerin ve sedimantasyon süreçlerinin etkisiyle şekillenmiş bir coğrafyaya sahiptir. Bölgenin jeolojik yapısı, milyonlarca yıllık süreçler sonucu oluşmuş kayaçlardan, fosil yataklarından, stratigrafik kesitlerden ve önemli tektonik yapılarından oluşmaktadır. Ayrıca, Şırnak'ta yer alan sit alanları, bölgenin jeolojik evrimine ışık tutmakta ve yer bilimleri açısından önemli veriler sunmaktadır. Bu sit alanlarının doğru şekilde değerlendirilmesi, yalnızca bilimsel bilgi birikimine katkı sağlamakla kalmayacak, aynı zamanda bu alanların korunması ve sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesine de olanak tanıyacaktır.

Bu çalışmada, Şırnak ili sınırları içerisinde yer alan potansiyel sit alanı statüsündeki, Şerefiye Şelalelerinin, jeolojik açıdan değerlendirilmesi hedeflenmektedir. Bu bağlamda, bölgenin jeolojik yapısının incelenmesi, şelalelerin oluşum süreçlerinin analiz edilmesi ve bu alanın jeolojik miras olarak değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Çalışma, bölgenin jeolojik özelliklerini ortaya koyarak hem yerel hem de ulusal düzeyde korunması gereken doğal mirasın önemine dikkat çekecek ve bu alanların sürdürülebilir yönetimi için öneriler sunacaktır.

1.1.Kavramsal Tanımlamalar ve Terimler

1.1.1. Genel Kavramlar

Kültür Varlığı

Tarih öncesi ve tarihi dönemlere ait, bilim, kültür, din ve güzel sanatlarla ilgili olan ya da bu dönemlerde sosyal yaşamda yer bulmuş, bilimsel ve kültürel açıdan özgün değere sahip tüm taşınır ve taşınmaz varlıklar, yer üstünde, yer altında veya su altında bulunmaları fark etmeksizin, kültür varlığı olarak kabul edilmektedir (Özlüer 2018).

Tabiat Varlığı

Jeolojik devirler ile tarih öncesi ve tarihi dönemlere ait olan, ender bulunmaları ya da özellikleri ve estetik değerleri açısından korunması gereken, yer üstünde, yer altında veya su altında bulunan varlıklar tabiat varlığı olarak kabul edilmektedir (Özlüer 2018).

Koruma Alanı

Koruma alanı, ICOMOS Türkiye 2013 Mimari Mirası Koruma Bildirgesi'ne göre, "taşınmaz kültür ve tabiat varlıkları ile bu varlıkların korunması gereken çevresel değerlerini korumak amacıyla gelişim ve yapılaşmanın kontrol altında tutulması gereken alanlar" olarak tanımlanmıştır. Bu kavram, devlet tarafından koruma altına alınmış tüm alanları ifade etmektedir (Özlüer 2018).

Sit Alanı

Sit alanı, tarihi, kültürel, arkeolojik, bilimsel veya doğal değer taşıyan, bu nedenle koruma altına alınması gereken alanlardır. Bu alanlar, geçmiş uygarlıklardan kalma kalıntılar, yapılar, doğal güzellikler veya özel ekosistemler içerebilir. Sit alanları, taşıdıkları değer türüne ve önemine göre arkeolojik, doğal veya kentsel sit olarak sınıflandırılabilir ve gelişim, yapılaşma gibi faaliyetler sıkı denetim altına alınır.

Sit alanları, korunması gereken kültürel ve doğal değerler taşıyan özel alanlardır ve genellikle üç ana kategoriye ayrılır:

1. **Arkeolojik Sit Alanları:** Tarih öncesi dönemlerden yakın geçmişe kadar uzanan, yerleşim izleri, kalıntılar, tarihi yapılar veya arkeolojik değere sahip her türlü buluntu ve yapıyı içeren alanlardır. Bu alanlarda kazı ve yapılaşma faaliyetleri sıkı kurallara tabidir, çünkü arkeolojik sitler tarihî ve bilimsel bilgi açısından büyük öneme sahiptir.

2. **Doğal Sit Alanları:** Jeolojik, ekolojik veya biyolojik açıdan özel bir değere sahip, korunması gereken doğal alanlardır. Bu tür alanlar, ender rastlanan bitki ve hayvan türleri, özel jeolojik oluşumlar ya da ekosistemleri barındırabilir. Doğal sit alanları hem çevresel sürdürülebilirlik hem de doğal güzelliklerin korunması açısından önemlidir.

3. **Kentsel Sit Alanları:** Tarihi kent dokusunu ve kültürel mirası korumak amacıyla belirlenen, geleneksel kent yapılarının ve sosyal yaşamın izlerini taşıyan alanlardır. Bu sit alanları, eski mahalleler, sokak dokuları, sivil mimari örnekleri gibi kent kültürünü yansıtan yapıları içerebilir. Koruma altına alınan bu alanlar hem kültürel mirasın yaşatılmasını sağlar hem de kent estetiğini korur.

Sit alanları, bu kategorilere göre koruma dereceleri belirlenerek yapılaşma ve diğer faaliyetlere uygunluk açısından düzenlemelere tabi tutulur (Özlüer 2018, Yalçın ve Göktepe 2018).

1.1.2. Jeolojik (Doğal) Sit Alanları Terimleri

Jeosit

Yer kabuğunun oluşumu veya evrimi sürecinde meydana gelen olaylar, süreçler veya oluşumları temsil eden kayalar, mineraller, fosil toplulukları, tabakalar, jeolojik yapılar ve dokular, bilimsel belge niteliği taşıyan ve bazı durumlarda estetik açıdan değer taşıyan doğal varlıklardır (Wimbledon, 1996; ProGEO Group, 1998; Kazancı vd., 2015; Güngör ve Çiftçi, 2021).

Jeositler, oluşum özelliklerine göre çeşitli alt kategorilere ayrılabilir: fosil sit alanları, yapısal (stratigrafik) sit alanları, tektonik sit alanları, sedimantolojik sit alanları, magmatik (volkanik) ve metamorfik sit alanları, mineralojik ve ekonomik sit alanları, petrografik sit alanları, jeomorfolojik sit alanları (jeomorfosit) ve hidrojeolojik sit alanları (Görmüş ve Öner Akın, 2017).

Jeomorfosit

Jeomorfositler, bilimsel, estetik, kültürel ve sosyo-ekonomik değerlere sahip jeomorfolojik yeryüzü biçimleridir (Panizza, 2001).

Jeolojik Miras

Yok olması durumunda, ait olduğu bölgeye dair bilgi ve jeolojik bir belgenin kaybına yol açacak, nadir bulunan ve yok olma tehlikesi altında olan jeositlerdir (Wimbledon, 1996; Kazancı, 2010; Kazancı vd., 2015; Güngör ve Çiftçi 2016). Görsel değeri bulunan büyük jeolojik yapılar, nadir görülen jeolojik oluşumlar, fosil yatakları, tektonik yapılar, tip kesitler, yer şekilleri, mineral toplulukları ve maden yatakları “jeolojik miras” unsurları arasında yer alır (Arık vd., 2012).

Jeosit Çatı Listesi

Avrupa’da 1995 yılında kurulan Avrupa Jeolojik Mirası Koruma Birliği (European Association for the Conservation of Geological Heritage; ProGEO), yer bilimlerinin tüm disiplinlerini kapsayacak şekilde jeositleri on ana kategori altında sınıflandırmıştır (ProGEO, 1998; Kazancı vd., 2015; Güngör ve Çiftçi, 2021). Bu kategoriler; stratigrafik yapılar, çökeltme ortamlarına ilişkin unsurlar, volkanik–metamorfik–tortul–petrolojik yapılar ve dokular, jeolojik olaylar ve provenşler, mineralojik ve ekonomik kaynaklar, tektonik yapılar, jeomorfolojik oluşumlar, aşınım ve birikim süreçleri, yer şekilleri ve görsel peyzajlar, göktaş kökenli olaylar, kıta ve okyanus ölçekli süreçler, levha tektoniği ile ilgili oluşumlar, denizaltı jeolojisi ile tarihî ve kültürel nitelikteki jeositleri içermektedir (ProGEO, 1998; Kazancı vd., 2015; Çiftçi ve Güngör, 2016).

Bu sınıflandırma, temel bir çerçeve sunmakla birlikte, ayrıntılı tanımlama açısından yeterli bir sistem oluşturmaz. Bu nedenle, her ana grup içinde benzer özellik taşıyan jeositlerin bir araya getirildiği alt kategoriler oluşturulmakta ve bu sistematik yapı “Çatı Listesi” olarak adlandırılmaktadır (Brilha vd., 2005; Çiftçi ve Güngör, 2016).

Türkiye’de jeositlerin sınıflandırılmasında bir çatı listenin gerekliliği Kazancı ve Şaroğlu (2009) ile Kazancı vd. (2012) tarafından vurgulanmıştır. Bu kapsamda, “Türkiye Jeolojik Miras Çatı Listesi” için önerilen sistematik Kazancı vd. (2015) tarafından sunulmuş, ardından Çiftçi ve Güngör (2022) tarafından detaylandırılarak yeniden yapılandırılmıştır (Şekil 1).

Jeoçeşitlilik

Jeoçeşitlilik, belirli bir bölgedeki doğal jeolojik ve jeomorfolojik unsurları (kayaçlar, mineraller, çökel birikintileri, fosiller, yapılar, yüzey şekilleri ve bunlara etki eden süreçler) kapsayan bir kavramdır. Bu terim, yalnızca jeositlerin sayısal çeşitliliğini değil, aynı zamanda bu unsurlar arasındaki etkileşim ve ilişkileri de içerir. Jeoçeşitlilik, yeryüzü sisteminin işleyişini anlamak ve bu bilgiyi aktarmak açısından önemli bir temel oluşturmaktadır (Gümüş, 2019).

Jeopark

Aynı veya farklı türden en az birkaç jeosit veya jeomirasın bir arada yer aldığı, yaya gezme mesafesinden daha geniş alanlardır (JEMİRKO, 2005). Jeoparklarda, tüm doğal ve kültürel miras unsurları korunurken, aynı zamanda sosyokültürel kalkınma da hedeflenmektedir (Çiftçi ve Güngör, 2016).

Jeokoruma

Jeositlerin oluşumu, insan ömrüyle kıyaslanamayacak kadar uzun zaman dilimlerini kapsar. Bu nedenle, tahribatın önlenmesi ve gelecekteki nesilleri göz önünde bulundurarak sürdürülebilir kullanımın sağlanması amacıyla alınan önlemler “Jeokoruma” başlığı altında değerlendirilmektedir. Bu bağlamda, öncelikle yerel halkın bilinçlendirilmesi, ardından kamu kurumlarının jeokoruma kavramının önemine dair bilgilendirilmesi ve gerekli sorumlulukları üstlenmeleri beklenmektedir (Kazancı, 2010, Güngör ve Çiftçi 2016).

Jeoenvanter

Bir jeopark çalışmasının temel unsuru, önerilen jeoparkın "Ana Teması" belirlendiğinde, bu alan içinde kalan jeositlerin tanımlanmasıdır. Bu süreç, aslında o bölgede Dünya'nın oluşumunun bir evresinden beri var olan jeolojik miras unsurlarının, ana temaya uygun olarak jeoturizm nesnesi olacak şekilde yerel düzeyde tanımlanmasını içerir. Jeopark alanında yeterli sayıda bulunması gereken bu jeolojik miras unsurlarının sistematik olarak kimlik kartlarına işlenmesi, jeositlerin envanterinin çıkarılması anlamına gelir. Bu işlem görünüşte basit olsa da önemli bir deneyim ve bilgi birikimi gerektirir. Envanter hazırlığına başlamadan önce, çalışmanın amacı, konusu, kapsamı/değeri, ölçeği ve kullanım amacı net bir şekilde belirlenmelidir (Lima vd., 2010). Bu yaklaşımla belirlenen jeolojik miras öğeleri ve jeositler, bilimsel veya estetik değer taşımaları nedeniyle PROGEO (1998) çizelgesindeki ölçütlere göre tanımlanmalı ve sınıflandırılmalıdır (Güngör ve Çiftçi 2016).

Jeoturizm

Jeoturizm, jeolojik miras ve jeopark kavramlarının gelişimiyle birlikte giderek büyüyen, bilgi temelli bir ekoturizm türüdür. Genellikle jeoparklarda yer alan jeolojik miras öğelerini ziyaret edenler, bu geziler sırasında Dünya'nın oluşum dönemlerine, minerallere, fosillere, kayaçlara ve jeomorfolojik süreçlerle şekillenmiş yer şekillerine dair önemli bilgiler edinmektedir (Güngör ve Çiftçi 2016).

Jeoturizm, kayaçlar, fosiller, mineraller, volkanlar, buzullar, jeomorfolojik oluşumlar, depremler, seller, heyelanlar gibi doğal olaylar, yapısal özellikler, çöller, göller, mağaralar, nehirler ve maden ocakları gibi jeolojik unsurları ve insan-jeoloji ilişkisini gözlemlemeye yönelik turizm faaliyetlerini içerir. Bu alanlar ziyarete hazırlanırken jeokoruma önlemleri alınarak ziyaretçilerin neden olabileceği olası zararlar engellenir. Bu sayede, jeolojik mirasın korunması ile jeoturizm faaliyetleri uyumlu hale getirilmiş olur (Güngör ve Çiftçi 2016).

Çiftçi ve Güngör (2021), jeoturizm kavramını "jeolojik varlıkların öznesi olduğu, bilimsel, sosyal ve ekonomik amaçlara uygun düzenlenen doğa tanıtım faaliyetlerinin tümü" olarak tanımlamıştır.

2. YÖNTEM

2.1. Çalışma Sınırları ve Harita Hazırlığı

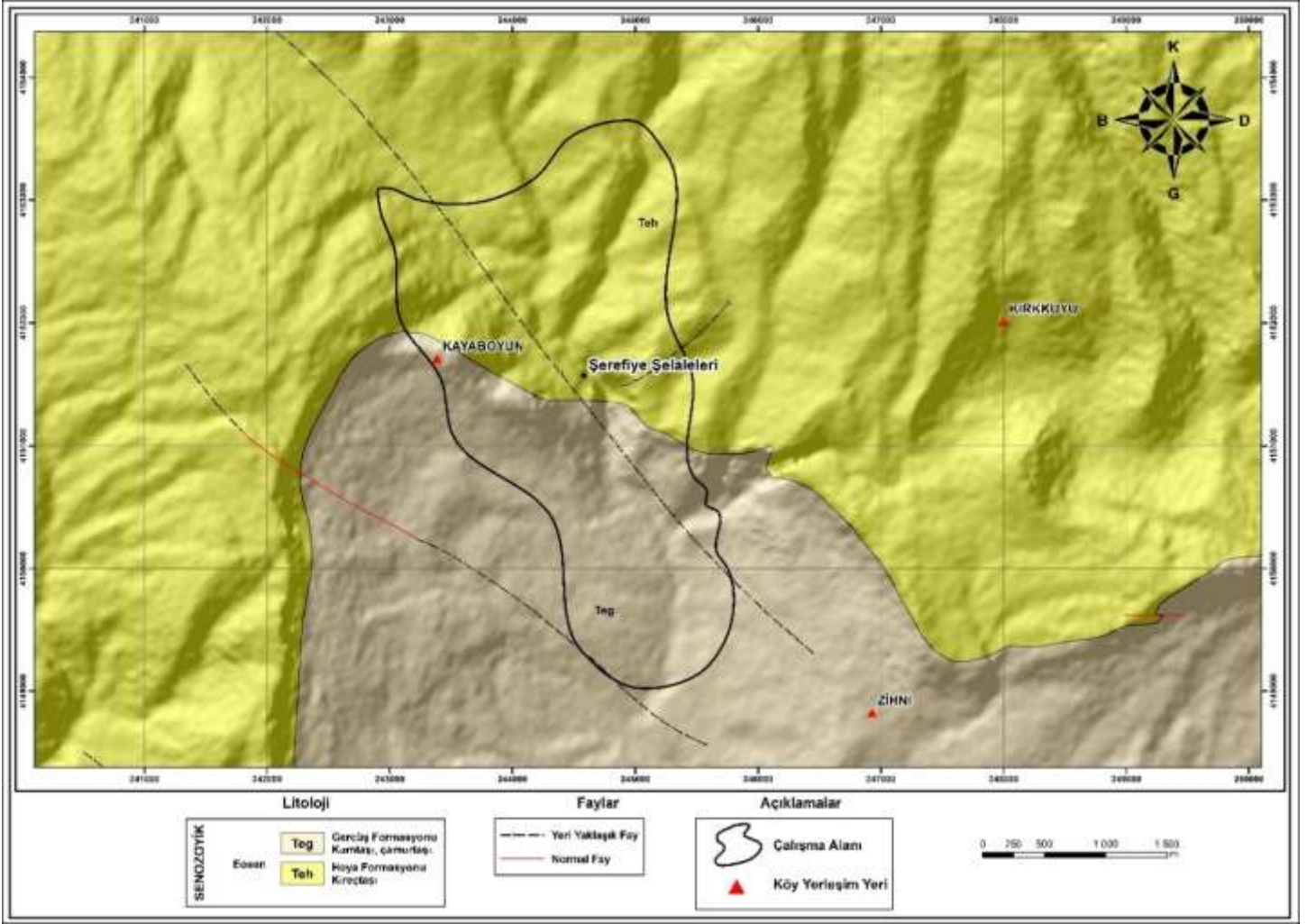
İnceleme sınırı, jeolojik süreçlere dayalı olarak belirlenmiş ve 1/25 000 ölçekli jeoloji haritası, literatür ile saha çalışmaları verileri doğrultusunda oluşturulmuştur.

2.2. Çizelgeler İle Değerlendirme

Jeolojik, jeomorfolojik ve hidrojeolojik değer taşıyan mevcut veya potansiyel sit alanlarının araştırılması ve incelenmesi, söz konusu alanın jeolojik süreçlere dayalı oluşumlarına göre belirlenen sınırlar içinde yapılmıştır. Bu alanın inceleme sınırı, mevcut kaynak değerlerinin oluşumunu esas alan jeolojik süreçlere göre tanımlanmış ve buna uygun olarak, 1/25.000 ölçekli jeoloji haritası literatür ve yerinde yapılan saha çalışmaları doğrultusunda hazırlanmıştır. Bu çalışma kapsamında, belirlenen Şerefiye Şelaleleri, Bulgular bölümünde verilen Çizelgeler yardımıyla değerlendirilmiştir.

3. BULGULAR

Şırnak ili merkez ilçesinin batısında yer alan bu şelaleler, il merkezine yaklaşık 30 km mesafe uzaklıktadır. İnceleme alanı yakın çevresinde yaşlıdan gence doğru en altta Alt Eosen yaşlı Gerçüş formasyonu (Teg) bulunmaktadır bu birimin üzerine Üst Eosen yaşlı Hoya formasyonu (Teh) uyumlu bir şekilde gelmektedir. Kuvaterner yaşlı Alüvyon (Qal) birimleri bütün bu birimleri uyumsuzluk ile örtmektedir (Şekil 2 - 4).



Şekil 2. Şerefiye Şelaleleri ve çevresinin 1/25000 ölçekli jeoloji haritası

Bölge, büyük ve küçük ölçekli birden fazla şelaleyi barındırmaktadır. Şelalelerin içinde yer aldığı vadi, flüvyal sistemler sonucu gelişmiş olup, yıl boyunca yüzeysel akışın gözlenebildiği bir hidrografik yapıya sahiptir. Ancak kurak dönemlerde su seviyesinde belirgin düşüşler yaşanmaktadır. Şerefiye Şelaleleri ve yakın çevresinin jeomorfolojik gelişimi, kuzey-güney yönlü sıkışma rejimine bağlı olarak gerçekleşen tektonik deformasyonlar ile flüvyal süreçlerin ortak etkisiyle şekillenmiştir.



Şekil 3. Şerefiye Şelaleleri Midyat Grubuna ait kireçtaşları (Hoya Formasyonu)



Şekil 4. Eşsiz güzellikteki Şerefiye Şelalelerinden görünüm

Şerefiye Şelaleleri'ne yönelik gerçekleştirilen jeolojik ve jeomorfolojik değerlendirmelerde, bölgenin jeolojik özellikleri dikkate alınarak ayrıntılı analizler yapılmıştır (Çizelge 1 ve Çizelge 2). Yapılan değerlendirmeler sonucunda, alan içerisinde özel jeolojik ve jeomorfolojik oluşumların varlığı tespit edilmiştir. Şerefiye Şelaleleri'nin oluşum şekli ve yapısal özellikleri, flüvyal süreçler ile bu süreçlerin gerisinde yer alan tektonik olarak aktif fay zonlarının etkisi altında gelişmiştir. Bu durum, bölgenin jeolojik ve jeomorfolojik dinamiklerinin anlaşılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Türkiye'de jeolojik miras alanlarının turizm amaçlı kullanımı giderek artmakta olup, Şerefiye Şelaleleri de bu kapsamda dikkat çeken alanlardan biridir. Bununla birlikte, jeosit ve jeomiras tanımları çerçevesinde değerlendirildiğinde, Şerefiye Şelaleleri jeolojik olarak flüvyal süreçler sonucunda oluşan ender güzellikteki bir vadiyi ve vadi boyunca oluşan şelaleleri temsil

etmektedir. Ancak jeolojik miras niteliği taşımamaktadır. Bu bağlamda, Şerefiye Şelaleleri, jeomorfolojik özellikleriyle bir **jeomorfosit** olarak değerlendirilmekte ve **doğal sit alanı statüsünde sınırlı jeolojik öneme sahip bir alan** olarak öne çıkmaktadır.

Çizelge 1. Şerefiye Şelaleleri Sit Alanının jeolojik-jeomorfolojik ve hidrojeolojik açılardan değerlendirilmesine esas çalışma içeriğinin tespit çizelgesi

PARAMETRE	Sedimantar	Paleontolojik	Magmatik	Metamorfik	Tektonik/Yapısal	Jeomorfolojik	Hidrojeolojik	Mineralojik
Sedimanter Özellikli Alan	X	X			X	X	X	
Paleontolojik Özellikli Alan	X	X			X	X	X	
Magmatik Özellikli Alan								
Metamorfik Özellikli Alan								
Tektonik/Yapısal Özellikli Alan	X			X	X	X	X	
Jeomorfolojik Özellikli Alan	X			X	X	X	X	
Hidrojeolojik Özellikli Alan	X			X	X	X	X	
Özgün Mineral Yataklı Alan								

Çizelge 2. Şerefiye Şelaleleri Sit Alanının jeolojik-jeomorfolojik ve hidrojeolojik açılardan değerlendirilmesine esas çalışma içerik çizelgesi

Derece	Kriterler	Var/Yok	Açıklama
A	Sedimanter Özellikler		
A.1	Sedimanter Ortam (Güncel)		
A.1.1	Denizel Çökeller	Yok	
A.1.2	Karasal Çökeller	Var	Güncel alüvyonlar
A.1.3	Sedimanter Yapı	Yok	
A.2	Sedimanter Ortam (Eski)		
A.2.1	Denizel Çökeller	Var	Hoya Formasyonu. Doğal sit alanı olarak jeolojik açıdan önem arz etmemektedir
A.2.2	Karasal Çökeller	Yok	
A.2.3	Sedimanter Yapı	Yok	
A.3	Stratigrafik Özellikler		

Derece	Kriterler	Var/Yok	Açıklama
A.3.1	Litostratigrafik Birim	Var	Doğal sit alanı olarak jeolojik açıdan önem arz etmemektedir
A.3.2	Yaş	Var	Orta-Üst Eosen (Yeşilova ve Örçen, 2017)
A.3.3	Stratigrafik Uyumsuzluk	Yok	
B	Paleontolojik Özellikler		
B.1	Fosil İçeriği	Var	Sphaerogypsina globulus, Operculina sp., Eponides sp., Orbitolites sp., Rotaliidae, Victoriellidae, Acervulinidae, Nummulites sp., Amphistegina sp., Mississippina sp., Textulariidae, Bryozoa, makro kavkı parçaları, ekinit dikenleri (Yeşilova ve Örçen, 2017)
B.2	Fosil Yatağı Yaşı	Var	Orta-Üst Eosen (Yeşilova ve Örçen, 2017). Doğal sit açısından önemli değildir
C	Magmatik Özellikler		
C.1	Plütonik Kayaçlar		
C.1.1	Litoloji	Yok	
C.1.2	Doku	Yok	
C.1.3	Mineraloji	Yok	
C.1.4	Yaş	Yok	
C.1.5	Yapı	Yok	
C.2	Damar Kayaçlar		
C.2.1	Litoloji	Yok	
C.2.2	Doku	Yok	
C.2.3	Mineraloji	Yok	
C.2.4	Yaş	Yok	
C.2.5	Yapı	Yok	
C.3	Volkanik Kayaçlar		
C.3.1	Litoloji	Yok	
C.3.2	Doku	Yok	
C.3.3	Mineraloji	Yok	
C.3.4	Yaş	Yok	
C.3.5	Yapı	Yok	
D	Metamorfik Özellikler		
D.1	Metamorfizma Tipi/Derecesi	Yok	
D.2	Litoloji	Yok	
D.3	Doku	Yok	
E	Tektonik/Yapısal Özellikler		
E.1	Yapı Tipi		
E.1.1	Çatlak	Var	Arazideki tüm kayaçlarda gözlemlenebilir. Jeolojik açıdan önemli değildir

Derece	Kriterler	Var/Yok	Açıklama
E.1.2	Fay	Yok	
E.1.3	Kıvrım	Yok	
E.2	Plaka Tektoniği	Yok	
F	Jeomorfolojik Özellikler		
F.1	Genel Jeomorfoloji		
F.1.1	Erozyon Yapıları	Var	Flüvyal aşındırma mevcut. Az–orta derecede önemli
F.1.2	Buzul Oluşumları	Yok	
F.1.3	Çölleşme/Kurak Alan	Yok	
F.1.4	Karstik Yapılar	Var	Karbonatlı kayalarda karstlaşma gözlenmektedir
F.1.5	Flüvyal Yapılar	Var	Vadi; jeolojik açıdan az önemli
F.2	Özel Jeomorfoloji	Var	Flüvyal süreçlerle oluşmuş vadi; az önemli
G	Hidrojeolojik Özellikler		
G.1	Tatlı Su Boşalım Alanı	Var	
G.2	Jeotermal Saha	Yok	
H	Maden Yatakları		
H.1	Yatak Tipi/Bileşimi	Yok	
H.2	Madencilik/Arkeolojik Bulgular	Yok	

Yapılan incelemeler sonucunda Şerefiye Şelaleleri’nin jeolojik ve jeomorfolojik unsurlar açısından doğal sit derecelenmesi yapılmıştır (Çizelge 3).

Çizelge 3. Şerefiye Şelaleleri Sit Alanının Jeolojik, Jeomorfolojik ve Hidrojeolojik Açından Değerlendirilmesi

Jeolojik ve/veya Jeomorfolojik Açından Değer Adı ve/veya Hidrojeolojik Açından Değerlendirilmesi			
Parametreler			Puan
Doğal Estetik			8
Nadirlik			7
Hassasiyet			6
Bilimsellik			3
Ortalama Puan (Toplam Puan/4)			6
Bölgesel, Ulusal ve Uluslararası Önemi			
Bölgesel Önem (+1 puan)	Ulusal Önem (+1 puan)	Uluslararası Önem (+1 puan)	Önem Puanı
1	1	0	2

Tablo değerlendirildiğinde, 6+2:8 puan olduğu gözlemlenmektedir. Dolayısı ile Şerefiye Şelaleleri; 8 puana sahip olduğu için “Nitelikli Doğal Koruma Alanı” statüsünde yer almaktadır (Çizelge 4).

Çizelge 4. Şerefiye Şelaleleri Doğal Sit Alanı ve Koruma Kategorisi

Alanın Mevcut Doğal Sit Alanı Derecesi			Alanın Yönetmeliğe Göre Yeni Koruma Kategorisi		
1	2	3	Kesin Korunacak Hassas Alan	Nitelikli Doğal Koruma Alanı	Sürdürülebilir Koruma Ve Kontrollü Kullanım Alanı
	X			X	

Şerefiye Şelaleleri, flüviyal süreçler sonucunda oluşan bir dizi şeleleden oluşmaktadır. Jeolojik olarak önemli bir olayı veya evrimi açıklamamakla birlikte, olağan ve sıradan bir jeolojik oluşumu temsil etmektedir. Ancak, bölgenin görselliği, peyzaj değeri ve estetik özellikleri göz önüne alındığında, turizm potansiyeline sahip korunması gereken bir alan olarak öne çıkmaktadır. Bu tür alanlar, doğal yapısı, görsel çekiciliği ve turizm potansiyeli birlikte değerlendirildiğinde, **jeomorfosit** olarak kabul edilmeli ve jeolojik miras niteliği taşımasa dahi koruma statüsüne alınmalıdır.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Şerefiye Şelaleleri, flüviyal süreçler sonucunda oluşan bir dizi şeleleden oluşmaktadır. Jeolojik olarak önemli bir olayı veya evrimi açıklamamakla birlikte, olağan ve sıradan bir jeolojik oluşumu temsil etmektedir. Ancak, bölgenin görselliği, peyzaj değeri ve estetik özellikleri göz önüne alındığında, turizm potansiyeline sahip korunması gereken bir alan olarak öne çıkmaktadır. Bu tür alanlar, doğal yapısı, görsel çekiciliği ve turizm potansiyeli birlikte değerlendirildiğinde, **jeomorfosit** olarak kabul edilmeli ve jeolojik miras niteliği taşımasa dahi koruma statüsüne alınmalıdır.

TEŞEKKÜR

Bu Çalışma, Gökhan Yıldırım'ın, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde hazırladığı, yayımlanmamış yüksek lisans tezinden üretilmiştir. Ayrıca, çalışma Van YYÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından **FYL-2023-10605** No'lu proje ile desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Arık, F., Öztürk, A., Diken, A. (2012). Konya ilinde jeolojik miras alanlarından örnekler. *TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Haber Bülteni*, 2012/2, 25–29.
- Brilha, J., Andrade, C., Azerêdo, A., Barriga, F. J. A. S., Cachão, M., Couto, H., Cunha, P. P., Crispim, J. A., Dantas, P., Duarte, L. V., Freitas, M. C., Granja, M. H., Henriques, M. H., Henriques, P., Lopes, L., Madeira, J., Matos, J. X., Noronha, F., Pais, J., Piçarra, J., Ramalho, M., Santos, V., Tavares, A., Terrinha, P. (2005). Definition of geosites and geoconservation. *Publicações Avulsas da Associação Portuguesa de Geólogos*, 1, 1–9.
- Çiftçi, Y., Güngör, Y. (2016). Jeopark projeleri kapsamındaki doğal ve kültürel miras unsurları için standart gösterim önerileri. *MTA Dergisi*, 153, 223–238.
- Çiftçi, Y., Güngör, Y. (2022). Kültürel jeoloji: temel kavramlar, jeoparklar ve jeoturizm olgusu. In F. Birinci (Ed.), *Farklı Yaklaşımlarla Madenler ve Değerli Taşlar* (s. 755–780).
- Görmüş, M., Öner Akın, C. (2017). Kayseri, Malatya, Sivas, Yozgat illeri çevresindeki doğal sit alanlarının jeoturizm–jeomiras açısından irdelenmesi.
- Güngör, Y., Çiftçi, Y. (2021). Kültürel jeoloji ve jeolojik miras bağlamında temel kavramlar ve tanımlar.
- Gümüş, A. (2019). Jeoçeşitlilik.
- JEMİRKO. (2015). Jeomiras Araştırma Koordinasyon Sistemi. <http://www.jemirko.org.tr>
- Kazancı, N. (2010). Jeolojik koruma (kavram ve terimler).
- Kazancı, N., Şaroğlu, F. (2009). Türkiye jeositleri çatı liste’si.
- Kazancı, N., Şaroğlu, F., Suludere, Y. (2015). Geological heritage and framework list of the geosites in Turkey. *Bulletin of the Mineral Research and Exploration*, 151, 259–268.
- Lima, F. F., Brilha, J. B., Salamuni, E. (2010). Inventorying geological heritage in large territories: a methodological proposal applied to Brazil. *Geoheritage*, 2(3–4), 91–99.
- Özlüer, F. (2018). *Kültür ve tabiat varlıklarının korunması hukuku*. Seçkin Yayıncılık, Ankara.
- Panizza, M. (2001). Geomorphosites: concepts, methods and example of geomorphological survey. *Chinese Science Bulletin*, 46, 4–6.
- ProGeo Group. (1998). A first attempt at a geosites framework for Europe. *Geologica Balcanica*, 28(5), 1–10.
- Wimbledon, W. A. P. (1996). National site selection. *Geologica Balcanica*, 26(1), 15–27.
- Yalçın, L., Göktepe, A. (2018). Arazi yönetimi kapsamında koruma anlayışı ve sit alanı mülkiyetindeki veri yetersizliği. *Mesleki Bilimler Dergisi*, 7(2), 329–336.
- Yeşilova, Ç., Örcen, S. (2017). Hoya Formasyonunun (Siirt Batısı) mikrofasiyes özellikleri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22(1), 1–11.

BAŞKALE (VAN) ÇAMLIK TRAVERTENLERİ ÜZERİNDE GELİŞEN DOLİNLERİN YÜKSELTİYE BAĞLI DAĞILIM ÖZELLİKLERİ VE KARSTLAŞMA SÜREÇLERİ

Abdullah Günbatar¹/ Doç. Dr. Çetin Yeşilova²

¹ Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Bölümü Van/Türkiye,

0009-0000-9840-027X

² Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Van/Türkiye 0000-0002-8884-0842

Özet

Bu çalışma, Van ili Başkale ilçesi sınırlarında yer alan Çamlık travertenleri üzerinde gelişmiş dolinlerin yükseltiye bağlı dağılım özelliklerini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Bu kapsamda çalışma alanındaki dolinlerin yükseklik basamaklarına göre dağılımları analiz edilmiş ve elde edilen veriler karstlaşma süreçleri ile ilişkilendirilmiştir. Arazi, 1821 m ile 2577 m arasında değişen yükselti değerlerine sahip olup, özellikle yüksek rakım koşullarının etkisi altında gelişen karasal iklim özellikleri karstlaşma süreçlerini doğrudan etkilemektedir.

Bölgenin jeolojik yapısı, Bitlis Kenet Kuşağı'na bağlı olarak gelişmiş olup Paleotektonik ve Neotektonik dönemlere ait birimleri içermektedir. Traverten oluşumları, özellikle fay kontrollü hidrotermal süreçlerle ilişkili olarak gelişmiş ve dolin oluşumu için uygun litolojik ve yapısal ortamı sağlamıştır.

Çalışma sonuçları, dolinlerin belirli yükselti aralıklarında yoğunlaştığını ve bu dağılımın hem litolojik özellikler hem de tektonik kontrol ile yakından ilişkili olduğunu göstermektedir. Ayrıca, yüksek rakım ve buna bağlı iklimsel koşulların çözünme süreçlerini etkileyerek dolin gelişiminde önemli rol oynadığı belirlenmiştir. Elde edilen bulgular, karstik alanların morfolojik gelişiminin anlaşılmasına katkı sağlamakta ve bölgedeki jeomiras potansiyelinin değerlendirilmesi açısından önem taşımaktadır.

Anahtar kelimeler: Karstlaşma, Dolin, Traverten, Başkale, Van, Yükselti Analizi, Jeomorfoloji

ELEVATION-DEPENDENT DISTRIBUTION CHARACTERISTICS OF DOLINES DEVELOPED ON THE ÇAMLIK TRAVERTINES (BAŞKALE, VAN) AND THEIR RELATIONSHIP WITH KARSTIFICATION PROCESSES

Developed on the Çamlık Travertines (Başkale, Van) and Their Relationship with Karstification Processes

Abstract

This study aims to investigate the elevation-dependent distribution characteristics of dolines developed on the Çamlık travertines located in Başkale district of Van Province (Eastern Türkiye). Within this context, the distribution of dolines according to elevation classes was analyzed and the obtained data were evaluated in relation to karstification processes. The study area ranges between 1821 m and 2577 m in elevation, and continental climatic conditions prevailing at high altitudes play a significant role in shaping karst processes.

The geological framework of the region is associated with the Bitlis Suture Zone and includes both Paleotectonic and Neotectonic units. Travertine formations, controlled by tectonic structures and hydrothermal activity, provide suitable conditions for doline development.

The results indicate that dolines are concentrated within specific elevation ranges, and this distribution is closely related to lithological properties and tectonic controls. In addition, high-altitude climatic conditions significantly influence dissolution processes and doline formation. The findings contribute to a better understanding of karst geomorphology and highlight the geoheritage potential of the study area.

Keywords: Karstification, Doline, Travertine, Başkale, Van, Elevation Analysis, Geomorphology

1. GİRİŞ

Araştırma sahası, Van iline bağlı Başkale ilçesi sınırlarında yer alan Çamlık Köyü içerisinde konumlanmaktadır. Yaklaşık olarak 38°02'45" kuzey enlemi ile 44°00'53" doğu boylamları arasında bulunmaktadır. Alan; doğuda İran sınırı, güneyde Yüksekova, kuzeyde Başkale ilçe merkezi ve batıda Gürpınar ilçesi ile çevrelenmiştir. Çalışma sahası, Van şehir merkezine yaklaşık 120 km, Başkale'ye ise yaklaşık 15 km uzaklıktadır. Bölgeye, Van-Baskale karayolu aracılığıyla yılın her döneminde erişim sağlanabilmektedir.

Bu çalışmada, Çamlık Travertenleri üzerinde gelişmiş dolinlerin yükselti basamaklarına göre dağılımları incelenmiş; elde edilen histogram verileri doğrultusunda karstlaşma süreçlerinin yükselti ile olan ilişkisi değerlendirilmiştir.

Araştırma alanının özellikle batı kesimleri ile Başkale'nin güney bölümü genel olarak eğimli bir topografyaya sahiptir. Güney yönüne doğru ilerledikçe eğim değerleri artmakta ve buna paralel olarak yükselti belirgin şekilde yükselmektedir. İnceleme sahasında yükselti değerleri 1821 m ile 2577 m arasında değişmektedir.

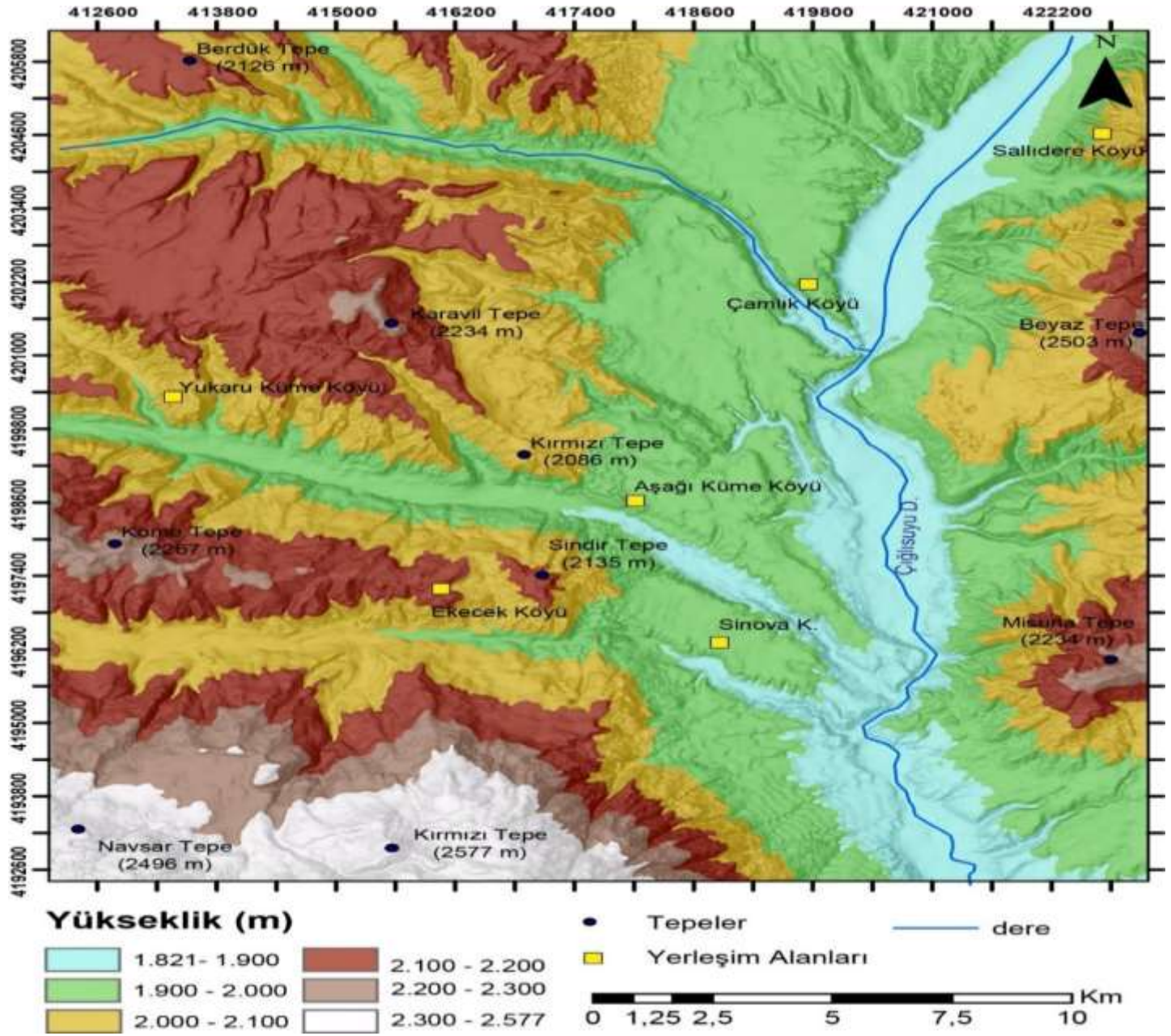
Yüksek rakımın etkisiyle bölgede yağışlar çoğunlukla kar şeklinde gerçekleşmekte ve kar örtüsü genellikle ilkbahar başlarına kadar kalıcılığını korumaktadır. Bu durum, akarsuların yıl boyunca süreklilik göstermesine katkı sağlamaktadır. Sahada, Zap Suyu'nun kuzeyden gelen kollarından biri olan ve drenajı sağlayan Çıglısu Deresi bulunmaktadır (Şekil 1).

Çalışma alanı, belirgin karasal iklim koşullarının hâkim olduğu bir bölgede yer almaktadır. Bu iklim özellikleri doğrultusunda kışlar soğuk ve yağışlı, yazlar ise sıcak ve kurak geçmektedir. Van İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü'nün 2024 yılı verilerine göre, yıllık ortalama sıcaklıkların yaklaşık beş ay boyunca 0 °C'nin altında, yaz döneminde ise yaklaşık bir ay süresince 30 °C'nin üzerinde olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, bölgenin yaklaşık 140 gün süreyle kar örtüsü altında kaldığı ve yıllık yağış miktarının 370–570 mm arasında değiştiği ifade edilmektedir. Bitki örtüsü açısından, düşük kotlarda daha yoğun bir dağılım gözlenirken, yükselti arttıkça bitki örtüsü seyrekleşmekte ve dağlık alanlarda orman varlığına rastlanmamaktadır.

1.1. Dolinlerin Tanımı ve Özellikleri

Karstik alanlarda suyun çözücü etkisiyle gelişen dolinler; genellikle dairesel, yarı dairesel veya elipsoidal şekilli, çoğu zaman dik kenarlı kapalı depresyonlar olarak tanımlanmaktadır (Alagöz, 1944; Ford ve Williams, 2007; Waltham ve Fookes, 2003; Altın ve Tuncer, 2023). Bu morfolojik yapılar, başta kireçtaşı olmak üzere çözünmeye duyarlı kayaların kimyasal ayrışması sonucunda oluşmakta olup, çapları birkaç metreden kilometre ölçeğine kadar değişebilmektedir (Ford ve Williams, 2007; Erinç, 2012; Huggett, 2017; Öztürk vd., 2018; Pekcan, 2019).

Karstlaşmış plato yüzeyleri ve eğimli sahalara, dolin gelişimi ile yeraltı suyu sistemlerinin anlaşılması açısından önemli morfolojik ortamlar olarak kabul edilmektedir (Bárány-Kevei, 1999). “Dolin” terimi Slav kökenli “dolina” (vadi) kelimesinden türemiş olup, Türkiye’de “koyak”, “tava”, “dölek”, “kokurdan” ve “alan” gibi farklı yerel isimlerle de anılmaktadır (Pekcan, 1999; Doğan, 2005). Uluslararası literatürde ise bu oluşumlar genellikle “sinkhole”, “swallow hole” veya “swallet” olarak ifade edilmektedir (Erinç, 2001; Waltham vd., 2005; Ford ve Williams, 2007).



Şekil 1. Çalışma alanı ve çevresinin morfolojisi.

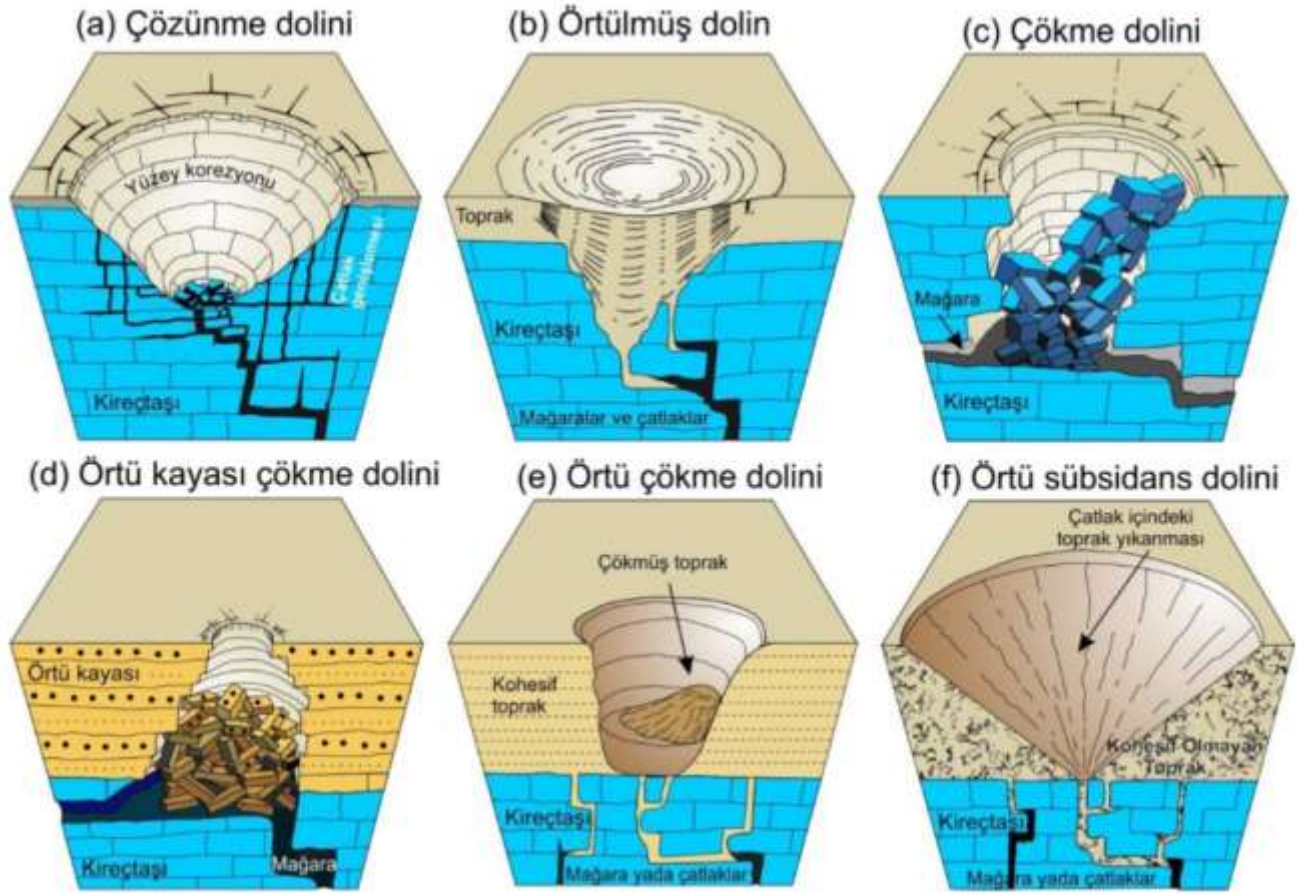
Ani gelişen çöküntülerin hem doğal ekosistemler hem de yerleşim alanları açısından önemli riskler oluşturduğu bilinmektedir (Cooke ve Doornkamp, 1990; Cooper ve Waltham, 1999; Doğan, 2003). Bu nedenle karstik alanların doğru sınıflandırılması ve planlanması büyük önem taşımaktadır (Alagöz, 1944; Ford ve Williams, 2007).

Dolinler temel olarak erime (çözünme) ve çökme dolinleri şeklinde iki ana grupta incelenmekle birlikte; boyut, şekil, oluşum mekanizması, hidrolojik özellikler, litoloji ve tektonik yapı gibi kriterler de sınıflamada dikkate alınmaktadır (Car, 2001; Sauro, 2003).

Çökme dolinleri, yeraltında gelişen boşlukların üzerindeki örtü tabakalarının ani ya da kademeli olarak çökmesiyle oluşmaktadır (Jennings, 1985; Waltham ve Fookes, 2003; Ford ve Williams, 2007; Öztürk, 2018). Bu yapılar küçük ölçekli olabildiği gibi oldukça derin ve dik kenarlı büyük depresyonlar şeklinde de gelişebilir ve çevresel süreçler üzerinde belirgin etkiler yaratabilir (Doğan, 2003; Erinç, 2012). Ayrıca fay zonlarına yakın alanlarda çökme dolinlerinin yoğunlaştığı ve tektonizmanın oluşumda önemli rol oynadığı belirtilmektedir (Waltham ve Fookes, 2003).

Erime dolinleri ise karstik sahaların en yaygın morfolojik unsurlarından biridir ve genellikle birkaç metre ile yaklaşık 1 km arasında değişen çaplara sahiptir (Cvijic, 1893; Jennings, 1985; Ford ve Williams, 2007). Bu dolinlerin yoğun olduğu sahalar “dolin karstı” olarak adlandırılırken, doğrusal dizilim gösterenler “yönlü karst” olarak tanımlanmaktadır (Doğan, 2004). Birbirine komşu çok sayıda dolinin bulunduğu sahalar ise “poligonal karst” olarak ifade edilmektedir (Waltham, 2002; Telbisz vd., 2009). Bu tip dolinlerin oluşumunda hidrolojik süreçler belirleyici olup, tektonik faktörler de gelişimlerini önemli ölçüde kontrol etmektedir (Chenoweth, 1997; Faivre ve Reiffsteck, 1999).

Güncel çalışmalarda dolinler; çözünme dolini, çökme dolini, örtü kayası çökme dolini, örtülmüş dolin, örtü çökme dolini ve alüvyal dolin olmak üzere altı ana grupta sınıflandırılmaktadır (Waltham ve Fookes, 2003; Ford ve Williams, 2007; Gutiérrez vd., 2007; Öztürk, 2018) (Şekil 2).



Şekil 2. Dolin Tipleri (Doğan, 2004; McCraw ve Land, 2016; Waltman ve Fookes, 2003’ te düzenlenerek alınmıştır).

Örtülmüş dolinler, gevşek sedimanların dolin çukurlarını doldurmasıyla oluşmakta olup paleocoğrafik yorumlar açısından önemlidir (Lowe ve Waltham, 2002). Örtü kayası çökme dolinleri ise karstik boşlukların üzerindeki karstik olmayan tabakaların çökmesi sonucu gelişmektedir (Jennings, 1971). Kohezif olmayan malzemelerde gelişen çöküntüler ise alüvyal dolin ya da örtü sübsidans dolini olarak adlandırılmaktadır (Sweeting, 1973; Bögli, 1980).

İklimsel açıdan değerlendirildiğinde, erime dolinleri daha çok ılıman kuşak karstlarında yaygınken, çökme dolinleri kutup bölgeleri dışında geniş bir dağılım göstermektedir (Gams, 2000; Pahernik, 2013).

1.2. Bölgesel Jeoloji

Doğu Anadolu Bölgesi, Alt–Orta Miyosen’de Bitlis Kenet Kuşağı boyunca Avrasya Plakası ile Arap Plakası’nın çarpışması sonucu şekillenmiş ve bu süreç bölgedeki neotektonik dönemin başlangıcını oluşturmuştur (Şengör, 1980; Şengör vd., 1979; Şaroğlu ve Güner, 1981). Bu dönemde gelişen sıkışma tektoniği; kıvrımlar, bindirmeler, doğrultu atımlı faylar ve çatlak sistemlerinin oluşmasına neden olmuş,

bölgenin kuzey–güney yönünde daralmasına ve doğu–batı yönünde uzayarak yükselmesine yol açmıştır (Şaroğlu ve Yılmaz, 1986).

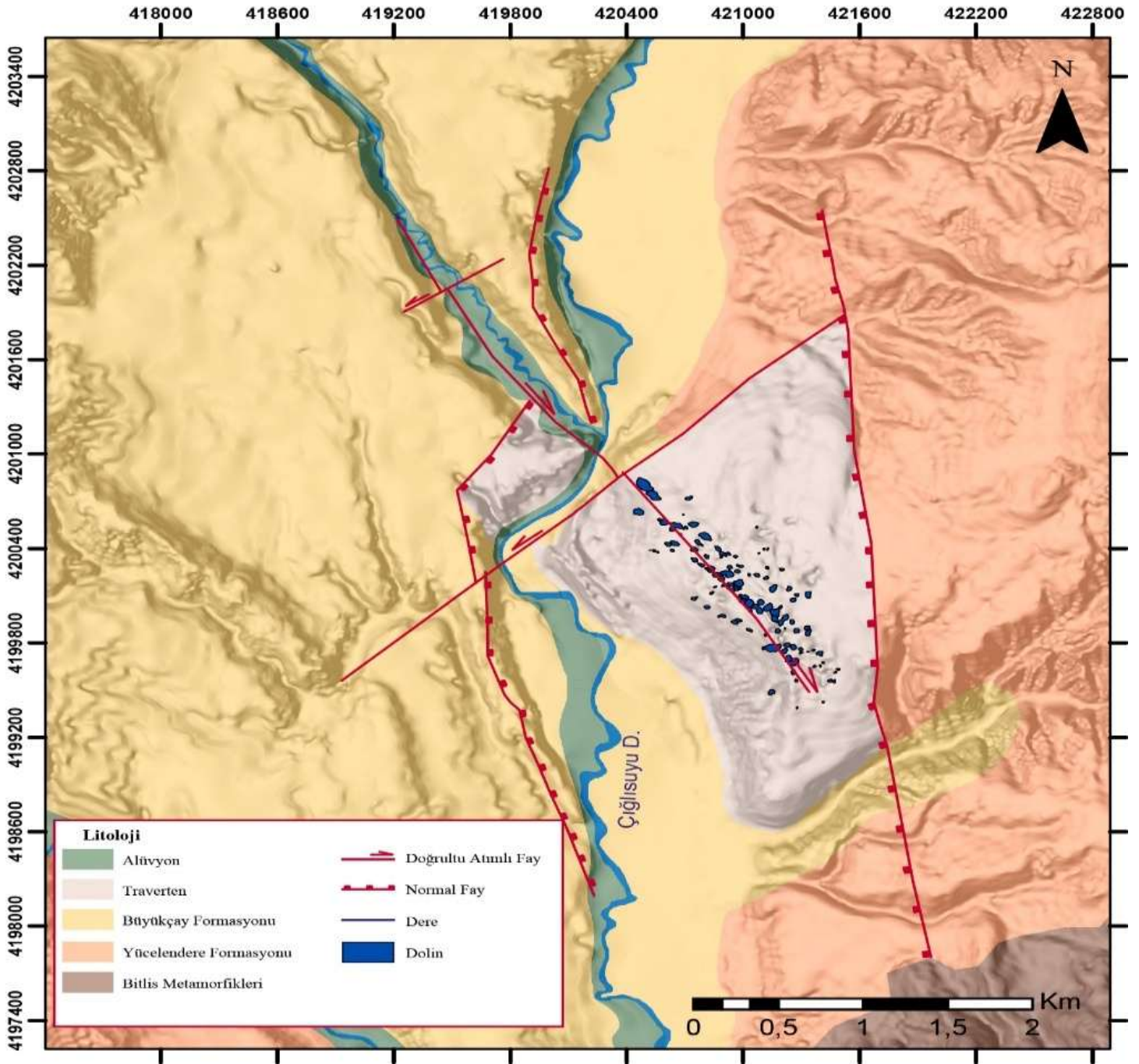
Bölgenin jeolojik evrimi dört ana aşamada değerlendirilmektedir:

- (1) Paleozoyik yaşlı metamorfik temel (gnays, şist, mermer vb.) (Şaroğlu ve Güner, 1981),
- (2) Üst Kretase yaşlı ve Neotetis Okyanusu kökenli melanj birimleri (Şengör vd., 1980),
- (3) Eosen–Alt Miyosen aralığında gelişen, derinden sıkış ortama geçiş gösteren denizel çökelimler (Şaroğlu ve Güner, 1981; Zorer, 2014),
- (4) Üst Miyosen’den günümüze kadar karasal çökeller ve yaygın volkanik kayalar (İnnocenti vd., 1976; Zorer, 2014).

Neotektonik dönemde etkili olan sıkışma rejimi sonucunda Doğu-Batı uzanımlı kıvrımlar ve bindirmeler ile birlikte farklı yönlerde doğrultu atımlı fay sistemleri gelişmiş; bu yapısal unsurlar bölgenin kabuksal kalınlaşma ve yükselme sürecini kontrol etmiştir (Şengör ve Kidd, 1979; Şaroğlu ve Güner, 1981).

1.3. Stratigrafi

İnceleme alanı Doğu Anadolu Bölgesi içerisinde yer almakta olup, bölgedeki birimler **paleotektonik** ve **neotektonik** dönemlere ait kayalar olarak iki ana grupta değerlendirilmektedir. Stratigrafik dizilim yaşlıdan gence doğru; Paleozoyik–Mesozoyik yaşlı Bitlis Metamorfikleri, Eosen yaşlı Yücelendere Formasyonu, Pliyo-Kuvaterner yaşlı Büyükçay Formasyonu ile Kuvaterner yaşlı traverten ve alüvyonlardan oluşmaktadır (Şenel, 2007; Zorer, 2014) (Şekil 3).



Şekil 3. Çamlık Köyü ve çevresinin 1/25000 ölçekli jeoloji haritası (Günbatır, 2023).

Paleotektonik birimler içerisinde yer alan Bitlis Metamorfikleri; gnays, şist, mermer ve kuvarsit gibi metamorfik kayalardan oluşmakta ve bölgenin en yaşlı temelinin temsil etmektedir (Şenel, 2007). Bunun üzerinde yer alan Yücelendere Formasyonu ise kumtaşı, kiltası, siltaşı ve kireçtaşı ardalanmasından oluşan, Orta-Geç Eosen yaşlı denizel çökeltilerle temsil edilmektedir (Şenel vd., 1984).

Neotektonik döneme ait birimler ise daha genç karasal ve yarı-karasal çökeltilerden oluşmaktadır. Büyükçay Formasyonu; örgülü akarsu ve taşkın ortamlarında birikmiş kumtaşı, siltaşı ve konglomeralar ile

temsil edilmekte ve Pliyo-Kuvaterner yaşlı olarak değerlendirilmektedir (Acarlar ve Türkecan, 1986; Şenel, 2007).

Kuvaterner yaşlı travertenler, özellikle fay hatları boyunca gelişmiş, gözenekli ve tabakalı karbonat çökeltileridir (Sağlam Selçuk ve Zorer, 2017). En genç birimler olan alüvyonlar ise akarsu yataklarında biriken tutturulmamış çakıl, kum, silt ve kil boyutundaki malzemelerden oluşmaktadır.

2. YÖNTEM

2.1. Arazi Çalışmaları

Çamlık Travertenleri üzerinde arazi çalışmaları yapılarak, 1/25000 ölçekli topografik harita üzerine dolinlerin konumları işlenmiş ve bölge de yapılan önceki çalışmalardan da yararlanarak jeoloji haritası oluşturulmuştur. Dolinlerin morfometrik ve jeomorfolojik özelliklerini doğru bir şekilde analizlerinin yapılması için gerekli olan uzun eksen, kısa eksen, derinlik vb veriler ölçülerek sayısal ortama aktarılmıştır.

2.2. Yükseklik Basamakları/Histogramlar

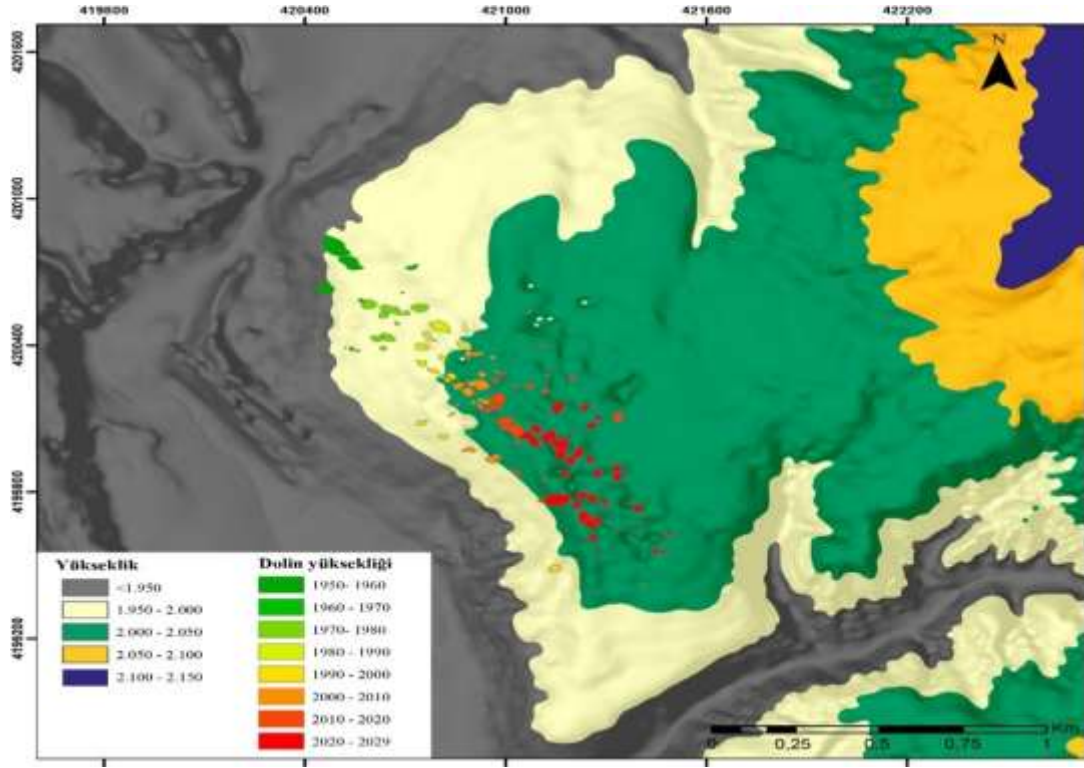
Dolinlerin yükseklik basamaklarına göre frekanslarının ya da histogramları, dolin morfometrisi için yapılan çalışmalarda en temel parametrelerden biridir. Bu analiz için histogramları oluşturulurken karstik yapının en üst kapalı eş yükselti eğrisi dikkate alınır (Şekil xx). En yüksek kontur değerleri tespit edilen dolinlerin deniz seviyesinden yüksekliğine göre frekanslarının hesaplanması ile dolinlerin mekânsal dağılımını kantitatif bir değerlendirme olanağı sunmaktadır.

Dolin morfometrisi üzerine yapılan çalışmalarda 1700 m - 2400 m arasında dolin yoğunluğunun arttığını göstermektedir (Öztürk vd., 2017a.; Şimşek, 2017; Plan ve Decker, 2006). Bu yüksek alanlarda dolin sayısının artması yükseklik ve hava koşullarının değişimleri ile ilgili olduğu belirtilmektedir. (Pardo-Igúzquiza vd., 2013)

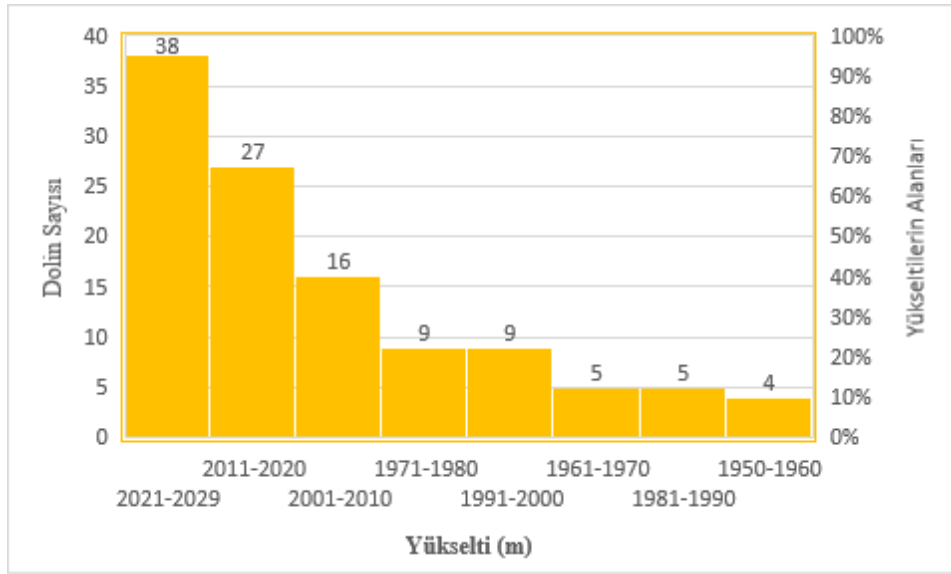
3. BULGULAR

3.1. Yükseklik Basamakları/ Histogramlar

Çamlık travertenleri üzerinde yapılan arazi çalışmaları ile tespit edilen 113 dolinin yükseklik değerleri ölçülmüş ve Cbs ortamında sayısallaştırılarak yükseklik haritası oluşturulmuştur (Şekil 5). Ayrıca bu veriler ile dolinlerin yükseltiye göre dağılımlarına belirten histogram hazırlanmıştır (Şekil 6). Çalışma alanında yer alan dolinlerin ortalama yüksekliği 2007 m olmakta ve 1950 m ile 2029 m yükseltileri arasında dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Yükselti basamakları dolin dağılımında önemli bir rol oynamakta ve yükseltinin artışıyla birlikte iklimsel şartlar ile ilişkili olduğu ifade edilmektedir (Pardo-Igúzquiza vd., 2013; Öztürk vd, 2018a). Çalışma alanında yükseklik arttıkça dolin sayısında da belirgin bir artış gözlemlenmiştir (Tablo 1). En fazla dolin sayısı 2000 m üzerinde görülmekte ve %71,68 oranına sahip olmaktadır (Şekil 6).



Şekil 5. Dolin yüksekliğinin yükseklikle olan ilişkisi



Şekil 6. Çamlık travertenleri üzerinde yer alan 113 doline ait Yükseklik histogramı

Tablo 1. Dolinlerin yükseklik değerlerine göre sayısı

Yükseklik	Sayı	Yükseklik	Sayı
1950-1960	4	1991-2000	9
1961-1970	5	2001-2010	16
1971-1980	9	2011-2020	27
1981-1990	5	2021-2029	38

4. SONUÇLAR

Yapılan morfometrik değerlendirmeler neticesinde dolinlerin büyük bölümünün 2000 m üzeri yüksekliklerde geliştiği ve özellikle %71,68'inin bu yükseklik diliminde toplandığı belirlenmiştir. Bu durum, karstlaşma süreçlerinin iklimsel kontrolle birlikte yükseklikle ilişkili olarak ivmelendiğini düşündürmektedir. Dairesel ve yarı eliptik formdaki dolinlerin baskın olması, çözünmenin daha çok homojen yapılar içerisinde geliştiğini ortaya koyarken; uzamış formdaki dolinler ise tektonik çizgiselliklerin morfoloji üzerindeki etkisini göstermektedir. Uzama oranı (RE) değerinin çoğunlukla 1.3 civarında olması, bu yapısal etkinin sınırlı ama belirgin olduğunu göstermektedir.

TEŞEKKÜR

Bu Çalışma, Abdullah Günbatar'ın, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde hazırladığı, yayımlanmamış yüksek lisans tezinden üretilmiştir. Ayrıca, çalışma Van YYÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından **FYL-2023-10582** No'lu proje ile desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Acarlar, M., Türkecan, A. (1986). Başkale (Van) Batı ve Kuzeybatısının Jeolojisi, Mta Raporları, No: 7913 (Yayımlanmamış), Ankara.
- Alagöz, C. A. (1944). Türkiye'de Karst Olayları Hakkında Bir Araştırma. Ankara: Türk Coğrafya Kurumu Yayınları Sayı: 1.
- Altın, F., Tuncer, K. (2023). Çeltikçi Polye Sistemi Havzasında (Burdur) polyelerin jeomorfolojik özellikleri ve karstik evrimi. Türk Coğrafya Dergisi, (84), 133-151.
- Bárány-Kevei, I. (1999). Microclimate of karstic dolines. Acta Climatologica, 32-33, 19-27.
- Bögli, A. (1980). Karst hydrology and physical speleology (translated by June C. Schmidt). Springer, Berlin Heidelberg: 284 pp. New York, ABD.
- Car, J. (2001). Structural bases for shaping of dolines. Acta Carsologica, 30 (2), 239-256.
- Chenoweth, M.S. (1997). The Spatial Distribution and Morphometric Analysis of Dolines Buffalo National River, Newton County Arkansas. Unpublished thesis. University of Miami, Florida, ABD
- Cooke, R. V., & Doornkamp, J. C. (1990). Geomorphology in environmental management: a new introduction. Oxford University Press: Oxford, UK.
- Cooper, A.H., Waltham, A.C. (1999). Subsidence caused by gypsum dissolution at Ripon, North Yorkshire. Quarterly Journal of Engineering Geology 32, 305- 310.
- Cvijic, J. (1893). Das Karstphanomen. Versuch einer morphologischen Monographie. Geographische Abhandlungen, 5 (3), 218–329.

- Doğan, U., Çiçek, İ. (2002). Occurrence of cover-collapse sinkholes (cover-collapse dolines) in the May Dam reservoir area (Konya, Turkey). *Cave and Karst Science*, 29 (3), 111-116.
- Doğan, U. (2003). “Dipsiz Göl Kapalı Havzası’ndaki çökme ve sübsidans dolinleri”, *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 13 (2), 1-21.
- Doğan, U. (2004). Dolin sınıflamasında yeni yaklaşımlar. *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(1), 249-269.
- Doğan, U. (2005). “Land subsidence and caprock dolines caused by subsurface gypsum dissolution and the effect of subsidence on the fluvial system in the Upper Tigris Basin (between Bismil–Batman, Turkey)”, *Geomorphology*, 71, 389–401.
- Erinç, S. (2001). *Jeomorfoloji II* (3. Basım, Güncelleştirenler: Ertek, T. A. ve Güneysu, C.), Der Yayınları, Yayın no: 294, İstanbul, Türkiye.
- Erinç, S. (2012). *Jeomorfoloji I: Tektonik Jeomorfoloji ve Karst Jeomorfolojisi*. İnkılap Kitabevi: 336 s. İstanbul, Türkiye
- Faivre, S., Reiffsteck, P. (1999). Spatial distribution of dolines as an indicator of recent deformations on the Velebit mountain range (Croatia). *Géomorphologie: Relief, Processus, Environnement*, 2, 129-142.
- Ford, D. C., Williams, P.W. (2007). *Karst Geomorphology and Hydrology*, London: Chapman and Hall. London, UK.
- Gams, I. (2000). Doline morphogenetic processes from global and local viewpoints. *Acta Carsologica*, 29, 123–138.
- Gutiérrez, F., Cooper, A. H., Johnson, K. S. (2007). Evaporite karst and engineering/environmental problems in the United States. *Environmental Geology*, 53(5), 937–951, <https://doi.org/10.1007/s00254-007-0722-2>
- Huggett, R. J. (2017). *Fundamentals of Geomorphology* (4th ed.). Routledge: London, UK.
- Innocenti, F., Mazzuoli, R., Pasquare, G. Ve Radicati, F., (1976). Evolution Of The Volcanism İn The Area Interaction Between The Arabian, Anatolian And Iranian Plates (Lake Van, Eastern Turkey). *Journal Of Volcanology And Geothermal Research*, No: 1, S103-112.
- Jennings, J. N. (1971). *Geological Magazine*, In Peter Clift (Ed.), *Karst. An Introduction to Systematic Geomorphology* (Vol. 7. vii+253 pp., 69 figs.) M.I.T. Press: London, UK.
- Jennings, J. N. (1975). Doline morphometry as a morphogenetic tool: New Zealand Examples. *New Zealand Geographer*, 31, 6–28.
- Lowe, D., Waltham, T. (2002). *Dictionary of Karst and Caves*. BCRA Cave Studies Series 10. Lancaster, UK.
- McCraw, D. J., Land, L. (2016). Sinkholes: a hidden, real New Mexico geohazard. *New Mexico Earth Matter*, 16 (1), 1-6.

- Nichol, D. (1998). Sinkholes at Glan Llyn on the A55 North Wales Coast Road, UK. *Engineering Geology* 50, 101-109.
- Pahernik, M. 2012. Prostorna gustoća ponikava na području Republike Hrvatske (Spatial density of dolines in the Croatian Territory). *Hrvatski geografski glasnik*, 74(2), 5-26.
- Pardo-Igúzquiza E, Durán JJ, Dowd PA. (2013). “Automatic detection and delineation of karst terrain depressions and its application in geomorphological mapping. *Acta Carsologica*, 42(1), 17–24.
- Pekcan, N. (1999). *Karst Jeomorfolojisi*. Filiz Kitabevi: İstanbul, Türkiye.
- Pekcan, N. (2019). *Karst jeomorfolojisi* (3. Baskı). Filiz Kitabevi: İstanbul, Türkiye
- Plan, L., Decker, K. 2006. “Quantitative karst morphology of the Hochschwab plateau, Eastern Alps, Austria”, *Zeitschrift für Geomorphologie Supplement Band*, 147, 29–54. doi.org/10.1016/j.geomorph.2018.05.023
- Sauro, U. (2003). Dolines and sinkholes: aspects of evolution and problems of classification. *Acta carsologica*, 32(2).
- Sweeting, M.M. (1973). *Karst Landforms*. Columbia University Press: New York, ABD.
- Şaroğlu, F. Ve Güner, Y., (1981). Doğu Anadolu'nun Jeomorfolojik Gelişimine Etki Eden Öğeler: Jeomorfoloji, Tektonik, Volkanizma İlişkileri. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, No: 24, S39-50.
- Şaroğlu, F., Yılmaz, Y., (1986). Doğu Anadolu'da neotektonik dönemdeki jeolojik evrim and havza modelleri. *Maden Tektik ve Arama Dergisi*, 107, 73-94.
- Şenel, M., Acarlar, M., Çakmakoğlu, A., Dağ, Z., Erkanol, D., Örcen, S., Taşkıran, M.A., Ulu, Ü., Ünal, M.F., Ve Yıldırım, H., (1984). Özalp (Van)-İran Sınırı Arasındaki Alanın Jeolojisi. *Mta Raporları*, No: 7623 (Yayımlanmamış), Ankara, Türkiye.
- Şenel, M. (2007). (Kaynakçada verilen haliyle).
- Şengör, A.M.C., Kidd, W.S.F., (1979). “The Post-Collisional Tectonics Of The Turkish-Iranian Plateau And A Comparison With Tibet”, *Tectonophysics*, No:55, S361-376.
- Şengör, A.M.C., (1980). Türkiye'nin neotektoniğinin esaslar. *Türkiye Jeoloji Kurumu*: Ankara, Türkiye.
- Şengör, A.M.C.; Yılmaz, Y. Ve Ketin, T., (1980). Remnants Of A Pre-Late Jurassic Ocean In Northern Turkey : Fragments Of Permian - Triassic Paleo – Tethys. *Geol. Soç. America Bull*, 91, 599 - 609.
- Waltham, A.C. (1989). *Ground Subsidence*. Blackie & Son Ltd: Glasgow, Scotland.
- Waltham, A. C., Fookes, P. G. (2003). Engineering classification of karst ground conditions. *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology*, 36, 101-118.
- Waltham, T., Bell, F. G., & Culshaw, M. G. (2005). *Sinkholes and subsidence: karst and cavernous rocks in engineering and construction*. Springer Science & Business Media: Chichester, UK.

- Zorer, H., (2014). Başkale (Van) Havzası'nın Fiziki Coğrafyası. Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi, Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Elâzığ.
- Öztürk, M. Z., Şimşek, M., Utlı, M., Şener, M. F. (2017a). Karstic depressions on Bolkar Mountain plateau, Central Taurus (Turkey): Distribution characteristics and tectonic effect on orientation. Turkish Journal of Earth Sciences, 26, 302-313.
- Öztürk, M. Z., (2018a). Orta Toroslar'da Dolinlerin Dağılışı ve Morfometrik Özellikleri. Kriter Yayınevi, 102. İstanbul, Türkiye.
- Öztürk, M. Z., (2018b.) Karstik kapalı depresyonların (dolinlerin) morfometrik analizleri. Coğrafya Dergisi, (36), 1-13.
- Öztürk, M. Z., Şener, M. F., Şener, M., Şimşek, M. (2018). Structural controls on distribution of dolines on Mount Anamas (Taurus Mountains, Turkey). Geomorphology, 317, 107–116.

YOĞUN BAKIM ÜNİTELERİNDE POSTOPERATİF DELİRYUMUN YÖNETİMİ: HEMŞİRELİK DEĞERLENDİRMESİ VE KANITA DAYALI BAKIM STRATEJİLERİ

Yüksek Lisans Öğrencisi, Sena UZUNTARLA ¹/ Yüksek Lisans Öğrencisi, Ümit ÖZDEMİR ²/ Dr. Öğr. Üyesi, Emine ERSÖZLÜ ³

¹ Karabük Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Hemşirelik Bilimi,
2528302019@ogrenci.karabuk.edu.tr , 0009-0006-9047-8957

² Karabük Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Hemşirelik Bilimi,
2528302006@ogrenci.karabuk.edu.tr , 0009-0002-1863-1049

³ Karabük Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu, emineonalan@karabuk.edu.tr ,
0000-0001-9336-1793

Özet

Postoperatif deliryum, nöronal konnektivite kaybı, kan-beyin bariyeri geçirgenliğinde artış ve nörotransmitter disregülasyonu gibi kompleks patofizyolojik mekanizmalarla gelişen ve yoğun bakım hastalarında %80'e varan oranlarda görülebilen ciddi bir organik beyin sendromudur. Bu tablo, yalnızca akut dönemde hasta güvenliğini tehdit etmekle kalmayıp; uzun dönemde bilişsel gerileme, artmış morbidite ve mortalite ile de ilişkilidir.

Bu derlemenin amacı, yoğun bakım ünitelerinde postoperatif deliryumun yönetiminde hemşirelik rollerini ve kanıta dayalı non-farmakolojik müdahalelerin etkinliğini değerlendirmektir. Bu kapsamda, deliryumun patofizyolojisi, cerrahi türlerine göre insidans oranları, risk faktörleri ve hemşirelerin tanılama süreçlerindeki rolleri literatür doğrultusunda ele alınmıştır.

Hastalarla kesintisiz temas halinde olan hemşireler, Yoğun Bakım Ünitesi Konfüzyon Değerlendirme Metodu (CAM-ICU) gibi standardize değerlendirme araçlarını kullanarak deliryumu erken dönemde tanılama ve yönetme sürecinde hasta savunuculuğu rolüyle merkezi bir konumda yer almaktadır. Erken tanılama, komplikasyonların önlenmesi ve bakım sürecinin etkin yönetimi açısından kritik öneme sahiptir.

Güncel literatür bulguları, deliryumun doğrudan spesifik bir farmakolojik tedavisinin bulunmadığını göstermekte; bu nedenle erken mobilizasyon, uyku-uyanıklık döngüsünün korunması, aile katılımı, duyuşal uyarım ve çevresel düzenlemeleri içeren çok bileşenli non-farmakolojik girişimlerin yönetimde temel yaklaşım olması gerektiğini göstermektedir. Bu girişimlerin birlikte uygulanması, deliryum insidansını ve süresini azaltmada etkili olduğu bildirilmiştir.

Sonuç olarak, hemşirelerin bu kanıta dayalı müdahalelere ilişkin klinik yetkinliklerinin sürekli eğitim programları ile güçlendirilmesi; postoperatif komplikasyonların azaltılması, hasta sonuçlarının iyileştirilmesi ve bakım kalitesinin artırılması açısından büyük önem taşımaktadır.

Anahtar kelimeler: Postoperatif Deliryum, Yoğun Bakım Üniteleri, Hemşirelik Bakımı, Non-farmakolojik Girişimler, Erken Mobilizasyon, Yoğun Bakım Ünitesi Konfüzyon Değerlendirme Metodu (CAM-ICU)

MANAGEMENT OF POSTOPERATIVE DELIRIUM IN INTENSIVE CARE UNITS: NURSING ASSESSMENT AND EVIDENCE-BASED CARE STRATEGIES

Abstract

Postoperative delirium is a serious organic brain syndrome that develops through complex pathophysiological mechanisms, including loss of neuronal connectivity, increased blood–brain barrier permeability, and neurotransmitter dysregulation, and can be observed in up to 80% of intensive care unit (ICU) patients. This condition not only threatens patient safety in the acute phase but is also associated with long-term cognitive decline, increased morbidity, and mortality.

The aim of this review is to evaluate the roles of nurses in the management of postoperative delirium in intensive care units and the effectiveness of evidence-based non-pharmacological interventions. In this context, the pathophysiology of delirium, incidence rates according to surgical types, risk factors, and the roles of nurses in diagnostic processes are discussed in light of the current literature.

Nurses, who maintain continuous contact with patients, play a central role in the early detection and management of delirium by using standardized assessment tools such as the Confusion Assessment Method for the Intensive Care Unit (CAM-ICU). Early identification is critical for preventing complications and ensuring effective management of the care process.

Current literature indicates that there is no specific pharmacological treatment for delirium; therefore, multicomponent non-pharmacological interventions—including early mobilization, maintenance of the sleep–wake cycle, family involvement, sensory stimulation, and environmental regulation—should be considered the cornerstone of management. The combined implementation of these interventions has been shown to effectively reduce both the incidence and duration of delirium.

In conclusion, strengthening nurses' clinical competencies in these evidence-based interventions through continuous education programs is essential for reducing postoperative complications, improving patient outcomes, and enhancing the quality of care.

Keywords: Postoperative Delirium; Intensive Care Units; Nursing Care; Nonpharmacological Interventions; Early Mobilization; CAM-ICU

1. GİRİŞ

Deliryum; çok sayıda predispozan ve tetikleyici faktörün etkileşimi sonucunda ortaya çıkan, dikkat, bilinç, uyku-uyanıklık döngüsü ve psikomotor davranışlarda bozulma ile karakterize akut başlangıçlı organik bir beyin sendromudur (Reznik & Slooter, 2019). Terim etimolojik olarak Latince “delirare” (yoldan çıkmak, sapmak) ve Yunanca “leros” (saçma konuşmak) sözcüklerinden türemiş olup, klinik tabloyu tanımlayan bilişsel ve davranışsal düzensizlikleri yansıtmaktadır (Hargrave vd., 2017).

Yoğun bakım ünitelerinde (YBÜ) tedavi gören hastalar, deliryum gelişimi açısından yüksek risk grubunu oluşturmaktadır. Bu hasta popülasyonunda deliryum görülme sıklığının %80’e kadar ulaşabildiği bildirilmektedir (Leonard & Rahaman, 2017). Deliryumun patofizyolojisi henüz tam olarak aydınlatılamamış olmakla birlikte, etiolojisinin belirgin biçimde multifaktöriyel olduğu kabul edilmektedir. Literatürde deliryum ile güçlü ilişkisi gösterilen başlıca risk faktörleri arasında ileri yaş, demans öyküsü, acil cerrahi girişimler ve travmalar yer almaktadır. Bunun yanı sıra enfeksiyonlar, alkol bağımlılığı, asit-baz ve elektrolit dengesizlikleri gibi metabolik nedenler de sürece katkıda bulunmaktadır (Ma vd., 2025).

Ayrıca karaciğer ve böbrek yetmezliği gibi akut metabolik durumlar, santral sinir sistemi patolojileri, hipoksi, endokrin bozukluklar, akut vasküler olaylar, kontrol edilemeyen ağrı, sedatif ilaç kullanımı ve toksik maruziyetler deliryum gelişiminde önemli rol oynamaktadır (Ma vd., 2025). Yoğun bakım ortamına özgü faktörler de bu riski artırmaktadır. Özellikle invaziv girişimlerin fazlalığı, immobilizasyon, aşırı duyuşsal uyaran maruziyeti, uyku yoksunluğu ve gürültü kirliliği deliryum gelişimini kolaylaştırmaktadır. Bunun yanında yapay aydınlatmaya bağlı sirkadiyen ritim bozuklukları ile görme ve işitme kayıpları da önemli çevresel risk faktörleri arasında yer almaktadır (Kotfis vd., 2022).

Deliryum, yoğun bakım hastalarında tedaviye uyumu olumsuz etkileyerek ekstübasyon ve kateter çekme gibi komplikasyonlara yol açmakta, hastanede yatış süresini uzatmakta ve sağlık sistemi üzerinde ciddi bir ekonomik yük oluşturmaktadır (Kotfis vd., 2022; Williams vd., 2023). Postoperatif dönemde deliryum gelişen hastalarda uzun dönem morbiditenin belirgin şekilde arttığı bildirilmektedir. Bu hastalarda bilişsel gerileme (bellek ve dikkat bozuklukları), uyku düzensizlikleri, kabuslar, duygusal instabilite ve mobilizasyon kısıtlılığı gibi yaşam kalitesini doğrudan etkileyen sorunlar kalıcı hale gelebilmektedir. Buna paralel olarak hastaneye yeniden yatış oranlarında da artış gözlenmektedir (de la Varga-Martínez vd., 2023).

Bu olumsuz sonuçların önlenmesi için, cerrahi yoğun bakım ünitelerinde deliryumun erken dönemde tanınması ve etkin yönetim stratejilerinin uygulanması büyük bir öneme sahiptir. Klinik tablonun geliştiği durumlarda ise komplikasyonları minimize etmeye yönelik kanıta dayalı hemşirelik girişimlerinin hızlı ve sistematik bir şekilde uygulanmaya başlanması gerekmektedir (Aslangül vd., 2022). Bu bağlamda, yoğun bakımda deliryum yönetimi; risk faktörlerinin kapsamlı analizi, sağlık profesyonellerinin klinik yetkinliklerinin

geliştirilmesi ve kanıta dayalı uygulamaların bakım süreçlerine entegrasyonunu içeren çok boyutlu bir yaklaşım gerektirmektedir (Williams vd., 2023).

Güncel literatür incelendiğinde, hemşirelerin deliryumu tanılama ve yönetme süreçlerindeki klinik deneyimlerini derinlemesine ele alan çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir (Kara Söylemez vd., 2024; Özşaban & Acaroğlu, 2016). Hemşirelerin özellikle postoperatif dönemde deliryuma ilişkin deneyimlerinin ve karşılaştıkları bariyerlerin değerlendirilmesi; erken tanı süreçlerinin güçlendirilmesi, multidisipliner yönetimin iyileştirilmesi ve etkili bakım stratejilerinin geliştirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır (Kara Söylemez vd., 2024).

2. DELİRYUMUN PATOFİZYOLOJİSİ

Deliryumun etiyojisi multifaktöriyel ve kompleks bir yapıya sahip olup, temel olarak doğrudan merkezi sinir sistemi (MSS) hasarı ve disregüle olmuş sistemik stres yanıtları ekseninde gelişmektedir. Beyin parankiminde doğrudan hasara yol açan başlıca mekanizmalar arasında hücresel enerji yetersizliği (hipoksi, hipoglisemi), metabolik dengesizlikler (hiponatremi, hiperkalsemi gibi elektrolit imbalansları), intrakraniyal neoplazmlar ve nörotoksik etkili ilaç maruziyetleri yer almaktadır (Swarbrick & Partridge, 2022).

Postoperatif deliryumun (POD) patofizyolojisi, yaşlanan beyinde gözlenen fizyolojik değişikliklerle önemli ölçüde örtüşmektedir. Bu kapsamda kan-beyin bariyeri geçirgenliğinde artış, serebral perfüzyon bozuklukları, beyin omurilik sıvısı (BOS) dinamiklerindeki değişiklikler ve nörotransmitter dengesizlikleri temel mekanizmalar arasında yer almaktadır (Bugiani, 2021; Mahanna-Gabrielli vd., 2019). Bu süreçler, beyin nörolojik stres faktörlerine karşı kırılganlığını artırarak nöronal hasara zemin hazırlamaktadır.

Ayrıca, farklı beyin bölgelerinde ortaya çıkan nöronal bağlantı (konektivite) kaybı; uyku-uyanıklık döngüsü ve sirkadiyen ritimlerin bozulmasına yol açarak deliryumun klinik belirtilerini derinleştirmektedir (Bugiani, 2021; Lane vd., 2023).

Klinik açıdan deliryum, motor aktivite düzeyine göre üç alt tipe ayrılmaktadır: hiperaktif, hipoaktif ve karma (miks) tip (Velthuisen, 2018). Hiperaktif deliryum ajitasyon, huzursuzluk ve artmış motor aktivite ile karakterize iken; hipoaktif deliryum letarji, apati ve çevreye yanıtsızlık ile seyretnmektedir. Karma tipte ise bu iki formun özellikleri ardışık olarak gözlenmektedir. Avelino ve Silva (2018) tarafından gerçekleştirilen prospektif bir çalışmada, hiperaktif deliryumun klinik olarak daha belirgin ancak nispeten daha hafif seyirli olduğu, buna karşın hipoaktif deliryumun daha sinsi ilerlediği ve sıklıkla gözden kaçtığı belirtilmiştir. Son yıllarda, özellikle hipoaktif deliryumun olumsuz hasta sonuçları üzerindeki etkisine yönelik ilgi giderek artmaktadır (Hong & Park, 2018).

Sonuç olarak, deliryumun önlenmesine yönelik stratejilerin temelinde serebral hasarın ve sistemik fizyolojik stresin azaltılması yer almaktadır. Cerrahi girişimlerin, özellikle anestezi altında gerçekleştirilen işlemlerin,

organizma için “kontrollü bir travma” oluşturduğu dikkate alındığında; postoperatif deliryum insidansını azaltmaya yönelik girişimlerin oldukça karmaşık ve çok boyutlu olduğu anlaşılmaktadır (Swarbrick & Partridge, 2022).

3. YOĞUN BAKIM ÜNİTELERİNDE POSTOPERATİF DÖNEMDE DELİRYUM

Postoperatif deliryum (POD), günümüzde hem klinik sonuçları hem de sosyal ve ekonomik etkileri nedeniyle önemli bir halk sağlığı sorunu olarak kabul edilmektedir. Bu komplikasyon yalnızca hastanın fiziksel sağlığını ve yaşam kalitesini olumsuz etkilemekle kalmamakta; aynı zamanda hasta yakınları, sağlık sistemleri ve toplum üzerinde de ciddi bir yük oluşturmaktadır (Aldecoa vd., 2024).

Yoğun bakım üniteleri (YBÜ), hayati fonksiyonlarını sürdüremeyen hastaların ileri düzey izlem ve tedavisinin gerçekleştirildiği, yüksek riskli klinik ortamlardır (Terzi & Kaya, 2011). Bu birimlerde tedavi gören hastalarda bilişsel fonksiyonlarda bozulma ile karakterize deliryum, yaygın ve ciddi bir komplikasyon olarak öne çıkmaktadır (Bölüktaş, 2015). Literatürde yoğun bakım hastalarında deliryum prevalansı %56–87 arasında bildirilmiş olmakla birlikte, güncel veriler bu oranların daha da yüksek olabileceğini göstermektedir (Karadaş & Özdemir, 2019).

Yoğun bakımda postoperatif deliryumun etiyolojisi; predispozan (değiştirilemeyen) ve presipitan (değiştirilebilir) risk faktörlerinin kompleks ve dinamik etkileşimi ile açıklanmaktadır (Mart vd., 2021). Hastanın bazal risk profilini oluşturan predispozan faktörler arasında ileri yaş (≥ 50), diyabet, atriyal fibrilasyon, kronik böbrek yetmezliği, arteriyel hipertansiyon ve inflamatuvar biyobelirteçlerde artış yer almaktadır (Mart vd., 2021; Yamamoto vd., 2020). Buna karşılık, klinik olarak müdahale edilebilir presipitan faktörler; mekanik ventilasyon, sedatif ilaç maruziyeti, yetersiz ağrı kontrolü, dehidratasyon, akut fizyolojik stres, sirkadiyen ritim bozuklukları, invaziv cihaz kullanımı ve immobilityi kapsamaktadır (Wang vd., 2018; Barnes-Daly vd., 2018). Cerrahi girişimin türü ve kapsamı da postoperatif deliryum gelişimi üzerinde belirleyici bir rol oynamaktadır. Cerrahi risk düzeyi arttıkça POD insidansının da arttığı bildirilmiştir. Bu doğrultuda, kulak burun boğaz cerrahisinde %12 ve genel cerrahide %13 olarak bildirilen insidans oranlarının; aort cerrahisinde %29’a, majör abdominal cerrahide %50’ye ve kardiyak cerrahide %51’e kadar yükseldiği belirtilmektedir (Ansaloni vd., 2010; Mu vd., 2010; Shah vd., 2012). Ayrıca açık cerrahi teknikler, acil cerrahi girişimler, uzamış operasyon süresi ve yüksek miktarda kan transfüzyonu gibi faktörler de POD riskini artırmaktadır (Marcantonio vd., 1998; Salata vd., 2012).

Kardiyak cerrahi özelinde ise intraaortik balon pompası kullanımı, kapak cerrahileri ve uzamış kardiyopulmoner bypass süresi bağımsız risk faktörleri olarak tanımlanmaktadır (Bakker vd., 2012; Rolfson vd., 1999). Bununla birlikte, pompasız (off-pump) koroner bypass cerrahisinin deliryum gelişimi üzerindeki etkisine ilişkin literatürde henüz kesin bir görüş birliği bulunmamaktadır (Bucerus vd., 2004; Liu vd., 2009).

4. YOĞUN BAKIMDA DELİRYUM YÖNETİMİ

Delirium, erken tanı ve uygun müdahaleler ile büyük ölçüde önlenabilir ve yönetilebilir bir klinik durumdur. Yönetim sürecinin temelini, altta yatan nedenin hızlı ve doğru şekilde belirlenmesi oluşturmaktadır. Bu nedenle kapsamlı bir hasta öyküsü alınması büyük öneme sahiptir. Hastanın iletişim kuramadığı durumlarda aile bireylerinden ayrıntılı bilgi alınmalı ve özellikle mevcut ilaç kullanımı dikkatle değerlendirilmelidir. Bu süreçte polifarmasiden kaçınılmalı, yalnızca gerekli ilaçlar en düşük etkin dozda kullanılmalıdır (Aslangül vd., 2022).

Delirium yönetimi üç temel hedef doğrultusunda ele alınmaktadır. Bunlar:

1. Etiyolojik nedenin saptanması ve tedavi edilmesi,
2. Hasta güvenliğinin sağlanması,
3. Semptomların kontrol altına alınmasıdır.

Bu hedefler doğrultusunda uygulamalar farmakolojik ve non-farmakolojik girişimler olarak iki ana başlıkta değerlendirilmektedir (Aslangül vd., 2022).

4.1. Deliriumun Tanılanması

Deliriumun etkin yönetiminin ilk ve en kritik basamağı erken tanıdır. Delirium, ilk kez Amerikan Psikiyatri Birliği tarafından DSM-III kapsamında tanımlanmış ve zaman içerisinde yapılan güncellemelerle DSM-5-TR (2022) ve ICD-11 sınıflandırmaları ile güncel tanı kriterlerine ulaşmıştır (APA, 2023; ICD-11). Bu tanı sistemleri, klinik değerlendirme araçlarının geliştirilmesinde temel referans noktası olmuştur.

Klinik pratikte deliriumun saptanmasına yönelik çeşitli tarama araçları geliştirilmiştir. Ancak yoğun bakım hastalarında iletişim kısıtlılığı, özellikle mekanik ventilasyon altındaki hastalarda değerlendirmeyi zorlaştırmaktadır. Bu nedenle yoğun bakım ortamına özgü, hızlı ve güvenilir araçlara ihtiyaç duyulmuştur.

Bu doğrultuda geliştirilen Yoğun Bakım Ünitesi Konfüzyon Değerlendirme Metodu (CAM-ICU), günümüzde yoğun bakım ünitelerinde altın standart değerlendirme aracı olarak kabul edilmektedir (Ely, Margolin, vd., 2001; Ely, Siegel, vd., 2001). Amerikan Yoğun Bakım Derneği, klinik uygulamalarda CAM-ICU ve Yoğun Bakım Delirium Tarama Kontrol Listesi (ICDSC) kullanımını önermektedir (Devlin vd., 2018).

CAM-ICU, yoğun bakım hekimleri ve hemşireler tarafından yatak başında kolaylıkla uygulanabilen bir araçtır (Bergeron vd., 2002). Ölçeğin Türkçe geçerlilik ve güvenilirlik çalışması Akıncı ve ark. (2005) tarafından yapılmıştır. Değerlendirme iki aşamalı olarak gerçekleştirilir. Bunlar:

- (i) sedasyon düzeyinin belirlenmesi ve
- (ii) delirium varlığının değerlendirilmesidir.

Tanı için akut başlangıç veya dalgalı seyir ile birlikte dikkat bozukluğunun varlığı ve buna ek olarak düzensiz düşünce süreci veya bilinç düzeyinde değişiklik bulunması gerekmektedir (Akinci vd., 2005).

4.2. Farmakolojik Yönetim

Deliryum tedavisinde farmakolojik yaklaşımlar, özellikle ajitasyon, anksiyete ve psikotik semptomların kontrol altına alınmasında kullanılmaktadır. Klinik olarak risk oluşturan durumlarda hastanın güvenliğini sağlamak amacıyla sedatif ve antipsikotik ilaçlar tercih edilmektedir (Aslangül vd., 2022).

Günümüzde semptomatik tedavide ilk seçenek olarak antipsikotik ilaçlar öne çıkmaktadır. Yoğun bakım ünitelerinde en sık kullanılan tipik antipsikotik ajan haloperidoldür. Haloperidol, dopamin D2 reseptör antagonizması yoluyla halüsinasyon ve delüzyonların kontrolünde etkili olmaktadır (Thom vd., 2019). Bunun yanı sıra olanzapin, risperidon, ketiapin ve ziprasidon gibi atipik antipsikotikler de tedavi seçenekleri arasında yer almaktadır (Barr vd., 2013).

Sedasyon yönetiminde ise mümkün olan en düşük dozun kullanılması ve günlük sedasyon kesintilerinin (sedasyon tatili) uygulanması önerilmektedir. Düşük düzeyde sedasyonun sürdürülmesi, mekanik ventilasyon süresi ve yoğun bakımda kalış süresinin azaltılması ile ilişkilidir. Klinik rehberler, alkol yoksunluğu dışındaki durumlarda benzodiazepinler yerine propofol veya deksmedetomidin gibi ajanların tercih edilmesini önermektedir (Barr vd., 2013).

4.3. Non-Farmakolojik Yönetimler

Deliryumun önlenmesi ve yönetiminde non-farmakolojik girişimler temel ve vazgeçilmez bir bileşendir. Bu yaklaşımlar, özellikle yoğun bakım ortamının düzenlenmesine ve hastanın fizyolojik ile psikolojik ihtiyaçlarının karşılanmasına odaklanmaktadır.

Bu kapsamda;

- Gürültü düzeyinin azaltılması,
- Işıklandırmanın sirkadiyen ritme uygun şekilde düzenlenmesi,
- Hastanın oryantasyonunun desteklenmesi,
- Uyku hijyeninin sağlanması,
- Görme ve işitme yardımcılarının kullanımı gibi çevresel düzenlemeler ön plana çıkmaktadır.

Non-farmakolojik yaklaşımlar arasında erken mobilizasyon, deliryum insidansını azaltmada ve yoğun bakımda kalış süresini kısaltmada en etkili yöntemlerden birisi olarak kabul edilmektedir (Özkan & Özkan, 2019; Yava & Koyuncu, 2022). Bunun yanı sıra aile katılımının sağlanması, iletişimin güçlendirilmesi ve hastaya güvenli bir bakım ortamı sunulması da yönetim sürecinin önemli bileşenlerindendir.

Bununla birlikte, deliryumun önlenmesinde yalnızca çevresel ve davranışsal müdahaleler değil, hastanın fizyolojik gereksinimlerinin etkin yönetimi de büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, yetersiz ağrı kontrolünün deliryum gelişimi için önemli bir tetikleyici olduğu bilinmektedir. Özellikle yoğun bakım hastalarında kontrolsüz ağrı, fizyolojik stres yanıtını artırarak nörotransmitter dengesizliğine ve bilişsel

bozulmaya katkıda bulunabilmektedir. Bu nedenle, hemşirelik bakımında düzenli ve sistematik ağrı değerlendirmesi ile etkin analjezi yönetimi, deliryumun önlenmesinde kritik bir bileşen olarak kabul edilmektedir. Literatürde, uygun ağrı yönetimi ve sedasyon stratejilerinin deliryum insidansını azaltabileceği bildirilmektedir (Barr vd., 2013; Devlin vd., 2018).

5. POSTOPERATİF DELİRYUMDA HEMŞİRELİK DEĞERLENDİRMESİ VE BAKIM YAKLAŞIMLARI

Yoğun bakım ünitelerinde deliryumun tanınması ve yönetimi sürecinde hemşirelerin rolü büyük bir öneme sahiptir. Hastalarla kesintisiz temas halinde bulunan hemşireler, deliryumun erken dönemde fark edilmesinde anahtar konumda yer almaktadır. Klinik değişimleri ilk gözlemleyen sağlık profesyonelleri olarak hemşireler, hastadaki bilişsel ve davranışsal değişimleri erken dönemde saptayarak tanı sürecinin başlatılmasına katkı sağlamaktadır. Bu doğrultuda, gerekli laboratuvar tetkiklerinin planlanması ve tanısız değerlendirmelerin yürütülmesinde hasta savunuculuğu rolünü üstlenmektedirler.

Deliryum tanısı doğrulandıktan sonra hemşireler, bakım sürecinin planlanması ve uygulanmasında merkezi bir rol oynamaktadır. Deliryumun doğrudan spesifik bir farmakolojik tedavisinin bulunmaması nedeniyle, non-farmakolojik yaklaşımlar yönetimin temelini oluşturmaktadır. Bu kapsamda hemşirelik girişimleri; etkin ağrı kontrolünün sağlanması, uyku-uyanıklık döngüsünün korunması, gereksiz invaziv girişimlerin azaltılması (örneğin üriner kateterin erken çekilmesi), aile katılımının desteklenmesi ve erken mobilizasyonun teşvik edilmesi yoluyla hastanın fizyolojik ve psikolojik homeostazının yeniden sağlanmasına odaklanmaktadır (Choi vd., 2019; Zhao vd., 2024).

Kanıt dayalı non-farmakolojik hemşirelik girişimlerinin; deliryum insidansını, semptom şiddetini ve süresini anlamlı düzeyde azalttığı ve bakım kalitesini artırdığı bildirilmiştir (Chen vd., 2022; Zhao vd., 2024). Bu nedenle, hemşirelik bakımının sistematik ve çok bileşenli bir yaklaşımla planlanması büyük bir önem taşımaktadır.

Deliryumun yaygınlığı, geri döndürülebilir olması ve ciddi klinik sonuçlara yol açabilmesi göz önüne alındığında, hemşirelerin bu tabloyu tanılama ve yönetme konusunda yeterli bilgi ve beceriye sahip olmaları gerekmektedir. Literatürde, hemşirelik eğitime yönelik yapılandırılmış müdahalelerin deliryumun erken tanınması, değerlendirilmesi ve yönetiminde klinik başarıyı anlamlı düzeyde artırdığı gösterilmiştir (Zhao vd., 2024; Hebeshy vd., 2025). Literatür bulguları, deliryumun hemşirelik eğitim programlarına ve hizmet içi eğitimlere sistematik olarak dahil edilmesi gerektiğini göstermektedir. Kurumsal düzeyde geliştirilecek deliryum odaklı eğitim stratejileri; bakım kalitesinin artırılmasının yanı sıra hastanede yatış süresinin kısaltılması ve yeniden yatış oranlarının azaltılması gibi önemli klinik sonuçlara da katkı sağlayacaktır (Zhao vd., 2024).

Chen ve ark. (2022) tarafından 7005 hastayı kapsayan geniş ölçekli bir çalışmada, yoğun bakımda deliryumun önlenmesinde en etkili yaklaşımın çok bileşenli müdahalelerin birlikte uygulanması olduğu bildirmiştir. Bu kapsamda; erken mobilizasyon, aile katılımının sağlanması, bilişsel uyarımın desteklenmesi, oryantasyonun sürdürülmesi, duyuşsal uyarım ve çevresel düzenlemelerin entegre bir şekilde uygulanmasının deliryum insidansını anlamlı düzeyde azalttığı gösterilmiştir (Chen vd., 2022).

Liang ve ark. (2021) tarafından yapılan çalışmada, müzik terapisi ve hasta eğitiminin deliryum gelişimini azaltabileceğine dair sınırlı düzeyde kanıtlar elde edilmiştir. Bu uygulamalar; hastaya yoğun bakım öncesinde bilgilendirme yapılması, bakım ortamının tanıtılması ve hastanın tercih ettiği müziklerin dinletilmesi şeklinde uygulanabilmektedir. Aynı çalışmada, özellikle aile katılımı ve erken mobilizasyonun deliryumun önlenmesinde etkili olduğu vurgulanmıştır. Günlük olarak uygulanan hareket açıklığı egzersizleri, yatak kenarında oturma ve sandalyeye transfer gibi aktivitelerin klinik açıdan anlamlı faydalar sağladığı bildirilmiştir (Liang vd., 2021).

Kasapoğlu ve Enç (2022) tarafından yürütölen çalışmada; gazete okuma, tanıdık ses kayıtları ve göz bandı kullanımını içeren çok bileşenli bir programın deliryum insidansını anlamlı düzeyde azalttığı saptanmıştır. Benzer şekilde, Munro ve ark. (2021) aile ses kayıtları ile sağlanan yönlendirmenin deliryumun ortaya çıkış süresini geciktirdiğini bildirmiştir. Kang ve ark. (2023) ise göz bandı, kulak tıkacı, ışık ve gürültü kontrolü gibi çevresel düzenlemelerin deliryum sıklığını azalttığını göstermiştir. Ayrıca Adineh ve ark. (2023) ile Rood ve ark. (2023) tarafından yapılan çalışmalar, aile katılımı ile sağlanan duyuşsal uyarımın ve oryantasyon destekleyici hemşirelik bakımının deliryum riskini azalttığını desteklemektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yoğun bakım ünitelerinde postoperatif deliryum, hasta sonuçlarını doğrudan etkileyen ve multidisipliner yaklaşım gerektiren önemli bir klinik sorundur. Bu derlemede elde edilen bulgular, deliryumun erken tanınması ve yönetiminde hemşirelerin merkezi ve vazgeçilmez bir rol üstlendiğini açıkça göstermektedir. Hastayla en uzun süre temas halinde olan sağlık profesyonelleri olarak hemşireler, erken tanı, sürekli izlem ve bakımın koordinasyonunda büyük bir konumda yer almaktadır.

Özellikle CAM-ICU gibi standardize değerlendirme araçlarının rutin kullanımı, deliryumun erken saptanmasını kolaylaştırarak müdahale sürecini hızlandırmakta ve klinik belirsizlikleri azaltmaktadır. Deliryum yönetiminde yalnızca farmakolojik yaklaşımların yeterli olmadığı; buna karşılık non-farmakolojik, çok bileşenli bakım stratejilerinin deliryum insidansını ve süresini azaltmada temel belirleyici olduğu görölmektedir.

Hemşirelik bakımında; erken mobilizasyonun teşvik edilmesi, etkin ağrı yönetimi, uyku hijyeninin sağlanması ve aile katılımının desteklenmesi gibi girişimlerin entegre biçimde uygulanması, klinik sonuçların iyileştirilmesinde en etkili yaklaşım olarak öne çıkmaktadır.

Bu doğrultuda aşağıdaki öneriler sunulabilir:

- Yoğun bakım hemşirelerine yönelik, deliryum tanılama araçları ve güncel non-farmakolojik yönetim stratejilerini içeren yapılandırılmış eğitim programları geliştirilmelidir.
- Kliniklerde deliryum yönetimine yönelik standart protokoller oluşturulmalı ve bu protokollerin etkinliği düzenli olarak kanıta dayalı göstergelerle izlenmelidir.
- Hasta yakınlarının bakım sürecine aktif katılımını destekleyecek kurumsal düzenlemeler (esnek ziyaret saatleri, aile eğitim programları vb.) teşvik edilmelidir.

Sonuç olarak, kanıta dayalı hemşirelik yaklaşımlarının sistematik biçimde uygulanması; hastaların yaşam kalitesini artırmanın yanı sıra yoğun bakımda kalış süresini kısaltarak sağlık sistemi üzerindeki ekonomik yükün azaltılmasına önemli katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

1. Adineh, M., Elahi, N., Molavynejad, S., Jahani, S., & Savaie, M. (2023). Investigating the effect of implementing a sensory stimulation program by family members on delirium status of brain injury patients hospitalized in the intensive care unit: A randomized clinical trial. *Journal of Education and Health Promotion*, 12, 187. https://doi.org/10.4103/jehp.jehp_921_22
2. Akinci, S. B., Rezaki, M., Özdemir, H., Çelikcan, A., Kanbak, M., Yorganci, K., & Aypar, Ü. (2005). Validity and reliability of Confusion Assessment Method for the Intensive Care Unit. *Türk Anesteziyoloji ve Reanimasyon Dernegi Dergisi*, 33(4), 333–341.
3. Aldecoa, C., Bettelli, G., Bilotta, F., Sanders, R. D., Aceto, P., Audisio, R., ... Spies, C. D. (2024). Update of the European Society of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine guideline on postoperative delirium. *European Journal of Anaesthesiology*, 41(2), 81–108. <https://doi.org/10.1097/EJA.0000000000001876>
4. American Psychiatric Association. (2000). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (4th ed., text rev.).
5. American Psychiatric Association. (2023). *Ruhsal bozuklukların tanılma ve sayımsal el kitabı (DSM-5-TR)* (E. Köroğlu, Çev. Ed.).
6. Ansaloni, L., Catena, F., Chattat, R., Fortuna, D., Franceschi, C., Mascitti, P., & Melotti, R. M. (2010). Risk factors and incidence of postoperative delirium. *British Journal of Surgery*, 97(2), 273–280. <https://doi.org/10.1002/bjs.6843>
7. Aslangül, S., Ayhan, F., & Terzioğlu, C. (2022). Deliryum yönetiminde farmakolojik olmayan hemşirelik yaklaşımları. *Mersin Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 15(2), 273–291.
8. Avelino-Silva, T. J., Campora, F., Curiati, J. A. E., & Jacob-Filho, W. (2018). Prognostic effects of delirium motor subtypes. *PLoS ONE*, 13(1), e0191092.
9. Bakker, R. C., Osse, R. J., Tulen, J. H. M., Kappetein, A. P., & Bogers, A. J. J. C. (2012). Predictors of delirium after cardiac surgery. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*, 41(3), 544–549.
10. Barr, J., Fraser, G. L., Puntillo, K., Ely, E. W., Gélinas, C., Dasta, J. F., Davidson, J. E., Devlin, J. W., Kress, J. P., Joffe, A. M., Coursin, D. B., Herr, D. L., Tung, A., Robinson, B. R. H., Fontaine, D. K., Ramsay, M. A., Riker, R. R., Sessler, C. N., Pun, B., & American College of Critical Care Medicine. (2013).

Clinical practice guidelines for the management of pain, agitation, and delirium in adult patients in the intensive care unit. *Critical Care Medicine*, 41(1), 263–306. <https://doi.org/10.1097/CCM.0b013e3182783b72>

11. Bergeron, N., Skrobik, Y., & Dubois, M. J. (2002). Delirium in critically ill patients. *Critical Care*, 6(3), 181–182.
12. Bölüktaş, R. P. (2015). Yoğun bakımda deliryum yönetimi. *Yoğun Bakım Hemşireliği Dergisi*, 19(2), 68–79.
13. Bucerius, J., Gummert, J. F., Borger, M. A., Walther, T., Doll, N., Falk, V., ... Mohr, F. W. (2004). Predictors of delirium after cardiac surgery. *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 127(1), 57–64.
14. Chen, T. J., Traynor, V., Wang, A. Y., Shih, C. Y., Tu, M. C., Chuang, C. H., ... Chang, H. C. R. (2022). Non-pharmacological interventions for delirium. *International Journal of Nursing Studies*, 131, 104239.
15. Choi, J. J. Y., Kim, K. I., Kang, M. G., Lee, Y. K., Koo, K. H., Oh, J. H., ... Kim, C. H. (2019). Delirium prevention project outcomes. *BMC Geriatrics*, 19, 1303.
16. De la Varga-Martínez, O., Gutiérrez-Bustillo, R., Muñoz-Moreno, M. F., López-Herrero, R., Gómez-Sánchez, E., & Tamayo, E. (2023). Postoperative delirium and quality of life. *Journal of Clinical Anesthesia*, 85, 111030.
17. Devlin, J. W., Skrobik, Y., Gélinas, C., Needham, D. M., Slooter, A. J. C., Pandharipande, P. P., Watson, P. L., Weinhouse, G. L., Nunnally, M. E., Rochweg, B., Balas, M. C., van den Boogaard, M., Bosma, K. J., Brummel, N. E., Chanques, G., Denehy, L., Drouot, X., Fraser, G. L., Harris, J. E., ... Alhazzani, W. (2018). Clinical practice guidelines for the prevention and management of pain, agitation/sedation, delirium, immobility, and sleep disruption in adult patients in the intensive care unit. *Critical Care Medicine*, 46(9), e825–e873. <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000003299>
18. Dosa, D., Intrator, O., McNicoll, L., Cang, Y., & Teno, J. (2007). Nursing home CAM. *Journal of the American Geriatrics Society*, 55(7), 1099–1105.
19. Ely, E. W., Margolin, R., Francis, J., May, L., Truman, B., Dittus, R., ... Inouye, S. K. (2001). CAM-ICU validation. *Critical Care Medicine*, 29(7), 1370–1379.
20. Ely, E. W., Siegel, M. D., & Inouye, S. K. (2001). Delirium in ICU. *Seminars in Respiratory and Critical Care Medicine*, 22(2), 115–126.
21. Hargrave, A., Bastiaens, J., Bourgeois, J. A., Neuhaus, J., Josephson, S. A., Chinn, J., ... Douglas, V. (2017). Nurse-based delirium tool validation. *Psychosomatics*, 58(6), 594–603.
22. Hebeshy, M. I., Gaballah, S. H., & Ibrahim, N. M. (2025). Effect of educational training about CAM-ICU on nurses' knowledge, self-confidence, and performance in delirium assessment. *Nurse Education in Practice*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1016/j.nepr.2025.103983>
23. Hong, N., & Park, J. Y. (2018). Delirium motor subtypes. *BioMed Research International*, 9812041.
24. ICD-11. (n.d.). Retrieved March 14, 2026, from <https://icd.who.int/en>
25. Kang, J., Cho, Y. S., Lee, M., Yun, S., Jeong, Y. J., Won, Y. H., ... Kim, S. (2023). Nonpharmacological interventions. *Australian Critical Care*, 36(4), 640–649.
26. Kara Söylemez, G., Bulut, H., & Ekici, G. (2024). Hemşire deneyimleri. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 13(2), 694–713.

27. Karadaş, C., & Özdemir, L. (2019). Hemşirenin rolü. *Journal of Psychiatric Nursing*, 10(2), 137–142.
28. Kasapoğlu, E. S., & Enç, N. (2022). Multicomponent interventions. *Geriatric Nursing*, 44, 207–214.
29. Kotfis, K., van Diem-Zaal, I., Williams Roberson, S., Sietnicki, M., van den Boogaard, M., Shehabi, Y., & Ely, E. W. (2022). ICU delirium future. *Critical Care*, 26, 200.
30. Leonard, A., & Rahaman, Z. (2017). CAM-ICU evaluation. *Journal of Nursing and Health Studies*, 2(2).
31. Liang, S., Chau, J. P. C., Lo, S. H. S., Zhao, J., & Choi, K. C. (2021). Nonpharmacological delirium prevention. *Australian Critical Care*, 34(4), 378–387.
32. Liu, Y. H., Wang, D. X., Li, L. H., Wu, X. M., Shan, G. J., Su, Y., ... Sun, W. (2009). Cardiopulmonary bypass effects. *Anesthesia & Analgesia*, 109(4), 1013–1022.
33. Ma, X., Cheng, H., Zhao, Y., & Zhu, Y. (2025). Subsyndromal delirium in ICU. *Intensive & Critical Care Nursing*, 86, 103834.
34. Marcantonio, E. R., Goldman, L., Orav, E. J., Cook, E. F., & Lee, T. H. (1998). Intraoperative factors. *American Journal of Medicine*, 105(5), 380–384.
35. Mart, M. F., Roberson, S. W., Salas, B., Pandharipande, P. P., & Ely, E. W. (2021). ICU delirium management. *Seminars in Respiratory and Critical Care Medicine*, 42(1), 112–126.
36. Mu, D. L., Wang, D. X., Li, L. H., Shan, G. J., Li, J., Yu, Q. J., & Shi, C. X. (2010). Cortisol and delirium. *Critical Care*, 14, R238.
37. Munro, C. L., Liang, Z., Ji, M., Elias, M. N., Chen, X., Calero, K., & Ely, E. W. (2021). FAVoR intervention. *Contemporary Clinical Trials*, 102, 106277.
38. Özkan, M., & Özkan, S. (2019). Deliryum yönetimi. *Klinik Gelişim Dergisi*, 22(4), 59.
39. Reznik, M. E., & Slooter, A. J. C. (2019). ICU delirium management. *Current Treatment Options in Neurology*, 21(11), 59.
40. Rhodius-Meester, H. F. M., Van Campen, J. P. C. M., Fung, W., Meagher, D. J., Van Munster, B. C., & De Jonghe, J. F. M. (2013). I-AGEd scale. *Tijdschrift voor Gerontologie en Geriatrie*, 44(5), 206–214.
41. Rolfson, D. B., McElhaney, J. E., Rockwood, K., Finnegan, B. A., Entwistle, L. M., Wong, J. F., & Suarez-Almazor, M. E. (1999). CABG delirium. *Canadian Journal of Cardiology*, 15(7), 771–776.
42. Rood, P. J. T., Ramnarain, D., Oldenbeuving, A. W., den Oudsten, B. L., Pouwels, S., van Loon, L. M., ... van den Boogaard, M. (2023). Non-pharmacological interventions. *Journal of Clinical Medicine*, 12(18), 5820.
43. Salata, K., Katznelson, R., Beattie, W. S., Carroll, J., Lindsay, T. F., & Djaiani, G. (2012). Endovascular vs open surgery. *Canadian Journal of Anaesthesia*, 59(6), 556–561.
44. Shah, S., Weed, H. G., He, X., Agrawal, A., Ozer, E., & Schuller, D. E. (2012). Alcohol-related delirium predictors. *Archives of Otolaryngology*, 138*(3), 266–271.
45. Swarbrick, C. J., & Partridge, J. S. L. (2022). Delirium prevention strategies. *Anaesthesia*, 77(Suppl 1), 92–101.
46. Terzi, B., & Kaya, N. (2011). Yoğun bakım hemşireliği. *Yoğun Bakım Dergisi*, 21–25.
47. Thom, R. P., Levy-Carrick, N. C., Bui, M., & Silbersweig, D. (2019). Delirium. *American Journal of Psychiatry*, 176(10), 785–793.

48. Velthuijsen, E., Zwakhalen, S., Mulder, W., Verhey, F., & Kempen, G. (2018). Delirium subtypes. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 33(11), 1521–1529.
49. Wang, J., Ji, Y., Wang, N., Chen, W., Bao, Y., Qin, Q., & Li, S. (2018). ICU delirium risk factors. *Journal of Clinical Nursing*, 27(1–2), 407–415.
50. Williams, G., Fulbrook, P., Alberto, L., Kleinpell, R., Christensen, M., Sitoula, K., & Kobuh, N. D. (2023). Critical care nursing priorities. *Journal of Nursing Scholarship*, 55(5), 1044–1057.
51. Yava, A., & Koyuncu, A. (2022). Hemşirelikte kanıttan kliniğe uygulama önerileri. Ankara Nobel.
52. Zhao, Y., Missbrenner, N., Xu, H. D., & Josephson, J. (2024). Enhancing delirium assessment and management through nursing education interventions: A scoping review. *Nurse Education in Practice*, 75, 103887. <https://doi.org/10.1016/j.nepr.2024.103887>

CİDDİ TRAVMASI OLAN HASTALARIN HASTANE ÖNCESİ TEDAVİSİNDE SON GELİŞMELER

Dr. Öğr. Üyesi, Emine ERSÖZLÜ ^{1/} Yüksek Lisans Öğrencisi, Ümit ÖZDEMİR ^{2/} Yüksek Lisans Öğrencisi, Sena UZUNTARLA ³

¹ Karabük Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu, emineonalan@karabuk.edu.tr ,
0000-0001-9336-1793

² Karabük Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Hemşirelik Bilimi,
2528302006@ogrenci.karabuk.edu.tr , 0009-0002-1863-1049

³ Karabük Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Hemşirelik Bilimi,
2528302019@ogrenci.karabuk.edu.tr , 0009-0006-9047-8957

Özet

Travma, küresel düzeyde önemli bir halk sağlığı sorunu olmaya devam etmektedir. Birçok ülke, travmaya bağlı önlenebilir ölümleri azaltma yönünde çalışmalar yürütmekte olsa da ölüm oranları hâlâ istenilen düzeyin üzerindedir. Bu durum, travma bakımında sistem genelinde sürekli gelişime olan ihtiyacı ortaya koymaktadır. Bu derlemede, hastane öncesi acil bakım travma yönetimine yönelik son dönemde güncellenen kılavuzlar ve gelişmeler ele alınmakta, kanıta dayalı ve hasta odaklı yaklaşımlar vurgulanmaktadır. Bu derleme, ciddi travması olan hastaların hastane öncesi tedavisinde uygulanması önerilen son gelişmelere yönelik literatür taramasına dayalı bir araştırmadır. Hastane öncesi travma bakımında güncel uygulamalar, erken ve agresif hemoraj kontrolü üzerine odaklanmaktadır. Bu kapsamda turnike uygulaması, yara doldurma (wound packing) ve izinli hipotansiyon (permissive hypotension) gibi teknikler artık standart yaklaşımlar arasında yer almaktadır. Ayrıca, intraosseöz vasküler girişim, traneksamik asit uygulaması gibi yenilikçi yöntemler hasta sonuçlarını olumlu yönde etkilemektedir. Mevcut değerlendirme yaklaşımlarında “dolaşım, hava yolu, solunum (CAB)” sıralamasının ön planda tutulması, hayati tehlike oluşturan kanamaların kontrol altına alınmasının önemini vurgulamaktadır. Bu derleme, uluslararası standartlarla uyumlu ileri düzey stratejilerin hayata geçirilmesinin, travmaya bağlı önlenebilir ölümlerin azaltılmasında ne denli kritik olduğunu ortaya koymaktadır. Farklı ülkeler ve sistemlerde farklı kılavuzlar uygulanmakta olsa da temel amaç etkili ve hızlı müdahaleyi sağlamaktır. Bu hedefe ulaşmada hastane öncesi travma bakımının eğitimsel olarak güçlendirilmesi ve kaynakların etkin şekilde kullanılması, vazgeçilmez adımlar olarak değerlendirilmelidir.

Anahtar kelimeler: Travma Yönetimi, Hastane Öncesi Acil Sağlık Hizmetleri, Traneksamik Asit, Mekanik Kalp Masajı, Travma Protokolleri

RECENT ADVANCES IN THE PREHOSPITAL MANAGEMENT OF PATIENTS WITH SEVERE TRAUMA

Abstract

Trauma continues to be a major global public health problem. Although many countries have implemented strategies to reduce preventable trauma-related deaths, mortality rates remain above the desired level. This highlights the ongoing need for continuous improvement across trauma care systems.

This review examines recently updated guidelines and developments in prehospital emergency trauma care, emphasizing evidence-based and patient-centered approaches. The study is based on a literature review focusing on recent advances in the prehospital management of patients with severe trauma.

Current practices in prehospital trauma care primarily focus on early and aggressive hemorrhage control. Techniques such as tourniquet application, wound packing, and permissive hypotension have become standard approaches. In addition, innovative interventions such as intraosseous vascular access and tranexamic acid administration have been shown to improve patient outcomes.

Recent assessment strategies prioritize the “Circulation, Airway, Breathing (CAB)” sequence, underscoring the critical importance of controlling life-threatening hemorrhage. This review highlights the essential role of implementing advanced strategies aligned with international standards in reducing preventable trauma-related deaths.

Although different guidelines are applied across countries and healthcare systems, the primary goal remains the provision of rapid and effective intervention. Strengthening prehospital trauma care through education and the efficient use of resources is considered indispensable in achieving this goal.

Keywords: Trauma Management, Prehospital Emergency Medical Services, Tranexamic Acid, Mechanical Chest Compression, Trauma Protocols

1. GİRİŞ

Travma, dünya genelinde ciddi bir halk sağlığı sorunu olarak öne çıkmakta ve özellikle genç erişkin nüfusta önemli oranda ölümlere neden olmaktadır. Düşük ve orta gelirli ülkelerde, travma bakımına yönelik sağlık sistemlerinin kaynak yetersizliği nedeniyle bu durum daha belirgin hale gelmektedir. Karayolu trafik kazaları, düşmeler, kişilerarası şiddet ve iş kazaları gibi travmatik olaylar, basit kesiklerden yaşamı tehdit eden çoklu organ hasarına kadar geniş bir klinik tabloya yol açabilmektedir (Sakran et al., 2012).

Yaşam kurtarıcı girişimlere (Life-Saving Interventions- LSI) erişim, ciddi derecede travma geçirmiş hastaların hayatta kalma oranlarını artırmada temel bir unsurdur (Mitra et al., 2019). Travma sistemleri, hastane öncesi dönemden başlayarak nihai tedavi ve rehabilitasyon aşamasına kadar olan hasta bakımının koordinasyonunu ve entegrasyonunu sağlayarak, ağır travma sonrası optimal hasta bakımını mümkün kılmaktadır (Celso et al., 2006). Gelişmiş ülkelerde, ileri düzey travma sistemlerinin uygulanması sayesinde ölüm ve sakatlık oranlarında belirgin bir azalma sağlanmıştır (Cameron et al., 2008; Gabbe et al., 2012). Merkezi travma sistemlerinin etkinliği açısından, uygun klinik müdahalenin yapılabilirdiği ve hastaların uygun travma merkezlerine zamanında sevk edilebildiği bir hastane öncesi sistemin varlığı büyük önem taşımaktadır (Cameron et al., 2014; Andrews et al., 2024).

Birçok ülkede travmaya bağlı önlenebilir ölümlerin azaltılmasına yönelik önemli adımlar atılmış olsa da mortalite oranlarının halen arzu edilen düzeyin üzerinde seyretmesi, bu alanda sürekli gelişim ve yenilik ihtiyacını ortaya koymaktadır (Drake et al., 2020). Bu kapsamda, son yıllarda travma bakımına yönelik geliştirilen sistematik iyileştirme girişimleri, yalnızca hastane içi değil, aynı zamanda hastane öncesi sağlık hizmetlerini de kapsamaktadır. Hastane öncesi acil sağlık hizmetleri olay yerinde hızlı travma değerlendirmesi, hava yolu kontrolü, dolaşımın sağlanması ve olabildiğince erken stabilizasyon gibi adımları içermekte olup, hasta prognozunu doğrudan etkilemektedir (Kim & Kim, 2025).

Hastane bakım sürecinde ise cerrahi girişimler, yoğun bakım uygulamaları ve multidisipliner takip süreçleri, karmaşık travma hastalarının yönetiminde kritik rol oynamaktadır. Bu bağlamda geliştirilen ileri yaşam desteği kılavuzları (Advanced Trauma Life Support- ATLS) ile Avrupa Travma Kılavuzları, travma yönetiminde standart uygulamaların oluşturulmasına katkı sağlamaktadır. Günümüzde tanı teknolojilerindeki gelişmeler ve minimal invaziv girişim teknikleri ile desteklenen bu kılavuzlar, travma bakımının yapılandırılmasında önemli rol oynamaktadır (Rossaint et al., 2023).

Yakın dönemde yayınlanan revize protokoller ve uluslararası kılavuzlar, travma bakımına yönelik bütüncül bir yaklaşımı benimsemekte ve erken müdahalenin, disiplinler arası koordinasyonun ve hasta odaklı bakım yollarının optimize edilmesinin önemini vurgulamaktadır (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2016). Travma bakımındaki bu dönüşüm, hasta sağkalım oranlarının artırılması ve iyileşme sürecinin

desteklenmesi açısından güncel gelişmelerin takip edilmesini zorunlu kılmaktadır (Kim & Kim, 2025; Doke et al., 2023).

Bu derleme çalışmasında, hastane öncesi ilk yardım uygulamaları, travma yönetimine dair güncel kılavuzlar ile literatürde yer alan önemli gelişmeler ele alınarak, travma hastalarının yönetimine ilişkin kanıta dayalı ve hasta merkezli yaklaşımlar değerlendirilmektedir.

2. CİDDİ TRAVMALI HASTALARIN HASTANE ÖNCESİ BAKIMI

Hastane öncesi dönemde paramedikler tarafından gerçekleştirilen kritik travma değerlendirmesi dört temel adımdan oluşur:

- a) Havayolunun güvenliğinin sağlanması ve korunması,
- b) Solunum fonksiyonunun değerlendirilmesi,
- c) Dolaşımın ve kanamanın kontrolü, damar yolu açılması ve uygun sıvı resüsitasyonu,
- d) Nörolojik bozuklukların taranması ve yaşamı tehdit eden kanamaların cilt yolu ile belirlenmesidir (National Association of Emergency Medical Technicians [NAEMT], 2023).

Önceliği dolaşım ve erken kanama kontrolü olan CAB yaklaşımı (circulation, airway, breathing) önerilmektedir (Ferrada & Dissanaik, 2023).

Bu temel ilkeler doğrultusunda, hastane öncesi dönemde paramedikler tarafından uygulanması gereken kritik travma değerlendirme ve müdahale adımları aşağıda on başlık altında özetlenmiştir.

2.1. Havayolu Yönetimi

Travma hastalarının değerlendirilmesinde havayolu açıklığının sağlanması ve yönetimi temel öneme sahiptir. Bu bağlamda, temel havayolu yönetimi uygulamaları arasında uygun pozisyon verilmesi, nazofaringeal ve orofaringeal havayolu araçlarının kullanımı ile ambu (bag-valf-mask) ile ventilasyon yer alır. Bu ilk müdahaleler, hastaların hastaneye hızlı ve güvenli bir şekilde nakledilmesini kolaylaştırabilir (Kim & Kim, 2025).

Ancak, bilinç düzeyinde bozulma, havayolu bütünlüğünün kaybı, orofaringeal yaralanmalar veya tam tıkanma gibi zorlu durumlar, ileri düzey havayolu yönetimi gerektirebilir (Carney et al., 2021; Kovacs & Sowers, 2018). Hastane öncesi dönemde entübasyon işlemi, bu alanda yeterli deneyime sahip paramedikler ya da acil sağlık teknisyenleri tarafından gerçekleştirilir.

Travma hastasında ventilasyonun temel amacı, havayolu açıklığını korumak ve yeterli oksijenlenmeyi sağlamaktır. Havayolu obstrüksiyonu, bilinç seviyesinin bozulması ($GKS \leq 8$), hipoventilasyon veya hipoksemi durumlarında entübasyonun gecikmeden yapılması önerilmektedir (Bernard et al., 2010).

Hipoksemi ve hiperkapni gibi durumların travma hastalarında mümkün olduğunca önlenmesi esastır; ancak ağır kanamalarda bazı istisnalar olabilir. Travma hastalarında normoventilasyon önerilirken, hiperventilasyon yalnızca beyin herniasyonu gibi yaşamı tehdit eden durumlarda geçici bir önlem olarak düşünülmelidir.

Endotrakeal entübasyon, bazı klinik durumlarda vazgeçilmez olsa da riskler barındırdığı için bu uygulama deneyim ve beceri gerektirir. Supraglottik havayolu araçları alternatif olarak değerlendirilmekle birlikte, yakın dönem çalışmalar bu araçların entübasyona kıyasla belirgin bir üstünlük sağlamadığını göstermiştir (Lee et al., 2022).

Travmatik beyin hasarı (TBI) bulunan hastalarda hipoksemi özellikle zararlıdır ve bu durumun ilk aşamada yüksek oksijen seviyeleri ile tedavi edilmesi önerilir. Bununla birlikte, uzun süreli hiperoksi özellikle TBI hastalarında mortaliteyi artırabileceğinden dikkatli olunmalıdır. Hiperventilasyon ise genellikle önerilmemekte olup yalnızca kafa içi basıncın hızla azaltılması gereken herniasyon durumlarında geçici bir önlem olarak kullanılmalıdır. Ayrıca bazı çalışmalarda hastane öncesi entübasyon uygulamasının mortalite ile ilişkili olabileceği bildirilmiştir (Bukur et al., 2011).

2.2. Göğüs Dekompresyonu

Tansiyon pnömotoraks, göğüs yaralanmalarına bağlı olarak gelişen ve yaşamı tehdit eden bir komplikasyondur. Bu durumda hızlı dekompresyon tedavisi hayati önem taşır. Klinik olarak genellikle tek taraflı akciğer seslerinin kaybı, dispne, hipoksi ve hemodinamik instabilite gibi bulgularla tanınır.

Bazı ülkelerde, tansiyon pnömotoraks şüphesi durumunda olay yerinde iğne ile dekompresyon veya parmakla torakostomi uygulanması önerilmektedir (Hannon et al., 2020; Sharrock et al., 2021). Ancak birçok ülkede bu uygulamalar paramediklerin yasal yetki alanı dışında kaldığı için gerçekleştirilememektedir. Bu gibi durumlarda en uygun yaklaşım, hastanın göğüs dekompresyonunun hızla yapılabileceği bir sağlık kuruluşuna en kısa sürede nakledilmesidir.

Bazı kılavuzlar, pnömotoraks, hemotoraks ve/veya serbest abdominal sıvının tespitinde hastane öncesi ultrasonografi kullanımını önermektedir. Bununla birlikte, bu uygulama da birçok ülkede paramediklerin görev tanımı içinde yer almamaktadır (Rossaint et al., 2023).

2.3. İntravenöz (IV) ve İntraosseöz (IO) Girişim

Travma hastalarının zamanında resüsitasyonu için hızlı damar yolu sağlanması kritik öneme sahiptir. Bu amaçla genellikle en az iki adet geniş çaplı intravenöz (IV) damar yolu (16 gauge veya daha büyük) açılması önerilmektedir.

Periferik damar yolu açılmadığı durumlarda intraosseöz (IO) girişim, hızlı ve güvenilir bir alternatif olarak kullanılmaktadır (Leidel et al., 2009; Wang et al., 2023). Basınç torbası (pressure bag) kullanımı ile farklı çapta iğnelerle benzer hızlarda sıvı infüzyonu sağlanabilmektedir (Wang et al., 2023).

Bununla birlikte intraosseöz uygulamalar da birçok ülkede paramediklerin yetki alanına dahil değildir. Bu nedenle intravenöz girişime alternatif seçenekler sınırlı kalmaktadır. IV ve IO arasında seçim yapılması, ilgili ülkenin yasal düzenlemeleri ve klinik uygulama kılavuzları doğrultusunda paramediğin kararına bağlıdır (Kim & Kim, 2025).

2.4. Hastane Öncesi Travmatik Kanama Yönetim Stratejileri

Son yıllarda, hastane öncesi travma bakımına yönelik yaklaşımlar, önlenebilir kan kaybına bağlı ölümleri azaltmaya odaklanmış ve ABC sıralamasından önce masif kanamaların kontrolünü önceliklendiren X-ABC yaklaşımını benimsemiştir. Ritondale ve ark.'nın yaptığı çalışmada, hastane öncesi dönemde “X-ABC” yaklaşımının uygulanmasının, geleneksel “ABC” sıralamasına kıyasla hastane içi mortaliteyi anlamlı derecede azalttığı gösterilmiştir. Özellikle X-ABC grubunda mortalite oranı %13 iken, ABC grubunda bu oran %47 olarak bulunmuştur (Ritondale et al., 2024).

Bu yaklaşım, özellikle ekstremiteler kanamaları gibi olay yerinde acil müdahale yapılmadığında ölümcül olabilecek durumların hızlı şekilde kontrol altına alınmasını, hipovolemik şokun ve organ hasarının önlenmesini amaçlamaktadır.

Dolaşım fazında sıvı replasmanı, travmatik hemorajisi olan hastaların yönetiminde kritik bir müdahaledir. Önceki dönemlerde Ringer laktat veya serum fizyolojik yaygın olarak kullanılırken, son dönem çalışmalar büyük hacimli sıvı uygulamalarının yararlı olmadığını, hatta zararlı olabileceğini göstermiştir (Dadoo et al., 2017; Sung et al., 2022). Bu nedenle kafa travması ve/veya spinal yaralanması olmayan hastalarda sınırlı sıvı tedavisi ve izinli hipotansiyon stratejisi önerilmektedir (Tran et al., 2018). Bununla birlikte bu strateji, yaşlı hastalarda, kronik hipertansiyonu olan bireylerde ve TBI veya omurilik yaralanması bulunan hastalarda dikkatle değerlendirilmelidir (Lou et al., 2018).

Hastane öncesi ortamda kan ürünlerinin kullanımı konusunda net kılavuzlar bulunmamaktadır. Bazı çalışmalar plazma ve eritrosit süspansiyonu uygulamasının olumlu sonuçlar sağladığını bildirirse de bu konuda yeterli düzeyde tutarlı kanıt henüz mevcut değildir (Rossaint et al., 2023; Sperry et al., 2018; Moore et al., 2018; Reitz et al., 2020; Gruen et al., 2020; Rehn et al., 2019).

Kanama, travmaya bağlı önlenebilir ölümlerin önde gelen nedenidir. Kanama kontrolünde ilk adım olarak doğrudan baskı uygulaması önerilmekle birlikte, bu yöntem büyük çaplı yaralanmalarda veya vasküler bütünlüğün bozulduğu durumlarda yetersiz kalabilir. Ticari turnikeler, özellikle ekstremiteler kanamalarının hızlı kontrolü için etkili bir yöntem olup hasta sağkalımını anlamlı düzeyde artırmaktadır (Teixeira et al., 2018).

Turnike uygulamasının özellikle 2 saatin altında güvenli olduğu kabul edilmektedir (Joarder et al., 2023). Ancak daha uzun süreli uygulamalarda iskemik hasar riskinin arttığı bildirilmektedir (Holcomb et al., 2023). Ayrıca turnike süresinin 2 saatin altında olduğu durumlarda ekstremiteler kurtarma oranlarının daha yüksek

olduğu, 4 saatin üzerindeki uygulamalarda ise bu oranın azaldığı ve mortalitenin arttığı gösterilmiştir (Joarder et al., 2023).

Turnikenin uygulanmasının zor olduğu anatomik bölgelerde (perine, aksilla, boyun), yara dolgusu (wound packing) etkili bir alternatif olup hemostatik ajan içeren gazlı bezler tercih edilmekle birlikte, standart gazlı bezler de benzer etki gösterebilmektedir (Schauer et al., 2018).

Resüstatif endovasküler aort balon oklüzyonu (REBOA), kan akışını geçici olarak durdurarak hemorajiyi kontrol etmeye yönelik bir yöntemdir (Harfouche et al., 2022). REBOA üzerine yapılan çalışmaların büyük çoğunluğu hastane ortamında gerçekleştirilmiş olmakla birlikte, bazı vaka raporları ve sınırlı sayıda çalışma hastane öncesi uygulamaların da mümkün olabileceğini göstermektedir (Caicedo et al., 2022).

Bir sistematik derlemede, hastane öncesi REBOA uygulamasının sınırlı sayıda vakada uygulanabildiği ve uygulanabilirlik oranının %68–100 arasında değiştiği, ancak sağkalım ve komplikasyon oranlarının heterojen olduğu bildirilmiştir (Caicedo et al., 2022). Ayrıca bazı olgu sunumları, saha koşullarında REBOA uygulamasının hayat kurtarıcı olabileceğini göstermektedir (Li et al., 2024). Eğitimli ekiplerin bulunduğu sistemlerde, özellikle hava ambulansı ortamında REBOA'nın seçilmiş vakalarda uygulanabileceği belirtilmektedir (Hilbert et al., 2023).

Traneksamik asit (TXA) uygulamasının sağkalımı artırdığı, mortaliteyi azalttığı ve kanamaya bağlı komplikasyonları düşürdüğü bildirilmektedir (Karl et al., 2023). Bununla birlikte TXA uygulanan hastalarda hiperkoagülabilite riskinin artmadığı gösterilmiştir (Relke et al., 2021).

TXA'nın etkinliği açısından erken uygulama kritik olup, ilk 1 saat içinde verilmesi önerilmekte, 3 saat sonrasında uygulanması önerilmemektedir. Güncel protokolde 1 g bolus dozun ilk 10 dakika içinde verilmesi ve ardından 8 saat içinde ikinci dozun uygulanması önerilmektedir. İntravenöz erişimin sağlanamadığı durumlarda intraosseöz veya intramüsküler uygulama alternatifleri de mevcuttur (Jamal et al., 2021).

2.5. Spinal İmmobilizasyon veya Spinal Hareketinin Kısıtlanması

Servikal omurga yaralanmasından şüphelenilen durumlarda, paramediklerin hastane öncesi travma bakım kılavuzlarına uygun olarak servikal boyunluk uygulamaları önerilmektedir (Hoffman et al., 2000; Hofstetter et al., 2023). Bu aşamada, servikal immobilizasyon gerektirmeyen hastaların belirlenmesinde NEXUS (National Emergency X-Radiography Utilization Study) gibi geçerliliği onaylanmış klinik karar araçları kullanılabilir.

Servikal boyunluk kullanımının morbidite veya mortaliteyi azalttığına dair kanıtlar sınırlı olmakla birlikte, bazı olumsuz etkiler de bildirilmiştir. Bunlar arasında, rijit servikal boyunlukların hava yolu yönetimini zorlaştırarak entübasyon koşullarını kötüleştirebilmesi (Hunt et al., 2001; Thiboutot et al., 2009) ve juguler venlerin kompresyonuna bağlı olarak venöz drenajın bozulması sonucu intrakraniyal basınç artışı yer almaktadır (Bazaie et al., 2022).

Ayrıca spinal immobilizasyon tahtalarının nörolojik sonuçları iyileştirdiğine dair kanıtlar yetersizdir. Bununla birlikte, bu tahtaların bası yaraları gelişimi ve solunum kısıtlanması ile ilişkili olduğu gösterilmiştir (Kwan et al., 2001). Bu nedenle bu tür immobilizasyon araçlarının tüm travma hastalarına rutin olarak uygulanması önerilmemektedir.

Özellikle penetran travmalarda spinal hareket kısıtlamasının uygulanması, mortalite oranlarını artırabileceği için önerilmemektedir (Velopulos et al., 2018). Haut ve ark.'nın yaptığı retrospektif çalışmada, 45.284 penetran travma hastası incelenmiş ve spinal immobilizasyon uygulanan hastalarda mortalite oranının %14,7, uygulanmayanlarda ise %7,2 olduğu gösterilmiştir. Bu çalışmada spinal immobilizasyonun ölüm riskini yaklaşık iki kat artırdığı (OR: 2.06; %95 CI: 1.35–3.13) belirlenmiştir (Haut et al., 2010).

Doğu Travma Cerrahisi Derneği (Eastern Association for the Surgery of Trauma- EAST) tarafından yapılan sistematik derleme ve meta-analiz çalışmasında da benzer şekilde, penetran travmalarda spinal immobilizasyonun mortaliteyi artırdığı ve nörolojik fayda sağlamadığı bildirilmiştir (Velopulos et al., 2018). Bu bağlamda, penetran travmalarda (örneğin bıçaklanma veya ateşli silah yaralanmaları) spinal hareket kısıtlamasının rutin olarak uygulanması önerilmemektedir.

Yetişkin travma hastalarında resüsitasyon sırasında omurga immobilizasyonu; nörolojik yaralanma, hastane içi mortalite, hastanede kalış süresi ve yoğun bakım ünitesinde kalış süresi açısından daha yüksek risk ile ilişkilendirilmektedir (Breeding et al., 2024). Bu nedenle penetran travma hastalarında spinal immobilizasyon kararı, her hasta için bireysel olarak değerlendirilmelidir.

2.6. Pelvik Bağ Uygulaması

Pelvik kırıklar, travma hastalarında ciddi iç kanamalara yol açabilen önemli yaralanmalardır. Pelvik bağlar, pelvik kırığın definitif tedavisinden önce, hastane öncesi dönemde kanamayı azaltmak amacıyla kullanılabilir (Khaliq & Rodham, 2024).

Paramediklerin, çoklu travma geçirmiş veya pelvik yaralanma şüphesi bulunan ve hemodinamik instabilite gösteren hastalarda pelvik halka kırığından güçlü şekilde şüphelenmeleri gerekmektedir (Coccolini et al., 2017). Bu gibi durumlarda pelvik bağların erken ve ampirik olarak uygulanması önerilmektedir.

Her ne kadar hastane öncesi pelvik bağ kullanımına ilişkin bazı tartışmalar bulunsun da birçok travma bakım kılavuzu hemodinamik olarak instabil ve pelvik kırık şüphesi olan hastalarda bu yöntemin kullanılmasını önermektedir (Bangura et al., 2023; Cullinane et al., 2011). Ayrıca erken pelvik bağ uygulamasının hemodinamik stabiliteyi iyileştirebileceği ve kanama kontrolüne katkı sağlayabileceği bildirilmiştir (Hsu et al., 2017).

Bu öneriler, pelvik bağların düşük maliyetli, uygulanabilirliği yüksek ve komplikasyon riskinin görece düşük olması ile desteklenmektedir.

2.7. Travmatik Beyin Yaralanmasının (TBI) Tedavisi

Travmatik beyin hasarı (TBI), travma hastalarında mortalitenin önde gelen nedenlerinden biridir (Oyeniye et al., 2017). Hastane öncesi dönemde hipotansiyon, hipoksemi ve hipotermi gibi sekonder beyin hasarı nedenlerinin hızla düzeltilmesi gerekmektedir. Bu faktörlerin her biri artmış mortalite ile bağımsız olarak ilişkilidir (Oyeniye et al., 2017).

Son ekshalasyon karbondioksit düzeyinin (end-tidal CO₂) 35–40 mmHg aralığında tutulması önerilmekte olup, profilaktik hiperventilasyondan kaçınılmalıdır. Uzun süreli hiperventilasyonun nörolojik sonuçları olumsuz etkileyebileceği gösterilmiştir (Muizelaar et al., 1991).

Bununla birlikte, beyin herniasyonu gibi yaşamı tehdit eden durumlarda end-tidal CO₂ seviyesinin geçici olarak 28–35 mmHg aralığına düşürülmesi amacıyla hiperventilasyon uygulanabilir. Bu yaklaşım yalnızca geçici bir önlem olarak değerlendirilmelidir.

İntrakraniyal basıncın kontrolü amacıyla servikal boyunlukların aşırı sıkılığından kaçınılmalı, başın yaklaşık 30° elevasyonu sağlanmalı ve uygun sedasyon ile analjezi uygulanmalıdır. Gerekğinde hiperozmotik tedavi seçenekleri de değerlendirilebilir (Bulger et al., 2010).

Bununla birlikte, Travmatik Beyin Hasarının Hastane Öncesi Yönetimine İlişkin güncel kılavuzlarda, hiperozmotik tedavilerin (mannitol ve hipertonic salin) hastane öncesi dönemde profilaktik olarak rutin kullanımının önerilmediği belirtilmektedir. Özellikle beyin herniasyonu bulgusu olmayan hastalarda bu tür uygulamalar için zayıf öneriler bulunmaktadır (Hawryluk et al., 2023).

Bu nedenle, hiperozmotik tedavi kararının hastane öncesi dönemde rutin bir uygulama olarak değil, hastanın klinik durumu, mevcut kaynaklar ve güncel kılavuzlar doğrultusunda bireysel olarak değerlendirilmesi gerekmektedir.

2.8. Taşıma Yönteminin Seçimi

Travma hastalarının nihai tedavi merkezine taşınması için çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Taşıma yöntemi seçilirken ulusal triyaj kılavuzlarının dikkate alınması gerekmektedir (Newgard et al., 2022). Ambulansla taşınma sırasında olay yerinde geçirilen sürenin minimize edilmesi kritik öneme sahiptir. Uzun olay yeri sürelerinin sağkalım oranlarında azalmaya yol açtığı bildirilmiştir. Bu nedenle paramediklerin önceliği, zamanla yarışan ve yaşamı tehdit eden durumlara hızlı müdahale etmek olmalıdır.

Hava ambulans hizmetleri (HAH), daha hızlı nakil, ileri düzey bakım ve ek tedavi olanakları sunduğunda tercih edilebilir. HAH'in travma hastalarına sağladığı fayda konusu tartışmalı olmakla birlikte, bazı çalışmalar ciddi travmalı hastalarda olumlu sonuçlar bildirmiştir (Galvagno et al., 2015; Kim et al., 2017; Jung et al., 2016).

Geniş ölçekli bir çalışmada, 74.032 travma hastası incelenmiş ve HAH ile taşınan hastaların, kara ambulansı ile taşınanlara kıyasla daha düşük mortalite oranlarına sahip olduğu gösterilmiştir. Özellikle Yaralanma Şiddeti

Skoru (ISS) ≥ 25 olan hastalarda, HAH ile taşınanlarda 30 günlük mortalite oranı %31 iken, kara ambulansı ile taşınanlarda bu oran %42 olarak bulunmuştur (Lapidus et al., 2023).

Benzer şekilde, 159.511 ciddi yaralanmalı yetişkin hastanın analiz edildiği başka bir çalışmada, HAH ile taşınan hastaların sağkalım oranlarının kara ambulansı ile taşınanlara göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu bulgular, helikopter acil sağlık hizmetlerinin ciddi travmalı hastalarda sağkalımı artırabileceğini düşündürmektedir. Bununla birlikte, bu etkinin yaralanma şiddeti, taşıma mesafesi ve sağlık personelinin deneyimi gibi faktörlere bağlı olarak değişebileceği vurgulanmaktadır (Galvagno et al., 2012).

Kırsal bölgelerde gerçekleştirilen bir çalışmada ise HAH ile taşınan travma hastalarının sağkalım oranlarının kara ambulansı ile taşınanlara göre daha yüksek olduğu gösterilmiş ve HAH ile taşınan hastalarda sağkalımın yaklaşık 2,69 kat arttığı bildirilmiştir (Zhu et al., 2018).

2.9. Olay Yerindeki Vatandaşların Rolü

Sağlık personeli olmayan ilk müdahale ekipleri (örneğin polis memurları) ve çevredeki vatandaşlar, acil sağlık ekipleri olay yerine ulaşmadan önce hayat kurtarıcı müdahalelerde bulunma potansiyeline sahiptir. Kardiyopulmoner resüsitasyon (CPR) eğitimlerine benzer şekilde, halk sağlığı temelli girişimlerle sivillere kanama kontrolü gibi temel travma bakım becerilerinin kazandırılması etkili bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır.

Amerikan Cerrahlar Koleji (American College of Surgeons) öncülüğünde yürütülen “Stop the Bleed” kampanyası, bu alandaki en önemli girişimlerden biridir. Bu program, toplumun geniş kesimlerinin eğitilmesini ve kamuya açık alanlarda kanama kontrol kitlerinin yaygınlaştırılmasını teşvik etmektedir. Bu tür girişimlerin travmaya bağlı önlenebilir ölümleri azaltmada önemli katkılar sağladığı bildirilmektedir (Nichols & Horstman, 2022).

Benzer eğitim programlarının yaygınlaştırılması, toplumun travma hastalarına erken müdahale kapasitesini artırarak sağkalım oranlarının iyileştirilmesine katkı sağlayabilir.

2.10. Travmatik Kardiyak Arrest (TKA)

Travmatik kardiyak arrest (TKA), yüksek mortalite oranlarına sahip olmakla birlikte, son yıllarda yapılan çalışmalar uygun müdahale ile iyi ya da orta düzeyde nörolojik iyileşme ile sağkalımın mümkün olabileceğini göstermektedir (Ichim et al., 2024; Carenzo et al., 2024).

TKA’da başarılı resüsitasyon, geri döndürülebilir nedenlerin sistematik ve eşzamanlı şekilde tedavi edilmesine bağlıdır. Bu süreç hızlı ekip çalışması, eş zamanlı çoklu müdahaleler ve etkin klinik karar verme becerisi gerektirir. TKA’da en sık görülen geri döndürülebilir nedenler arasında hipovolemi, hipoksi, tansiyon pnömotoraks ve kardiyak tamponad yer almaktadır (Alremeithi et al., 2024; Smith et al., 2015).

Gelişmiş tedavi yaklaşımları arasında kardiyopulmoner resüsitasyon (CPR), resüstatif torakotomi (RT) ve resüstatif endovasküler aort balon oklüzyonu (REBOA) yer almakta olup, bu müdahalelerin uygun hasta gruplarında sonuçları iyileştirebileceği bildirilmektedir (Carenzo et al., 2024). Ayrıca metabolik bozuklukların (örneğin hiperkalemi ve kalsiyum dengesizlikleri) yönetimi ve hemostatik resüsitasyon protokolleri de TKA yönetiminde önemli rol oynamaktadır (Ichim et al., 2024).

Epinefrin kullanımı kardiyak arrest vakalarında yaygın olmakla birlikte, travmatik kardiyak arrestte sağkalım üzerindeki etkisi konusunda çelişkili bulgular bulunmaktadır (Alremeithi et al., 2024; Smith et al., 2015). Yakın tarihli çok merkezli retrospektif bir çalışmada, hastane öncesi epinefrin uygulamasının TKA hastalarında sağkalımı artırmadığı, hatta bazı alt gruplarda daha düşük sağkalım oranları ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (Witt et al., 2025). Özellikle künt travma hastalarında epinefrin uygulanan grupta sağkalım oranı %3 iken, uygulanmayan grupta bu oran %16 olarak saptanmıştır.

Benzer şekilde, başka bir çalışmada epinefrin uygulamasının spontan dolaşımın geri dönüş oranlarını artırabileceği, ancak bu etkinin uzun dönem sağkalım veya nörolojik sonuçlara yansımadağı belirtilmiştir. Epinefrinin kısa dönem fizyolojik faydalarına rağmen, 1 aylık sağkalım üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir (Aoki et al., 2019).

Mekanik göğüs kompresyon cihazlarının travmatik kardiyak arrest vakalarında hastane öncesi kullanımı hem avantajlar hem de dezavantajlar içermektedir (Teeter & Haase, 2020; Lewis & Perkins, 2023; Schober et al., 2024). Bu cihazların en önemli avantajları, sabit hız ve derinlikte kompresyon sağlayarak manuel CPR sırasında oluşabilecek kalite değişkenliğini azaltması, kurtarıcı yorgunluğunu ortadan kaldırması ve özellikle hasta taşıma sırasında kesintisiz kompresyon imkânı sunmasıdır (Sheraton et al., 2021).

Bununla birlikte cihazın kurulumu sırasında kompresyonlara ara verilmesi, kosta kırıkları ve iç organ yaralanmaları gibi komplikasyon riskleri, yüksek maliyet, özel eğitim gereksinimi ve lojistik ihtiyaçlar (batarya, bakım, ekipman temini) önemli dezavantajlar arasında yer almaktadır (Perkins et al., 2010).

3. SONUÇ

Travma sistemleri, son yıllarda önemli yapısal ve klinik gelişmeler kaydetmiş ve bu gelişmeler, travmaya bağlı önlenebilir ölümlerin azalmasında doğrudan etkili olmuştur. Bu ilerlemeyi destekleyen kanıtlardan biri, özellikle hava yolu ve solunum yönetimi, kanama kontrolü ve hızlı nakil seçimi gibi kritik müdahale alanlarına odaklanan hastane öncesi uygulamaların yaygınlaşmasıdır. Özellikle hava yolunun erken kontrol altına alınmasına ve kanamanın sahada durdurulmasına yönelik geliştirilen yeni protokoller, travma hastalarında sağkalım oranlarının anlamlı biçimde artmasına katkı sağlamaktadır. Örneğin, turnike gibi erken uygulanan kanama kontrol tekniklerinin, travmatik kanamaya bağlı mortalite oranlarını büyük ölçüde düşürdüğü bilimsel çalışmalarda rapor edilmiştir. Benzer şekilde, hastane öncesi travma yaşam desteği protokollerinin uygulamaya

alınmasıyla birlikte, özellikle ağır travma geçiren hastaların uzmanlaşmış travma merkezlerine hızla sevk, klinik sonuçları pozitif yönde etkilemiştir. Bu yaklaşım, travma zincirinin ilk halkasında yer alan müdahale kalitesinin artırılması açısından büyük önem taşımaktadır.

Tüm bu gelişmeler, yalnızca tekniklerin ve klinik uygulamaların değil, aynı zamanda travma yönetiminin genel yaklaşım paradigmasının değişmekte olduğunu ortaya koymaktadır. Küresel anlamda travma sistemleri hızla evrilmekte olup, hastane öncesi travma yaşam desteği ve ileri travma yaşam desteği protokollerinin yaygın ve tutarlı bir şekilde uygulanması, önlenabilir travma ölüm oranlarında kritik rol oynamaktadır.

KAYNAKLAR

1. , R., Tran, Q. K., Quintana, M. T., Shahamatdar, S., & Pourmand, A. (2024). Approach to traumatic cardiac arrest in the emergency department: A narrative literature review for Alremeithi emergency providers. *World Journal of Emergency Medicine*, 15(1), 3–9.
2. Andrews, T., Meadley, B., Gabbe, B., Beck, B., Dicker, B., & Cameron, P. (2024). Pre-hospital trauma guidelines and access to lifesaving interventions in Australia and Aotearoa/New Zealand. *Emergency Medicine Australasia*, 36.
3. Aoki, M., Abe, T., & Oshima, K. (2019). Association of prehospital epinephrine administration with survival among patients with traumatic cardiac arrest caused by traffic collisions. *Scientific Reports*, 9(1), 9922.
4. Bach, J. A., Leskovan, J. J., Scharschmidt, T., Boulger, C., Papadimos, T. J., Russell, S., Bahner, D. P., & Stawicki, S. P. (2017). The right team at the right time: Multidisciplinary approach to multi-trauma patients with orthopedic injuries. *International Journal of Critical Illness and Injury Science*, 7(1), 32–37.
5. Bangura, A., Burke, C. E., Enobun, B., O'Hara, N. N., Gary, J. L., Floccare, D., Chizmar, T., Pollak, A. N., & Slobogean, G. P. (2023). Are pelvic binders an effective prehospital intervention? *Prehospital Emergency Care*, 27(1), 24–30.
6. Bazaie, N., Alghamdi, I., Alqurashi, N., & Ahmed, Z. (2022). The impact of a cervical collar on intracranial pressure in traumatic brain injury patients: A systematic review and meta-analysis. *Trauma Care*, 2(1), 1–10.
7. Bernard, S. A., Nguyen, V., Cameron, P., Masci, K., Fitzgerald, M., Cooper, D. J., Walker, T., Myles, P., Murray, L., et al. (2010). Prehospital rapid sequence intubation improves functional outcome for patients with severe traumatic brain injury: A randomized controlled trial. *Annals of Surgery*, 252(6), 959–965.
8. Boer, C., Franschman, G., & Loer, S. A. (2012). Prehospital management of severe traumatic brain injury: Concepts and ongoing controversies. *Current Opinion in Anesthesiology*, 25(5), 556–562.

9. Breeding, T., Nasef, H., Amin, Q., Wright, D. D., Zito, T., & Elkbuli, A. (2024). Practices of adult spine immobilization during trauma resuscitation: Proposal for improved guidelines. *American Surgeon*, 90(6), 1638–1647.
10. Bukur, M., Kurtovic, S., Berry, C., Tanios, M., Margulies, D. R., Ley, E. J., & Salim, A. (2011). Pre-hospital intubation is associated with increased mortality after traumatic brain injury. *Journal of Surgical Research*, 170(1), e117–e121.
11. Bulger, E. M., May, S., Brasel, K. J., Schreiber, M., Kerby, J. D., Tisherman, S. A., Newgard, C., Slutsky, A., Coimbra, R., Emerson, S., et al. (2010). Out-of-hospital hypertonic resuscitation following severe traumatic brain injury: A randomized controlled trial. *JAMA*, 304(13), 1455–1464.
12. Caicedo, Y., Gallego, L. M., Clavijo, H. J., Padilla-Londoño, N., Gallego, C. N., Caicedo-Holguín, I., Guzmán-Rodríguez, M., Meléndez-Lugo, J. J., García, A. F., & Salcedo, A. E., et al. (2022). Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta in civilian pre-hospital care: A systematic review of the literature. *European Journal of Medical Research*, 27(1), 202.
13. Cameron, P. A., Gabbe, B. J., Cooper, D. J., Walker, T., Judson, R., & McNeil, J. (2008). A statewide system of trauma care in Victoria: Effect on patient survival. *Medical Journal of Australia*, 189(10), 546–550.
14. Cameron, P. A., Gabbe, B. J., Smith, K., & Mitra, B. (2014). Triaging the right patient to the right place in the shortest time. *British Journal of Anaesthesia*, 113(2), 226–233.
15. Carenzo, L., Calgaro, G., Rehn, M., Perkins, Z., Qasim, Z. A., Gamberini, L., & Ter Avest, E. (2024). Contemporary management of traumatic cardiac arrest and peri-arrest states: A narrative review. *Journal of Anesthesia, Analgesia and Critical Care*, 4(1), 66.
16. Carney, N., Totten, A. M., O'Reilly, C., Ullman, J. S., Hawryluk, G. W. J., Bell, M. J., Bratton, S. L., Chesnut, R., Harris, O. A., & KISSOON, N., et al. (2021). Prehospital airway management: A systematic review. *Prehospital Emergency Care*, 26(5), 716–727.
17. Celso, B., Tepas, J., Langeland-Orban, B., Pracht, E., Papa, L., Lottenberg, L., & Flint, L. (2006). A systematic review and meta-analysis comparing outcomes of severely injured patients treated in trauma centers following the establishment of trauma systems. *Journal of Trauma*, 60(2), 371–378.
18. Chu, D. K., Kim, L. H., Young, P. J., Zamiri, N., Almenawer, S. A., Jaeschke, R., Szczeklik, W., Schünemann, H. J., Neary, J. D., & Alhazzani, W. (2018). Mortality and morbidity in acutely ill adults treated with liberal versus conservative oxygen therapy (IOTA): A systematic review and meta-analysis. *The Lancet*, 391(10131), 1693–1705.

19. Coccolini, F., Stahel, P. F., Montori, G., Biffl, W., Horer, T. M., Catena, F., Kluger, Y., Moore, E. E., Peitzman, A. B., Ivatury, R., et al. (2017). Pelvic trauma: WSES classification and guidelines. *World Journal of Emergency Surgery*, 12(1), 5.
20. Cullinane, D. C., Schiller, H. J., Zielinski, M. D., Bilaniuk, J. W., Collier, B. R., Como, J., Holevar, M., Sabater, E. A., Sems, S. A., Vassy, W. M., et al. (2011). Eastern Association for the Surgery of Trauma practice management guidelines for hemorrhage in pelvic fracture: Update and systematic review. *Journal of Trauma*, 71(6), 1850–1868.
21. Dadoo, S., Grover, J. M., Keil, L. G., Hwang, K. S., Brice, J. H., & Platts-Mills, T. F. (2017). Prehospital fluid administration in trauma patients: A survey of state protocols. *Prehospital Emergency Care*, 21(5), 605–609.
22. Doke, S., Karnatapu, S., Karnatapu, S., Amalathasan, T., Amalathasan, T., Rodriguez, N., Omeishi, A., Ibuoka, E., Buhas, F., Bachan, B., et al. (2023). The significance of multidisciplinary approach to comprehensive trauma management. *Annals of Critical Care and Emergency Medicine*, 4(1), 1–6.
23. Drake, S. A., Holcomb, J. B., Yang, Y., Thetford, C., Myers, L., Brock, M., Wolf, D. A., Cron, S., Persse, D., McCarthy, J., et al. (2020). Establishing a regional trauma preventable/potentially preventable death rate. *Annals of Surgery*, 271(2), 375–382.
24. Ferrada, P., & Dissanaik, S. (2023). Circulation first for the rapidly bleeding trauma patient: It is time to reconsider the ABCs of trauma care. *JAMA Surgery*, 158(8), 884–885.
25. Gabbe, B. J., Simpson, P. M., Sutherland, A. M., Wolfe, R., Fitzgerald, M. C., Judson, R., & Cameron, P. A. (2012). Improved functional outcomes for major trauma patients in a regionalized, inclusive trauma system. *Annals of Surgery*, 255(6), 1009–1015.
26. Galvagno, S. M., Jr., Haut, E. R., Zafar, S. N., Millin, M. G., Efron, D. T., Koenig, G. J., Jr., Baker, S. P., Bowman, S. M., Pronovost, P. J., & Haider, A. H. (2012). Association between helicopter vs ground emergency medical services and survival for adults with major trauma. *JAMA*, 307(15), 1602–1610.
27. Galvagno, S. M., Jr., Sikorski, R., Hirshon, J. M., Floccare, D., Stephens, C., Beecher, D., & Thomas, S. (2015). Helicopter emergency medical services for adults with major trauma. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (12).
28. Gräsner, J. T., Wnent, J., Herlitz, J., Perkins, G. D., Lefering, R., Tjelmeland, I., Koster, R. W., Masterson, S., Rossell-Ortiz, F., Maurer, H., et al. (2020). Survival after out-of-hospital cardiac arrest in Europe: Results of the EuReCa TWO study. *Resuscitation*, 148, 218–226.
29. Gruen, D. S., Guyette, F. X., Brown, J. B., Okonkwo, D. O., Puccio, A. M., Campwala, I. K., Tessmer, M. T., Daley, B. J., Miller, R. S., & Harbrecht, B. G., et al. (2020). Association of prehospital plasma

with survival in patients with traumatic brain injury: A secondary analysis of the PAMPer cluster randomized clinical trial. *JAMA Network Open*, 3(10), e2016869.

30. Hannon, L., St Clair, T., Smith, K., Fitzgerald, M., Mitra, B., Olaussen, A., Moloney, J., Braitberg, G., Judson, R., & Teague, W., et al. (2020). Finger thoracostomy in patients with chest trauma performed by paramedics on a helicopter emergency medical service. *Emergency Medicine Australasia*, 32(4), 650–656.

31. Harfouche, M. N., Madurska, M. J., Elansary, N., Abdou, H., Lang, E., DuBose, J. J., Kundi, R., Feliciano, D. V., Scalea, T. M., & Morrison, J. J. (2022). Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta associated with improved survival in hemorrhagic shock. *PLOS ONE*, 17(3), e0265778.

32. Haut, E. R., Kalish, B. T., Efron, D. T., Haider, A. H., Stevens, K. A., Kieninger, A. N., Cornwell, E. E., & Chang, D. C. (2010). Spine immobilization in penetrating trauma: More harm than good? *Journal of Trauma*, 68, 115–120.

33. Hawryluk, G. W. J., Lulla, A., Bell, R., Jagoda, A., Mangat, H. S., Bobrow, B. J., & Ghajar, J. (2023). Guidelines for prehospital management of traumatic brain injury: Third edition (Executive summary). *Neurosurgery*, 93(6), e159–e169.

34. Hilbert, P., Braun, J., Davis, J., Beese, M., Tongers, J., Ebert, D., Gräbsch, C., Streibert, F., & Baer, D. (2023). REBOA in bleeding and cardiac arrest in pre-hospital care by helicopter emergency medical service: The RIBCAP-HEMS project. *Journal of Endovascular Resuscitation and Trauma Management*, 7.

35. Hoffman, J. R., Mower, W. R., Wolfson, A. B., Todd, K. H., & Zucker, M. I. (2000). Validity of a set of clinical criteria to rule out injury to the cervical spine in patients with blunt trauma. *New England Journal of Medicine*, 343(2), 94–99.

36. Hofstetter, P., Schröder, H., Beckers, S. K., Borgs, C., Rossaint, R., & Felzen, M. (2023). Immobilization in emergency medical service: Are CSR and NEXUS criteria considered? A matched-pairs analysis between trauma patients treated by onsite EMS physicians and patients treated by tele-EMS physicians. *Open Access Emergency Medicine*, 15, 145–155.

37. Holcomb, J. B., Dorlac, W. C., Drew, B. G., Butler, F. K., Gurney, J. M., Montgomery, H. R., Shackelford, S. A., Bank, E. A., Kerby, J. D., & Kragh, J. F., et al. (2023). Rethinking limb tourniquet conversion in the prehospital environment. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 95(6), e54–e60.

38. Hsu, S. D., Chen, C. J., Chou, Y. C., Wang, S. H., & Chan, D. C. (2017). Effect of early pelvic binder use in the emergency management of suspected pelvic trauma: A retrospective cohort study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(10).

39. Hunt, K., Hallworth, S., & Smith, M. (2001). The effects of rigid collar placement on intracranial and cerebral perfusion pressures. *Anaesthesia*, 56(6), 511–513.
40. Ichim, C., Pavel, V., Mester, P., Schmid, S., Todor, S. B., Stoia, O., Anderco, P., Kandulski, A., Müller, M., Heumann, P., et al. (2024). Assessing key factors influencing successful resuscitation outcomes in out-of-hospital cardiac arrest (OHCA). *Journal of Clinical Medicine*, 13(23).
41. Jamal, L., Saini, A., Quencer, K., Altun, I., Albadawi, H., Khurana, A., Naidu, S., Patel, I., Alzubaidi, S., & Oklu, R. (2021). Emerging approaches to pre-hospital hemorrhage control: A narrative review. *Annals of Translational Medicine*, 9(14), 1192.
42. Joarder, M., El Moussaoui, H. N., Das, A., Williamson, F., & Wullschleger, M. (2023). Impact of time and distance on outcomes following tourniquet use in civilian and military settings: A scoping review. *Injury*, 54(5), 1236–1245.
43. Jung, K., Huh, Y., Lee, J. C., Kim, Y., Moon, J., Youn, S. H., Kim, J., Kim, T. Y., & Kim, H. (2016). Reduced mortality by physician-staffed helicopter emergency medical services dispatch for adult blunt trauma patients in Korea. *Journal of Korean Medical Science*, 31(10), 1656–1661.
44. Karl, v., Thorn, S., Mathes, T., Hess, S., & Maegele, M. (2023). Association of tranexamic acid administration with mortality and thromboembolic events in patients with traumatic injury: A systematic review and meta-analysis. *JAMA Network Open*, 5(3), e220625.
45. Khaliq, F., & Rodham, P. (2024). EMS pelvic binders. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.
46. Kim, J.-Y., & Kim, O. H. (2025). Recent advances in prehospital and in-hospital management of patients with severe trauma. *Journal of Clinical Medicine*, 14(7), 2208.
47. Kim, O. H., Roh, Y. I., Kim, H. I., Cha, Y. S., Cha, K. C., Kim, H., Hwang, S. O., & Lee, K. H. (2017). Reduced mortality in severely injured patients using hospital-based helicopter emergency medical services in interhospital transport. *Journal of Korean Medical Science*, 32(7), 1187–1194.
48. Kovacs, G., & Sowers, N. (2018). Airway management in trauma. *Emergency Medicine Clinics of North America*, 36(1), 61–84.
49. Kwan, I., Bunn, F., & Roberts, I. (2001). Spinal immobilisation for trauma patients. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (2), CD002803.
50. Lapidus, O., Rubenson Wahlin, R., & Bäckström, D. (2023). Trauma patient transport to hospital using helicopter emergency medical services or road ambulance in Sweden: A comparison of survival and prehospital time intervals. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*, 31(1), 101.

51. Lee, A. F., Chien, Y. C., Lee, B. C., Yang, W. S., Wang, Y. C., Lin, H. Y., Huang, E. P., Chong, K. M., Sun, J. T., & Ma, H. M., et al. (2022). Effect of placement of a supraglottic airway device vs endotracheal intubation on return of spontaneous circulation in adults with out-of-hospital cardiac arrest in Taipei, Taiwan: A cluster randomized clinical trial. *JAMA Network Open*, 5(2), e2148871.
52. Leidel, B. A., Kirchhoff, C., Bogner, V., Stegmaier, J., Mutschler, W., Kanz, K. G., & Braunstein, V. (2009). Is the intraosseous access route fast and efficacious compared to conventional central venous catheterization in adult patients under resuscitation in the emergency department? A prospective observational pilot study. *Patient Safety in Surgery*, 3(1), 24.
53. Lewis, J., & Perkins, G. D. (2023). Traumatic cardiac arrest. *Current Opinion in Critical Care*, 29(3), 162–167.
54. Li, X., Xie, N., Zhou, T., & Yang, B. (2024). Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta (REBOA) in the field setting: A case report from China. *Journal of Trauma Nursing*, 31(5), 272–277.
55. Lou, X., Lu, G., Zhao, M., & Jin, P. (2018). Preoperative fluid management in traumatic shock: A retrospective study for identifying optimal therapy of fluid resuscitation for aged patients. *Medicine*, 97(8), e9966.
56. Mawani, M., Kadir, M., Azam, I., & Razzak, J. A. (2018). Characteristics of traumatic out-of-hospital cardiac arrest patients presenting to major centers in Karachi, Pakistan: A longitudinal cohort study. *International Journal of Emergency Medicine*, 11(1), 50.
57. Mitra, B., Bade-Boon, J., Fitzgerald, M. C., Beck, B., & Cameron, P. A. (2019). Timely completion of multiple life-saving interventions for traumatic haemorrhagic shock: A retrospective cohort study. *Burns & Trauma*, 7, 22.
58. Moore, H. B., Moore, E. E., Chapman, M. P., McVane, K., Bryskiewicz, G., Blechar, R., Chin, T., Burlew, C. C., Pieracci, F., & West, F. B., et al. (2018). Plasma-first resuscitation to treat haemorrhagic shock during emergency ground transportation in an urban area: A randomized trial. *The Lancet*, 392(10144), 283–291.
59. Moran, C. G., Lecky, F., Bouamra, O., Lawrence, T., Edwards, A., Woodford, M., Willett, K., & Coats, T. J. (2018). Changing the system: Major trauma patients and their outcomes in the NHS (England) 2008–2017. *EClinicalMedicine*, 2–3, 13–21.
60. Muizelaar, J. P., Marmarou, A., Ward, J. D., Kontos, H. A., Choi, S. C., Becker, D. P., Gruemer, H., & Young, H. F. (1991). Adverse effects of prolonged hyperventilation in patients with severe head injury: A randomized clinical trial. *Journal of Neurosurgery*, 75(5), 731–739.

61. Naess, H. L., Vikane, E., Wehling, E. I., Skouen, J. S., Bell, R. F., & Johnsen, L. G. (2020). Effect of early interdisciplinary rehabilitation for trauma patients: A systematic review. *Archives of Rehabilitation Research and Clinical Translation*, 2(4), 100070.
62. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2016). A national trauma care system: Integrating military and civilian trauma systems to achieve zero preventable deaths after injury (D. Berwick, A. Downey, & E. Cornett, Eds.). National Academies Press.
63. National Association of Emergency Medical Technicians (NAEMT). (2023). Prehospital trauma life support (10th ed.). Jones & Bartlett Learning.
64. Newgard, C. D., Fischer, P. E., Gestrung, M., Michaels, H. N., Jurkovich, G. J., Lerner, E. B., Fallat, M. E., Delbridge, T. R., Brown, J. B., Bulger, E. M., et al. (2022). National guideline for the field triage of injured patients: Recommendations of the National Expert Panel on Field Triage, 2021. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 93(2), e49–e60.
65. Nichols, R., & Horstman, J. (2022). Recommendations for improving Stop the Bleed: A systematic review. *Military Medicine*, 187(11–12), e1338–e1345.
66. Oyeniyi, B. T., Fox, E. E., Scerbo, M., Tomasek, J. S., Wade, C. E., & Holcomb, J. B. (2017). Trends in trauma deaths at a level 1 trauma center: Impact of a bleeding control bundle of care. *Injury*, 48(1), 5–12.
67. Perkins, G. D., Woollard, M., Cooke, M. W., Deakin, C., Horton, J., Lall, R., Lamb, S. E., McCabe, C., Quinn, T., Slowther, A., et al. (2010). Prehospital randomised assessment of a mechanical compression device in cardiac arrest (PaRAMeDIC) trial protocol. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*, 18(1), 58.
68. Rehn, M., Weaver, A., Brohi, K., Eshelby, S., Green, L., Røislien, J., & Lockey, D. J. (2019). Effect of prehospital red blood cell transfusion on mortality and time of death in civilian trauma patients. *Shock*, 51(3), 284–288.
69. Reitz, K. M., Moore, H. B., Guyette, F. X., Sauaia, A., Pusateri, A. E., Moore, E. E., Hassoune, A., Chapman, M. P., Daley, B. J., Miller, R. S., et al. (2020). Prehospital plasma in injured patients is associated with survival principally in blunt injury: Results from two randomized prehospital plasma trials. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 88(1), 33–41.
70. Relke, N., Chornenki, N. L. J., & Sholzberg, M. (2021). Tranexamic acid evidence and controversies: An illustrated review. *Research and Practice in Thrombosis and Haemostasis*, 5(5), e12546.
71. Ritondale, J., Piehl, M., Caputo, S., Broome, J., McLafferty, B., Anderson, A., Belding, C., Tatum, D., & Duchesne, J. (2024). Impact of prehospital exsanguinating airway-breathing-circulation

resuscitation sequence on patients with severe hemorrhage. *Journal of the American College of Surgeons*, 238(4), 367–373.

72. Rossaint, R., Afshari, A., Bouillon, B., Cerny, V., Cimpoesu, D., Curry, N., Duranteau, J., Filipescu, D., Grottke, O., Grønlykke, L., et al. (2023). The European guideline on management of major bleeding and coagulopathy following trauma: Sixth edition. *Critical Care*, 27(1), 80.

73. Sakran, J. V., Greer, S. E., Werlin, E., & McCunn, M. (2012). Care of the injured worldwide: Trauma still the neglected disease of modern society. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*, 20, 64.

74. Schauer, S. G., April, M. D., Fisher, A. D., Cunningham, C. W., & Gurney, J. M. (2018). Junctional tourniquet use during combat operations in Afghanistan: The prehospital trauma registry experience. *Journal of Special Operations Medicine*, 18(2), 71–74.

75. Schober, P., Giannakopoulos, G. F., Bulte, C. S. E., & Schwarte, L. A. (2024). Traumatic cardiac arrest—A narrative review. *Journal of Clinical Medicine*, 13(2), 302.

76. Sharrock, M. K., Shannon, B., Garcia Gonzalez, C., St Clair, T., Mitra, B., Noonan, M., Fitzgerald, P. M., & Olaussen, A. (2021). Prehospital paramedic pleural decompression: A systematic review. *Injury*, 52(10), 2778–2786.

77. Sheraton, M., Columbus, J., Surani, S., Chopra, R., & Kashyap, R. (2021). Effectiveness of mechanical chest compression devices over manual cardiopulmonary resuscitation: A systematic review with meta-analysis and trial sequential analysis. *Western Journal of Emergency Medicine*, 22(4), 810–819.

78. Singer, M., Young, P. J., Laffey, J. G., Asfar, P., Taccone, F. S., Skrifvars, M. B., Meyhoff, C. S., & Radermacher, P. (2021). Dangers of hyperoxia. *Critical Care*, 25, 1–15.

79. Smith, J. E., Rickard, A., & Wise, D. (2015). Traumatic cardiac arrest. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 108(1), 11–16.

80. Sperry, J. L., Guyette, F. X., Brown, J. B., Yazer, M. H., Triulzi, D. J., Early-Young, B. J., Adams, P. W., Daley, B. J., Miller, R. S., & Harbrecht, B. G., et al. (2018). Prehospital plasma during air medical transport in trauma patients at risk for hemorrhagic shock. *New England Journal of Medicine*, 379(4), 315–326.

81. Sung, C. W., Sun, J. T., Huang, E. P., Shin, S. D., Song, K. J., Hong, K. J., Jamaluddin, S. F., Son, D. N., Hsieh, M. J., & Ma, M. H., et al. (2022). Association between prehospital fluid resuscitation with crystalloids and outcome of trauma patients in Asia: A cross-national multicenter cohort study. *Scientific Reports*, 12(1), 4100.

82. Teeter, W., & Haase, D. (2020). Updates in traumatic cardiac arrest. *Emergency Medicine Clinics of North America*, 38(4), 891–901.
83. Teixeira, P. G. R., Brown, C. V. R., Emigh, B., Long, M., Foreman, M., Eastridge, B., Gale, S., Truitt, M. S., Dissanaik, S., & Duane, T., et al. (2018). Civilian prehospital tourniquet use is associated with improved survival in patients with peripheral vascular injury. *Journal of the American College of Surgeons*, 226(5), 769–776.e1.
84. Thiboutot, F., Nicole, P. C., Trépanier, C. A., Turgeon, A. F., & Lessard, M. R. (2009). Effect of manual in-line stabilization of the cervical spine in adults on the rate of difficult orotracheal intubation by direct laryngoscopy: A randomized controlled trial. *Canadian Journal of Anesthesia*, 56(6), 412–418.
85. Tran, A., Yates, J., Lau, A., Lampron, J., & Matar, M. (2018). Permissive hypotension versus conventional resuscitation strategies in adult trauma patients with hemorrhagic shock: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 84(5), 802–808.
86. van Vianen, N. J., van Lieshout, E. M. M., Maissan, I. M., Bramer, W. M., Hartog, D. D., Verhofstad, M. H. J., & van Vledder, M. G. (2022). Prehospital traumatic cardiac arrest: A systematic review and meta-analysis. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*, 48(4), 3357–3372.
87. Velopulos, C. G., Shihab, H. M., Lottenberg, L., Feinman, M., Raja, A., Salomone, J., & Haut, E. R. (2018). Prehospital spine immobilization/spinal motion restriction in penetrating trauma: A practice management guideline from the Eastern Association for the Surgery of Trauma (EAST). *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 84(5), 736–744.
88. Wang, D., Deng, L., Zhang, R., Zhou, Y., Zeng, J., & Jiang, H. (2023). Efficacy of intraosseous access for trauma resuscitation: A systematic review and meta-analysis. *World Journal of Emergency Surgery*, 18(1), 17.
89. Waseem, H., Carenzo, L., Razzak, J., & Naseer, R. (2011). Epidemiology of major incidents: An EMS study from Pakistan. *International Journal of Emergency Medicine*, 4, 48.
90. Witt, C. E., Shatz, D. V., Robinson, B. R. H., Champion, E. M., Shapiro, M. L., Bui, E. H., Meizoso, J. P., & Dorlac, W. C. (2025). Epinephrine in prehospital traumatic cardiac arrest—Life saving or false hope? *Prehospital Emergency Care*, 1–9.
91. Zhu, T. H., Hollister, L., Opoku, D., & Galvagno, S. M., Jr. (2018). Improved survival for rural trauma patients transported by helicopter to a verified trauma center: A propensity score analysis. *Academic Emergency Medicine*, 25(1), 44–45.

FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON BÖLÜMÜ ÖĞRENCİLERİNİN SINAV STRESİ YÖNETİMİNDE MENTAL İMGELEME YÖNTEMİNİN ETKİSİNİN İNCELENMESİ: RANDOMİZE KONTROLLÜ ÇALIŞMA

Ümmügülsüm YILMAZ^{*1}, Rabia ACA², Nurhan TAŞKIN³ and Mehmet SÖNMEZ⁴

¹Erzurum Teknik Üniversitesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü,

ummugulsum.yilmaz97@erzurum.edu.tr, <https://orcid.org/0009-0008-3703-0250>

² Erzurum Teknik Üniversitesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, rabia.aca81@erzurum.edu.tr,

<https://orcid.org/0009-0001-2996-3009>

³Erzurum Teknik Üniversitesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü,

nurhan.taskin49@erzurum.edu.tr, <https://orcid.org/0009-0006-2121-6662>

⁴Erzurum Teknik Üniversitesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, mehmet.sonmez@erzurum.edu.tr,

<https://orcid.org/0000-0002-3617-9087>

Özet

Sınav stresi ve anksiyete, sağlık bilimleri öğrencilerinde akademik başarıyı olumsuz etkileyen önemli faktörlerdir. Bu çalışmanın amacı, mental imgeleme (Mİ) yönteminin fizyoterapi öğrencilerinde sınav stresi ve anksiyete düzeyleri üzerindeki etkisini objektif ve subjektif parametrelerle incelemektir. Çalışmaya 44 öğrenci (22 çalışma, 22 kontrol) dahil edildi. Çalışma grubuna 8 hafta boyunca haftada iki kez Mİ eğitimi verildi. Kontrol grubuna müdahale yapılmadı. İstatistiki analizler SPSS 29.0 programı kullanılarak gerçekleştirildi. Gruplar; demografik veriler, Algılanan Stres Ölçeği (ASÖ), Beck Anksiyete Ölçeği (BAÖ), Nabız, Deri İletkenliği (Dİ) ve Deri Direnci (DD) açısından başlangıçta vize sınavı ve uygulama sonrasında da final uygulama sınavları öncesinde değerlendirildi. Başlangıçta gruplar arasında demografik ve klinik veriler açısından anlamlı fark saptanmadı ($p>0,05$). Müdahale sonrası grup içi karşılaştırmada çalışma grubunda Dİ’de anlamlı artış ($p=0,007$) ve DD’de anlamlı azalış ($p=0,007$) gözlemlendi. Gruplar arası son test karşılaştırmasında, çalışma grubunun nabız hızı ($p=0,010$) ve ASÖ puanları ($p=0,050$) kontrol grubuna göre anlamlı derecede düşük bulundu. Çalışma grubunda gözlemlenen artan deri iletkenliği ve azalan deri direnci değerleri, sınav öncesi fizyolojik stres aktivasyonunun (sempatik yanıt) devam ettiğini göstermektedir. Ancak, kontrol grubuna kıyasla nabız hızının ve algılanan stres puanlarının anlamlı derecede düşük olması, mental imgelemenin stresin hem fizyolojik hem de psikolojik yönetiminde destekleyici bir yöntem olabileceğini kanıtlamaktadır.

Anahtar kelimeler: Mental İmgeleme, Sınav Kaygısı, Fizyoterapi, Stres Yönetimi, Öğrenci

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF MENTAL IMAGERY METHOD ON EXAM STRESS MANAGEMENT IN PHYSIOTHERAPY AND REHABILITATION STUDENTS: A RANDOMIZED CONTROLLED TRIAL

Abstract

Exam stress and anxiety are significant factors negatively impacting academic performance in health sciences students. This study aims to investigate the effect of the Mental Imagery (MI) method on exam stress and anxiety levels in physiotherapy students using objective and subjective parameters. Forty-four students (22 intervention, 22 control) were included. The intervention group received MI training twice a week for 8 weeks. No intervention was applied to the control group. The groups were assessed at the beginning of the midterm exam and again before the final practical exam in terms of demographic data, the Perceived Stress Scale (PSS), the Beck Anxiety Scale (BAS), heart rate, skin conductance (SC), and skin resistance (SR). Statistical analysis was performed on SPSS 29.0. No significant differences were found between groups in demographic and clinical data at baseline ($p>0.05$). Intra-group analysis showed a significant increase in SC ($p=0.007$) and a significant decrease in SR ($p=0.007$) within the intervention group post-intervention. In the between-group post-test comparison, the intervention group exhibited significantly lower HR ($p=0.010$) and PSS scores ($p=0.050$) compared to the control group. The increased skin conductance and decreased skin resistance in the intervention group indicate persistent physiological stress activation (sympathetic response) before the exam. However, significantly lower heart rates and perceived stress scores compared to the control group demonstrate that mental imagery can be a supportive method for both physiological and psychological stress management.

Keywords: Mental Imagery, Exam Anxiety, Physiotherapy, Stress Management, Students

ATEŞLİ SİLAH YARALANMASI OLGULARINDA POSTMORTEM BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ BULGULARI İLE POSTMORTEM İNTERVALİN KARŞILAŞTIRILMASI

Doç. Dr., Vefa ÇAKMAK¹

¹Pamukkale Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Radyoloji, DENİZLİ, vefacakm1408@gmail.com, ORCID ID:

0000-0001-7002-5594

Özet

Amaç: Bu çalışmanın amacı, ateşli silah yaralanmasına bağlı exitus olan kişilerin postmortem bilgisayarlı tomografi(PMBT) bulguları ile postmortem interval (PMI) arasındaki ilişkinin değerlendirilmesidir.

Gereç ve Yöntem: Ocak 2019 ile Ocak 2023 tarihleri arasında, ateşli silah yaralanması nedeniyle eksitus olan 46 olgunun (39 erkek, 7 kadın; 18-69 yaş; ortalama yaş, 40,41 ± 14,6 yıl) PMBT görüntüleri değerlendirildi. PMI'ye(0-48 saat ve >48 saat) göre gruplandırılan olgularda, PMBT'de post mortem dönemdeki organ bulguları dışında, intrakranyal, spinal, L1 vertebra, kardiyak, renal ve karaciğerdeki gaz varlığı değerlendirildi. İstatistiksel analizde ki-kare, korelasyon testleri ve grup karşılaştırmaları kullanıldı; p<0.05 anlamlı kabul edildi.

Bulgular: 29 olgu 0-48 saat arası ve 17 olgu 48 saat ile daha üzeri PMI'e sahipti. PMI ile spinal hava varlığı (p=0.005), L1 vertebrada hava varlığı(p=0.048) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptandı. PMI ile intrakranyal hava (p=0.22), karaciğerdeki hava(p=0.14), renal gaz (p=0.054), kardiyak hava (p=0.07) ve aortik hava (p=0.22) arasında ise anlamlı ilişki saptanmadı. Korelasyon analizinde ise PMI ile spinal, karaciğer, böbrekler, kardiyak, L1 vertebradaki hava varlığı ile anlamlı pozitif orta düzeyde korelasyon saptandı(r=0.340-0.419).

Sonuç: PMBT'de organ intravasküler gaz dağılımı, PMI ile anlamlı ilişki göstermekte olup, kan kaybının olduğu yaralanmalarda ölüm süresinin tahminine yardımcı olabilir.

Anahtar Kelimeler: Bilgisayarlı Tomografi, Postmortem, İnterval, ateşli silah yaralanması, virtopsi.

COMPARISON OF POSTMORTEM COMPUTED TOMOGRAPHY FINDINGS AND POSTMORTEM INTERVAL IN GUNSHOT WOUND CASES

Abstract

Objective: The aim of this study was to evaluate the relationship between postmortem computed tomography (PMCT) findings and the postmortem interval (PMI) in individuals who died due to gunshot wounds.

Materials and Methods: Between January 2019 and January 2023, PMCT images of 46 patients (39 males, 7 females; age range: 18–69 years; mean age: 40.41 ± 14.6 years) who died from gunshot wounds were retrospectively evaluated. Patients were grouped according to PMI (0–48 hours and >48 hours). The presence of gas in the intracranial space, spinal canal, L1 vertebra, heart, kidneys, liver, and aorta was assessed on PMCT images. Statistical analyses included chi-square tests, correlation analyses, and group comparisons; a p-value of <0.05 was considered statistically significant.

Results: Twenty-nine patients had a PMI of 0–48 hours, while 17 patients had a PMI of more than 48 hours. A statistically significant difference was found between PMI and the presence of spinal air ($p = 0.005$) and air in the L1 vertebra ($p = 0.048$). No significant association was observed between PMI and the presence of intracranial air ($p = 0.22$), liver gas ($p = 0.14$), renal gas ($p = 0.054$), cardiac air ($p = 0.07$), or aortic air ($p = 0.22$). In correlation analysis, PMI showed a significant moderate positive correlation with the presence of air in the spine, liver, kidneys, heart, and L1 vertebra ($r = 0.340$ – 0.419).

Conclusion: The distribution of intravascular and organ gas detected on PMCT is significantly associated with PMI and may be useful in estimating the time since death in cases of fatal hemorrhagic injuries.

Keywords:

Computed tomography, postmortem, postmortem interval, gunshot wound, virtopsy

GELENEKSEL ŞİFADAN KÜRESEL PAZARA: TÜRKİYE'NİN SAĞLIK TURİZMİNDE GETAT ENTEGRASYONUNUN STRATEJİK ANALİZİ

YL Öğrenci, Merve ÖNDEŞ¹/ Dr. Öğr. Üyesi ,Abdulkadir KAYA²

¹Düzce Üniversitesi, Sağlık Turizmi, merve237104@ogr.duzce.edu.tr, ORCID: 0009-0000-9407-0031

² Düzce Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Aile Hekimliği, abdulkadirkaya@duzce.edu.tr, ORCID: 0000-0003-1725-1220

Özet

Giriş: Modern tıp uygulamalarının teknolojik gelişimiyle beraber bireylerin yan etkilerden kaçınma ve bütüncül sağlık arayışları, Geleneksel ve Tamamlayıcı Tıp (GETAT) yöntemlerine olan küresel ilgiyi ivmelendirmiş; bu durum Türkiye'nin sağlık turizmi vizyonu içerisinde GETAT uygulamalarını yüksek katma değerli ve stratejik bir turizm ürününe dönüştürmüştür. Bu araştırmanın temel amacı, Türkiye'de Sağlık Turizmi Yetki Belgesi'ne sahip olan kamu, özel ve üniversite hastanelerinin GETAT alanındaki mevcut kapasitelerini, operasyonel yetkinliklerini ve küresel pazardaki rekabet edebilirliğini sistematik bir yaklaşımla ortaya koymaktır

Yöntem: Çalışmada, Türkiye genelinde sağlık turizmi ekosistemine dâhil olan 640 tesisin resmi kayıtları, envanter bildirimleri ve Sağlık Bakanlığı veri tabanlarından elde edilen ikincil veriler analiz edilmiştir. Analiz edilen parametreler arasında tesislerin yatak kapasiteleri, JCI(Joint Commission International) akreditasyon durumları, yabancı dil yeterlilikleri ve sundukları 15 farklı GETAT disiplininin (Akupunktur, Mezoterapi, Ozon Terapi, Fitoterapi, Müzik Terapi...) dağılımı yer almaktadır. Veri seti üzerinden yapılan incelemede, özellikle köklü üniversite hastanelerinin, 30 farklı dile kadar ulaşan tercümanlık desteği ve çok branşlı GETAT üniteleriyle uluslararası pazarda "hibrit bir hizmet modeli" sunduğu saptanmıştır.

Bulgular: Elde edilen bulgular doğrultusunda yapılandırılan SWOT analizi; Türkiye'nin geniş uygulama yetkisi ve modern teknolojik altyapısını "Güçlü Yönler" olarak tanımlarken, dijital görünürlük ve web site optimizasyonu gibi alanlardaki eksiklikleri geliştirilmesi gereken zayıf halkalar olarak sınıflandırmaktadır. Tesislerin web sitelerinde JCI gibi kalite sertifikalarının paylaşım oranının düşük olması (%24) ve tanıtım kısıtlamaları, uluslararası rekabette dijital bir darboğaz oluşturmaktadır.

Sonuç: Araştırma, nihai olarak Türkiye'nin sadece medikal cerrahi bir destinasyon değil, aynı zamanda bilimsel temelli geleneksel tıp uygulamalarıyla bütünlüşmüş "bütüncül bir sağlık merkezi" olma potansiyelini düşündürmektedir. GETAT birimlerinin sağlık turizmi yetki belgeli tesislerdeki varlığının pazar çeşitlendirme stratejisine doğrudan katkı sunacağı ve bu alandaki standartlaşmanın küresel güven endeksini artıracığı öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sağlık Turizmi, GETAT, SWOT Analizi, Sağlık Turizmi Yetki Belgesi.

TRADITIONAL HEALING TO GLOBAL MARKETS: STRATEGIC ANALYSIS OF INTEGRATIVE MEDICINE IN TURKEY'S MEDICAL TOURISM

Abstract

Introduction: The technological advancement of modern medical practices, combined with individuals' desire to avoid side effects and their search for holistic health, has accelerated global interest in Traditional and Complementary Medicine (GETAT) methods. This trend has transformed GETAT applications into high value-added and strategic tourism products within Turkey's health tourism vision. The primary objective of this research is to systematically reveal the current capacities, operational competencies, and global market competitiveness of public, private, and university hospitals in Turkey that hold the Health Tourism Authorization Certificate in the field of GETAT.

Method: In this study, official records, inventory notifications, and secondary data obtained from the Ministry of Health databases of 640 facilities involved in Turkey's general health tourism ecosystem were analyzed. The parameters analyzed include the bed capacities of the facilities, JCI (Joint Commission International) accreditation statuses, foreign language proficiencies, and the distribution of 15 different GETAT disciplines offered (such as Acupuncture, Mesotherapy, Ozone Therapy, Phytotherapy, Music Therapy, etc.). The examination of the dataset revealed that well-established university hospitals, in particular, offer a "hybrid service model" in the international market, providing multi-branch GETAT units and interpretation support in up to 30 different languages.

Results: The SWOT analysis structured based on the findings defines Turkey's broad application authority and modern technological infrastructure as "Strengths," while classifying deficiencies in areas such as digital visibility and website optimization as "weak links" requiring development. The low rate of sharing quality certificates like JCI on the facilities' websites (24%) and promotional restrictions create a digital bottleneck in international competition.

Conclusion: Ultimately, the research suggests Turkey's potential to become a "holistic health center" integrated with science-based traditional medicine practices, rather than just a medical-surgical destination. It is anticipated that the presence of GETAT units in facilities with health tourism authorization will contribute directly to market diversification strategies, and standardization in this field will increase the global trust index.

Keywords: Health Tourism, GETAT, SWOT Analysis, Health Tourism Authorization Certificate.

1. GİRİŞ

Küresel sağlık ekosisteminde hastaların standart tıbbi protokollerin ötesinde, bütüncül, doğal ve kişiselleştirilmiş tedavi arayışları, Geleneksel ve Tamamlayıcı Tıp (GETAT) uygulamalarını modern sağlık turizminin stratejik bir bileşeni haline getirmiştir (Tuna, 2021). Literatürde sağlık turizmi genellikle medikal, termal ve yaşlı/engelli turizmi olarak sınıflandırılrsa da, GETAT uygulamaları bu alanların kesişim noktasında yer alan yüksek katma değerli bir hizmet alanıdır (Tontuş, 2022).

Türkiye, 2014 yılında yayımlanan "Geleneksel ve Tamamlayıcı Tıp Uygulamaları Yönetmeliği" ile bu alanı yasal bir zemine oturtarak klinikleri denetim altına almış ve uygulamaların tıp doktorları tarafından gerçekleştirilmesini zorunlu kılmıştır (T.C. Resmî Gazete, 2014). Bu kapsamda Türkiye'deki sağlık tesisleri sadece modern cerrahi müdahalelerde değil, Akupunktur, Ozon Terapi ve Mezoterapi gibi çeşitli alanlarda da uzmanlaşmaya başlamıştır (Akbolat, Kayıkçı, Çimen ve Ünal, 2020). Ancak Türkiye, küresel sağlık turizmi pazarında tıbbi altyapısıyla önemli bir oyuncu konumunda olmasına rağmen; ürün çeşitlendirmesi noktasında stratejik bir darboğaz yaşamaktadır. Tesislerin teknolojik altyapısı GETAT uygulamaları için uygun olmasına rağmen, dijital pazarlama eksiklikleri ve kalite standartlarının yeterince vurgulanmaması küresel rekabet potansiyelini sınırlamaktadır.

Bu araştırmanın temel amacı; Türkiye’de "Sağlık Turizmi Yetki Belgesi"ne sahip hastanelerin GETAT alanındaki mevcut kapasitelerini, operasyonel yetkinliklerini ve küresel pazardaki rekabet edebilirliğini sistematik bir yaklaşımla ortaya koymaktır.

Kuramsal Çerçeve

Sağlık turizmi, bireylerin sağlığını korumak veya mevcut sağlık sorunlarına çözüm aramak amacıyla ikamet ettikleri yerin dışına yaptıkları planlı seyahatleri kapsayan çok boyutlu bir endüstridir (Şengül ve Bulut, 2019). Dünya Sağlık Örgütü geleneksel tıbbi; fiziksel ve ruhsal hastalıkların tanısında, önlenmesinde veya tedavisinde kullanılan bilgi ve uygulamaların toplamı olarak tanımlamaktadır (World Health Organization [WHO], 2013). Türkiye, 2025 yılında güncellenen "Uluslararası Sağlık Turizmi ve Turistin Sağlığı Hakkında Yönetmelik" ile uluslararası hastalara hizmet sunumunun yasal altyapısını pekiştirmiş ve yetkilendirme süreçlerini sıkılaştırmıştır (T.C. Resmî Gazete, 2025). Tesislerin SKS denetiminden asgari 85 puan alması, personel dil yeterliliği ve komplikasyon sigortası gibi şartlar, Türkiye'nin sektördeki "güvenli liman" algısını kurumsallaştırmayı hedeflemektedir (Özyurt, 2022).

2. YÖNTEM

Bu çalışma, sağlık turizmi ve GETAT uygulamaları arasındaki ilişkiyi mevcut durumuyla ortaya koymayı amaçlayan tanımlayıcı-analitik bir araştırma olarak tasarlanmıştır. Evreni, T.C. Sağlık Bakanlığı Sağlık Turizmi Daire Başkanlığı tarafından "Sağlık Turizmi Yetki Belgesi" almaya hak kazanmış 641 hastane oluşturmaktadır.

Analiz örnekleme ise bu belgeye sahip olup bünyesinde aktif GETAT merkezi barındırdığı tespit edilen 73 tesisten oluşmaktadır.

Veriler iki farklı zaman diliminde toplanmıştır: Kurumsal kapasite ve demografik veriler Kasım 2025 döneminde resmi kayıtlar üzerinden elde edilirken; tesislerin dijital altyapılarını ölçümleyen analizler Nisan 2026'da Google Lighthouse aracı ile "Mobil" simülasyon ortamında gerçekleştirilmiştir. Nicel veriler SPSS programı kullanılarak analiz edilmiş; betimsel istatistikler, frekans dağılımları ve Spearman korelasyon analizleri yapılmıştır. Elde edilen tüm bulgular SWOT (Güçlü Yönler, Zayıf Yönler, Fırsatlar, Tehditler) analizi ile sentezlenerek stratejik öneriler geliştirilmiştir.

3. BULGULAR

Türkiye genelinde Sağlık Turizmi Yetki Belgesi bulunan 640 tesis üzerinde yapılan incelemede, bu tesislerin %11,40'nın (n=73) bünyesinde aktif bir GETAT uygulama merkezi barındırdığı tespit edilmiştir. Tesislerin ortalama yatak kapasitesi 916,56±634,49 olarak belirlenmiştir. Tesislerin büyük çoğunluğunu (%98,63) Eğitim Araştırma ve Üniversite Hastaneleri gibi 3. basamak sağlık kuruluşları oluşturmaktadır. İncelenen tesislerin tamamı (%100) yabancı dil tercümanlık hizmeti sunduğunu belirtirken, uluslararası güvenilirliğin en önemli göstergelerinden biri olan JCI (Joint Commission International) akreditasyon oranının yalnızca %1,37 (n=1) olduğu saptanmıştır.

Tablo 1. GETAT türlerinin hastanelerdeki dağılımı

GETAT Branşı	Var (n)	Yüzde (%)	Yok (n)	Yüzde (%)
Akupunktur	63	86,30	10	13,70
Kupa Tedavisi	62	84,93	11	15,07
Ozon Uygulaması	60	82,19	13	17,81
Mezoterapi	55	75,34	18	24,66
Fitoterapi	35	47,95	38	52,05
Kayropraktik	0	0,00	73	100,00

Tesisler başına ortalama 5,75 farklı GETAT alanında hizmet sağlandığı görülmüştür. En yaygın uygulanan yöntemler Akupunktur (%86,30) ve Kupa Tedavisi (%84,93) olarak öne çıkarken; uluslararası alanda talep gören Kayropraktik gibi manuel terapi yöntemlerinde ciddi bir arz eksikliği saptanmıştır.

3.1. Dijital Altyapı ve Performans Bulguları

Google Lighthouse kullanılarak yapılan teknik analizlerde, kurumların dijital yetkinlikleri dört temel metrik üzerinden değerlendirilmiştir. Bir hastane hariç diğer 72 hastanenin hepsinin verilerine erişilmiştir. Buna göre; Arama Motoru Optimizasyonu (SEO) ortalama puanı 87,66 ile en yüksek performansı gösterirken, sayfa yüklenme hızını ölçen Performans ortalaması 57,46'da kalarak kritik eşiğin altında kalmıştır. Kurum türüne göre incelendiğinde; Kamu hastanelerinin SEO (95,68) skorlarında, Özel/Vakıf hastanelerinin ise Web Erişilebilirlik (81,00) metriklerinde lider olduğu belirlenmiştir.

Ayrıca, sunulan GETAT alan sayısı ile SEO puanı arasındaki ilişki Spearman Korelasyon Analizi ile test edilmiştir. Analiz sonucunda, web sitesi optimizasyonu (SEO) ile sunulan GETAT hizmet çeşitliliği arasında pozitif yönlü ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur ($r = 0,242$; $p < 0,05$).

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu araştırma sonucunda; Türkiye'deki sağlık turizmi yetki belgeli tesislerin %98,63'ü gibi ezici bir çoğunluğunun 3. basamak sağlık kuruluşlarında (Eğitim ve Araştırma ile Üniversite Hastaneleri) yer almasının, GETAT uygulamalarında uluslararası hastalar için "maksimum klinik güvence" sağladığı saptanmıştır. Ancak güçlü medikal altyapı ve 2014-2025 yönetmelikleriyle oluşturulan sağlam yasal zemine rağmen; kurumların dijital pazarlama eksiklikleri (düşük web hızı ve erişilebilirlik), uluslararası akreditasyon (JCI) oranının %1,37 gibi oldukça düşük seviyelerde kalması ve hizmetlerin belirli metropollere yığılması, Türkiye'nin küresel pazardaki "bütüncül sağlık merkezi (wellness hub)" olma potansiyelini kısıtlamaktadır.

Stratejik Değerlendirme ve SWOT Analizi

Elde edilen istatistiksel ve demografik bulgular ışığında, Türkiye'deki sağlık turizmi yetki belgeli tesislerin GETAT potansiyeli içsel ve dışsal faktörler bağlamında değerlendirilmiş ve aşağıdaki SWOT analizi oluşturulmuştur:

Güçlü Yönler (Strengths): Tesislerin %98,63'ünün 3. basamak hastanelerde yer alması, sıkı hukuki denetimler, cerrahi işlemler için getirilen "komplikasyon sigortası" zorunluluğu, %100 oranında çok dilli tercüman desteği ve kamu hastanelerindeki yüksek arama motoru (SEO) optimizasyon başarısı.

Zayıf Yönler (Weaknesses): Düşük web performansı (57,46 puan) ve erişilebilirlik sorunları, JCI gibi uluslararası sertifikasyonların %1,37'de kalması, GETAT hizmetlerinin turistik/termal bölgeler yerine büyükşehirlere yığılması ve manuel terapi alanlarındaki (kayropratik, müzik terapi vb.) arz eksikliği.

Fırsatlar (Opportunities): Küresel wellness pazarının milyarlarca dolarlık hacme ulaşması, gelişmiş ülkelerdeki sağlık sistemlerinin tıkanması (uzun bekleme süreleri), 12. Kalkınma Planı kapsamındaki %60 akreditasyon sübvansiyonları ve USHAŞ/HealthTürkiye gibi merkezi dijitalleşme hamleleri.

Tehditler (Threats): Merdiven altı kliniklerin ve bilinçsiz GETAT uygulamalarının (enfeksiyon, anafilaksi vb.) yaratabileceği imaj riski, Çin (GÇT) ve Hindistan (Ayurveda) gibi devlerin pazar hakimiyeti, agresif vergi politikaları uygulayan rakip ülkeler ve makroekonomik/jeopolitik istikrarsızlıklar.

Öneriler

Araştırma bulguları ve SWOT analizi çerçevesinde, Türkiye'nin sağlık turizmi rekabetçiliğini artırmaya yönelik şu stratejik öneriler geliştirilmiştir:

Sağlık turistlerinin yoğun ilgi gösterdiği kayropratik, osteopati ve müzik terapi gibi alanlardaki kapasite eksiklikleri giderilmeli; salt "ucuz cerrahi" algısını kırarak "bütüncül tedavi paketleri" zenginleştirilmelidir.

Uluslararası hastalarda güven inşasını sağlamak adına hastanelerin JCI ve TÜSKA gibi akreditasyon süreçleri hızlandırılmalı, alınan kalite sertifikaları dijital platformlarda şeffafça paylaşılmalıdır.

Sağlık tesislerinin, sunulan tıbbi hizmet çeşitliliğine paralel olarak, web hızlarını (performans) ve engelli erişilebilirlik standartlarını acilen küresel normlara uygun, kullanıcı dostu arayüzlere dönüştürmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

Akbolat, M., Kayıkçı, Ö., Çimen, M., & Ünal, Ö. (2020). Geleneksel ve tamamlayıcı tıp hizmeti veren kurumların web sitelerinin değerlendirilmesine yönelik bir içerik analizi. *İşletme Bilimi Dergisi*, 8(2), 323-340.

Özyurt, M. (2022). Sağlık turizmi yetkinlik kriterleri ve bilgi yönetimi süreci. *Bilgi Yönetimi*, 5(1), 180-198.

Şengül, H., & Bulut, A. (2019). Sağlık turizmi çerçevesinde Türkiye'de termal turizm; bir SWOT analizi çalışması. *ESTÜDAM Halk Sağlığı Dergisi*, 4(1), 55-70.

T.C. Resmî Gazete. (2014, 27 Ekim). *Geleneksel ve tamamlayıcı tıp uygulamaları yönetmeliği*. (Sayı: 29158) .

T.C. Resmî Gazete. (2025, 26 Nisan). *Uluslararası sağlık turizmi ve turistlerin sağlığı hakkında yönetmelik*. (Sayı: 32882) .

Tontuş, Ö. (2022). *Sağlık turizmi: Kavramlar, süreçler ve uygulamalar*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.

Tuna, H. (2021). Sağlık turizmi kapsamında geleneksel, tamamlayıcı ve fonksiyonel tıp turizmi. *Abant Sosyal Bilimler Dergisi*, 21(1), 259-281.

World Health Organization. (2013). *WHO traditional medicine strategy: 2014-2023*. Geneva: WHO Press.

ULUSLARARASI LOJİSTİKTE TAŞIMA MODLARI: FIRSATLAR VE TEHDİTLER

Şeyma KARATAŞ UYSAL ¹

¹Selçuk Üniversitesi, Uluslararası Ticaret Yüksek Lisans Öğrencisi, Uluslararası Ticaret,

seymakaratasuysal1@gmail.com, 0009-0005-0667-0843

Özet

Ulaştırma hizmetleri, uluslararası rekabet sisteminin merkezinde yer almakta ve lojistik faaliyetlerin etkinliği açısından belirleyici bir rol üstlenmektedir. Uluslararası lojistik süreçlerinde karayolu, demiryolu, denizyolu, havayolu, iç su yolu ve boru hattı gibi farklı taşıma modları kullanılmaktadır. Bu taşıma türlerinin her biri, maliyet, hız, güvenilirlik ve kapasite açısından farklı avantaj ve dezavantajlara sahiptir. Bu nedenle, taşınacak yükün niteliği, mesafe, teslim süresi ve maliyet unsurları dikkate alınarak uygun taşıma modunun seçilmesi gerekmektedir. Lojistik planlama ve yönetim süreçleri, söz konusu taşıma modlarının entegre bir şekilde kullanılmasını sağlayarak işletmelere rekabet avantajı kazandırmaktadır. Özellikle küreselleşme ile artan ticaret hacmi, taşıma sistemlerinin daha etkin, hızlı ve esnek olmasını zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda, intermodal ve multimodal taşımacılık uygulamaları önemli fırsatlar sunarken; altyapı yetersizlikleri, maliyet dalgalanmaları, çevresel riskler ve jeopolitik belirsizlikler gibi unsurlar da çeşitli tehditler oluşturmaktadır. Bu çalışma, uluslararası lojistikte kullanılan taşıma modlarını kapsamlı bir şekilde ele alarak, her bir taşıma türünün sunduğu fırsatları ve karşı karşıya olduğu riskleri analiz etmeyi amaçlamaktadır. Elde edilen bulgular, lojistik planlama süreçlerinde daha etkin ve sürdürülebilir kararların alınmasına katkı sağlamayı hedeflemektedir.

Anahtar Kelimeler: Uluslararası lojistik, taşıma modları, lojistik yönetimi, uluslararası ticaret

Abstract

Transportation services are at the core of the international competitive system and play a decisive role in the efficiency of logistics activities. In international logistics processes, various transport modes such as road, rail, sea, air, inland waterways, and pipelines are utilized. Each of these transport modes has distinct advantages and disadvantages in terms of cost, speed, reliability, and capacity. Therefore, the selection of the appropriate transport mode depends on factors such as the nature of the cargo, distance, delivery time requirements, and cost considerations. Logistics planning and management processes enable the effective integration of these transport modes, thereby providing firms with a competitive advantage. With the increasing volume of global trade driven by globalization, transportation systems are required to become more efficient, faster, and more flexible. In this context, intermodal and multimodal transportation practices offer significant opportunities, while infrastructure deficiencies, cost fluctuations, environmental risks, and geopolitical uncertainties pose various threats. This study aims to comprehensively examine the transport modes used in international logistics and to analyze the opportunities and potential risks associated with each mode. The findings are expected to contribute to more effective and sustainable decision-making processes in logistics planning.

Keywords: International logistics, transport modes, logistics management, international trade

1.GİRİŞ

Bu çalışmanın amacı, uluslararası lojistikte kullanılan taşıma modlarını incelemek ve bu modların sunduğu fırsatlar ile karşı karşıya olduğu tehditleri değerlendirmektir. Ulaştırma sektörü, küresel ticaretin sürdürülebilirliği ve etkinliği açısından kritik bir rol oynamaktadır. Dünya taşımacılık endüstrisinde artan ve çeşitlenen taşıma talepleri ile, konteynerleşme ve buna bağlı teknolojik gelişmeler, lojistik süreçlerin daha entegre bir yapıya kavuşmasını zorunlu hale getirmiştir. Bu gelişmeler doğrultusunda, dış ticaret ve taşımacılık zincirinin etkin bir şekilde bütünleşmesini amaçlayan intermodal taşımacılık kavramı ortaya çıkmış ve ülkelerin ulaştırma politikalarının temel unsurlarından biri haline gelmiştir (Deveci, 2010).

Artan ulaştırma talebinin karşılanabilmesi için, farklı taşıma modlarının ve teknolojilerin verimli bir şekilde bir araya getirildiği sürdürülebilir ulaştırma sistemlerinin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda intermodal taşımacılık, maliyet avantajı sağlaması, güvenli ve esnek taşıma imkânı sunması ve çevre dostu alternatifleri desteklemesi açısından önemli fırsatlar sunmaktadır (Vrenken, Macharis, & Wolters, 2005; Denктаş, 2010).

Öte yandan, ulaştırma sektörünün büyümesiyle birlikte çevresel, ekonomik ve sosyal etkiler de artış göstermektedir. Taşımacılık faaliyetlerinden kaynaklanan sera gazı emisyonları, trafik yoğunluğu, gürültü, kazalar ve çevre kirliliği gibi sorunlar, sektörün karşı karşıya olduğu temel tehditler arasında yer almaktadır (Schreyer, 2004).

Bu durum, sürdürülebilir ve entegre taşımacılık sistemlerine olan ihtiyacı daha da artırmaktadır. Ulaştırma literatüründe birden fazla taşıma türünün birlikte kullanımını ifade eden intermodal, multimodal ve kombine taşımacılık kavramları sıklıkla kullanılmaktadır. Bu kapsamda, Birleşmiş Milletler Ticaret ve Kalkınma Konferansı (UNCTAD), multimodal taşımacılığı; bir ülkedeki çıkış noktasından başka bir ülkedeki varış noktasına, en az iki farklı taşıma modunun tek bir sözleşme ve tek bir taşıyıcı sorumluluğu altında kullanılarak gerçekleştirilen taşıma süreci olarak tanımlamaktadır (UNCTAD, 1994). Bu çalışma kapsamında uluslararası lojistikte kullanılan taşıma modlarının özellikleri incelenmekte, söz konusu taşıma modlarının sunduğu fırsatlar ve karşı karşıya olduğu tehditler analiz edilmektedir. Çalışmanın amacı, uluslararası lojistikte taşıma modlarının etkinliğini ortaya koymak ve bu modların doğru seçiminin lojistik performans üzerindeki etkilerini değerlendirmektir. Bu bağlamda çalışma, lojistik süreçlerde karar vericilere yol gösterici olmayı ve taşıma modlarının daha verimli kullanılmasına katkı sağlamayı hedeflemektedir.

1.1. Kuramsal Çerçeve

1.1.1 Lojistik ve Tedarik Zinciri

Lojistik, bir malın üretiminden başlayarak tüketiciye ulaşmasına kadar geçen süreçte; depolama, taşıma, dağıtım ve bilgi akışının etkin bir şekilde yönetilmesini ifade etmektedir. Aynı zamanda ürünlerin güvenli bir şekilde

taşınması ve uygun koşullarda saklanması da lojistik faaliyetlerin temel unsurları arasında yer almaktadır (Kaynak, 2004).

Bu yönüyle lojistik, modern ticaretin en önemli bileşenlerinden biri haline gelmiştir. Lojistik faaliyetlerin etkin bir şekilde yürütülmesi, işletmelerin rekabet avantajı elde etmesi ve müşteri memnuniyetini artırması açısından kritik bir rol oynamaktadır. Doğru planlanmış lojistik stratejiler, maliyetlerin azaltılmasına, operasyonel verimliliğin artırılmasına ve müşterilere daha hızlı hizmet sunulmasına katkı sağlamaktadır. Bu nedenle lojistik süreçler, yalnızca operasyonel bir faaliyet değil, aynı zamanda stratejik bir yönetim alanı olarak değerlendirilmektedir (Babacan, 2003).

Lojistik yönetimi, lojistik faaliyetlerin planlanması, koordinasyonu ve kontrolünü kapsayan bir yönetim disiplini. Bu süreç; tedarik, üretim, depolama ve dağıtım aşamalarının bütüncül bir şekilde yönetilmesini içerir. Lojistik yönetiminin temel amacı, müşteri taleplerini doğru zamanda ve doğru şekilde karşılamak, aynı zamanda işletme performansını artırmaktır (Yıldırım, 2009).

Bu bağlamda lojistik yönetimi, müşteri odaklı bir yaklaşım benimseyerek zamanında teslimat ve güvenilir hizmet sunmayı hedeflemektedir (Ner, 2010).

Küreselleşme ile firmaların uluslararası pazarlarda rekabet etme zorunluluğu artmış ve tedarik zincirlerinin yapısı giderek daha karmaşık hale gelmiştir. Bu durum, lojistik yönetiminin önemini daha da artırmıştır. Lojistik faaliyetlerin karmaşıklığının artması, bu alanın profesyonel yönetimini zorunlu kılmaktadır. Lojistik ve tedarik zinciri kavramları sıklıkla birbiriyle karıştırılmakla birlikte, aralarında önemli farklar bulunmaktadır. Lojistik, ürünlerin fiziksel hareketi, depolanması ve dağıtımı ile ilgilenirken; tedarik zinciri, tedarikçiden son kullanıcıya kadar uzanan daha geniş bir süreci kapsamaktadır. Tedarik zinciri; tedarikçi ilişkileri, talep tahmini, envanter yönetimi ve müşteri ilişkileri gibi daha kapsamlı iş süreçlerini içermektedir. Bu nedenle lojistiğin, tedarik zincirinin bir alt bileşeni olduğu genel kabul gören bir yaklaşımdır (Kalaycı, 2017). Tedarik zinciri, hammaddelerin sağlanmasından başlayarak üretim aşamalarına, ardından depolama ve dağıtım süreçleri üzerinden nihai tüketiciye kadar uzanan bütüncül bir yapıyı ifade etmektedir. Bu yapının etkin şekilde yönetilmesi; maliyetlerin azaltılması, müşteri memnuniyetinin yükseltilmesi ve küresel ölçekte rekabet avantajı elde edilmesi açısından önemli bir unsur olarak değerlendirilmektedir (Christopher, 2016).

Tedarik Zinciri Yönetimi (SCM), zinciri oluşturan tüm süreçlerin birbirleriyle uyumlu biçimde çalışmasını sağlayarak malzeme, bilgi ve finans akışlarının düzenli ve koordineli bir şekilde ilerlemesini mümkün kılar. Etkin SCM uygulamaları sayesinde siparişlerin zamanında karşılanması sağlanırken, stok seviyeleri dengelenmekte ve gereksiz maliyetlerin önüne geçilmektedir (Chopra & Meindl, 2019).

Günümüzde teknolojik gelişmeler, tedarik zinciri süreçlerinin daha verimli hale gelmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Kurumsal kaynak planlama (ERP) sistemleri, üretim, stok, satış ve finansal verilerin tek bir

entegre yapı üzerinden yönetilmesine imkân tanıyarak planlama ve kontrol süreçlerini daha hızlı ve doğru hale getirmektedir. Bunun yanı sıra veri analitiği ve yapay zekâ uygulamaları, talep tahmini, rota planlaması ve risk değerlendirmesi gibi alanlarda karar alma süreçlerini destekleyerek daha hızlı, şeffaf ve etkin bir yönetim yapısı oluşturmaktadır (Ivanov, 2020).

1.1.2 Ulaştırma ve Taşıma Modları

Lojistik süreçlerde taşıma modunun seçimi; ürünün özellikleri, taşınacak miktar, teslimat süresi ve maliyet gibi temel kriterlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bu faktörler, en uygun taşıma alternatifinin belirlenmesinde belirleyici rol oynamaktadır (Tabak & Yıldız, 2017; Kayabaşı, 2007; Gülsün & Erkayman, 2018).

Bu nedenle lojistik planlama aşamasında farklı taşıma türlerinin sunduğu avantajlar dikkate alınarak en uygun seçenek tercih edilmektedir. Uluslararası ticaret kapsamında ürünlerin üretim noktasından nihai tüketiciye ulaştırılması sürecinde karayolu, denizyolu, havayolu ve demiryolu taşımacılığı farklı şekillerde kullanılmaktadır. Her taşıma modu kendine özgü avantajlar sunmakla birlikte çeşitli sınırlılıklara da sahiptir. Denizyolu taşımacılığı, özellikle büyük hacimli ve ağır yüklerin düşük maliyetle taşınmasına olanak sağlaması nedeniyle küresel ticarete önemli bir yere sahiptir (Stopher, 2009).

Havayolu taşımacılığı ise zaman faktörünün kritik olduğu durumlarda tercih edilmekte; yüksek değerli ürünler, acil tıbbi malzemeler ve bozulabilir ürünlerin hızlı teslimatında önemli bir rol üstlenmektedir (Rodrigue, 2020). Karayolu taşımacılığı, esnek güzergâh planlaması ve kapıdan kapıya teslim imkânı sunması nedeniyle özellikle kısa ve orta mesafeli taşımacılıkta yaygın olarak kullanılmaktadır. Demiryolu taşımacılığı ise yüksek taşıma kapasitesi ve görece düşük maliyet avantajı ile büyük hacimli yüklerin taşınmasında ekonomik ve çevre dostu bir alternatif oluşturmaktadır. Lojistik merkezlerin etkin şekilde faaliyet gösterebilmesi için karayolu, demiryolu, liman ve iç su yolu gibi farklı ulaşım ağlarına entegre erişim sağlaması büyük önem taşımaktadır (Karataş, 2017).

Bu entegrasyon, taşıma modlarının birlikte kullanımını kolaylaştırarak lojistik süreçlerin daha verimli ve koordineli bir yapıya dönüşmesine katkı sağlamaktadır.

Bununla birlikte günümüzde kombine taşımacılık uygulamaları, farklı taşıma modlarının avantajlarını bir araya getirerek lojistik süreçlerin optimize edilmesini sağlamaktadır. Bu sistemde taşıma süreci tek bir modla sınırlı kalmamakta, birbirini tamamlayan ulaşım türleri entegre biçimde kullanılmaktadır. Örneğin bir ürünün demiryolu ile limanlara ulaştırılması, ardından denizyolu ile uluslararası taşınması ve son aşamada karayolu ile nihai tüketiciye teslim edilmesi bu yapıya örnek olarak gösterilebilir. Bu tür entegre taşıma sistemleri hem maliyetlerin azaltılmasına hem de teslimat sürelerinin kısaltılmasına katkı sağlayarak uluslararası ticaretin etkinliğini artırmaktadır (Ballou, 2007).

1.1.2 Taşıma Modları

Küresel ticaretin artan hacmi içerisinde ulaştırma modlarının ve bilgi-iletişim teknolojilerinin etkin biçimde kullanılması, ülkeler arasındaki ticari ilişkilerin güçlenmesine önemli katkılar sağlamaktadır. Bu durum, ticari işlemlerin daha hızlı ve kolay gerçekleşmesini sağlayarak küresel ticaret hacminde önemli bir artış meydana getirmektedir (Yaman, Demir, Zeren, & Batırlık, 2021).

Ulaştırma sistemlerinin etkin ve verimli kullanılması; ürünlerin zamanında teslim edilmesi, ölçek ekonomilerinden yararlanılması, yeni ekonomik fırsatların değerlendirilmesi, pazarlar arası entegrasyonun güçlendirilmesi ve lojistik kaynaklı üretim maliyetlerinin azaltılması gibi birçok avantaj sunmaktadır. Bunun yanında, iletişim ağlarının gelişmesi, üretim ve tüketim süreçleri arasında köprü kurulması, ekonomik dengesizliklerin azaltılması, bilgi ve teknolojinin yayılması ile ürün ve hizmet çeşitliliğinin artması da ulaştırma sistemlerinin ekonomiye katkıları arasında yer almaktadır (Tingting & Yu, 2021; Park, Seo, & Ha, 2019).

Ulaştırma altyapıları, ülkelerin ekonomik yapısı içerisinde stratejik öneme sahip unsurlar arasında yer almaktadır. Etkin bir taşıma sistemi, ekonomik faaliyetler için gerekli kaynakların daha hızlı ve verimli şekilde hareket ettirilmesini sağlamakta, bu durum ise üretim kapasitesinin ve verimliliğin artmasına katkıda bulunmaktadır. Taşımacılığın ekonomik süreçler üzerindeki en önemli etkilerinden biri, ürün ve girdilerin doğru zamanda ve doğru yerde bulunmasını sağlayarak zaman faydası yaratmasıdır. Buna karşılık taşıma süreçlerinde yaşanan gecikmeler, üretim süreçlerinde aksamalara neden olmakta; enerji, iş gücü ve kapasite kullanım kayıplarına yol açarak toplam maliyetleri artırmaktadır (Sevinç, Bozkurt, & Efeoğlu, 2017).

Bununla birlikte ulaştırma sektörü yalnızca ekonomik katkı sağlamakla kalmayıp istihdam açısından da önemli bir alan oluşturmaktadır. Taşımacılık altyapısı, araçlar ve lojistik hizmetler emek yoğun bir yapıya sahip olup geniş ölçekli istihdam imkânı sunmaktadır. Taşıma modlarının temel özellikleri tabloda 1’de karşılaştırmalı olarak sunulmaktadır.

Tablo-1: Taşıma modlarının karşılaştırılması

Ulaştırma sistemi	Maliyet	Teslimat hızı	Hizmet verilen yerlerin sayısı	Çeşitli malları kullanma becerisi	Tarifeli yüklemelerin sıklığı	Tarifelerin uygulanmasının güvenilirliği
Karayolu	Yüksek	Hızlı	Çok geniş	Yüksek	Yüksek	Yüksek
Demiryolu	Orta	Orta	Geniş	Yüksek	Düşük	Orta
Denizyolu	Çok düşük	Çok yavaş	Sınırlı	Çok yüksek	Çok düşük	Orta
Havayolu	Çok yüksek	Çok hızlı	Geniş	Sınırlı	Yüksek	Yüksek

Kaynak: William, Joseph, & McCarthy (2015), tarafından düzenlenmiştir.

Lojistik süreçlerde karayolu, demiryolu, denizyolu ve havayolu taşımacılığı, uluslararası ticaretin gerçekleştirilmesinde kullanılan temel taşıma modlarını oluşturmaktadır. Bu taşıma türlerinin her biri, maliyet,

hız, kapasite, güvenlik ve çevresel etkiler açısından farklı avantaj ve sınırlılıklara sahiptir. Denizyolu taşımacılığı, diğer ulaştırma modlarına kıyasla daha düşük maliyetli olması ve büyük hacimli yükleri tek seferde taşıyabilme kapasitesi sayesinde küresel ticarete en çok tercih edilen taşıma türlerinden biridir (Saatçioğlu & Çelikok, 2019).

Özellikle uzun mesafeli ve yüksek tonajlı taşımacılıkta önemli ekonomik avantajlar sağlamaktadır. Demiryolu taşımacılığı ise bazı teslim noktalarına ulaşım süresi açısından karayoluna göre daha yavaş olmasına rağmen, ağır ve hacimli yüklerin taşınmasında düşük maliyet, yüksek güvenlik, uzun vadede sabit fiyat avantajı ve çevre dostu yapısı ile önemli bir alternatif oluşturmaktadır (Oğuz & Oğuz, 2019).

Bu özellikleri nedeniyle sürdürülebilir lojistik uygulamaları açısından stratejik bir taşıma modu olarak değerlendirilmektedir. Karayolu taşımacılığı, düşük ilk yatırım maliyeti, farklı arazi koşullarına uyum sağlayabilmesi ve kapıdan kapıya teslim imkânı sunması nedeniyle en yaygın kullanılan taşıma türüdür. Esnek yapısı sayesinde farklı yük türlerine uygun çözümler sunmakta ve geniş bir dağıtım ağı oluşturmaktadır. Bununla birlikte ağır ve yüksek hacimli yüklerde yasal sınırlamalar, trafik kazası riski ve fosil yakıt kullanımına bağlı çevresel olumsuzluklar gibi dezavantajlara da sahiptir (Yavaş, 2013).

Havayolu taşımacılığı ise lojistik sistemler içerisinde en hızlı gelişen taşıma türlerinden biri olup, özellikle zamanın kritik olduğu durumlarda önemli avantajlar sunmaktadır. Kaza ve hasar riskinin düşük olması, hassas ve değerli yüklerin güvenli taşınabilmesi ve uzun mesafelerde kısa sürede teslimat sağlanabilmesi bu taşıma türünün öne çıkan özellikleridir (Yavaş, 2013).

Ayrıca havaalanlarının büyük ekonomik merkezlere yakın konumlanması, taşıma öncesi ve sonrası lojistik maliyetleri azaltarak sistem verimliliğini artırmaktadır. Genel olarak değerlendirildiğinde, taşıma modlarının her biri farklı koşullarda avantaj sağlayan yapılar sunmakta olup, lojistik karar süreçlerinde ürün özellikleri, maliyet, hız ve güvenlik gibi kriterlere göre tercih edilmektedir. Bu bağlamda, farklı taşıma modlarının tek bir zincir içerisinde bütünleşik şekilde kullanılması fikri, intermodal ve multimodal taşımacılık yaklaşımlarının önemini artırmakta ve lojistik sistemlerin daha verimli hale gelmesine zemin hazırlamaktadır.

2.YÖNTEM

Bu çalışma, uluslararası lojistikte kullanılan taşıma modlarının fırsat ve tehditlerini değerlendirmeyi amaçlayan **nitel bir araştırma** niteliği taşımaktadır. Araştırmada yöntem olarak doküman analizi ve literatür taraması tekniği benimsenmiştir. Veri toplama sürecinde; Google Scholar, ScienceDirect ve TR Dizin gibi akademik veri tabanları üzerinden taramalar yapılmıştır. Araştırma kapsamında, konunun teorik altyapısını oluşturan **temel kaynakların yanı sıra**, güncel eğilimleri yansıtan akademik yayınlar ve kurumsal sektör raporlarından elde edilen ikincil veriler kullanılmıştır. Elde edilen veriler; taşıma modlarının maliyet, hız,

kapasite ve güvenlik parametreleri çerçevesinde sistematik bir analize tabi tutulmuş ve sonuçlar karşılaştırmalı olarak sunulmuştur.

3.BULGULAR

Uluslararası lojistik süreçlerinde taşıma modlarının etkinliğini belirleyen temel unsurlar; maliyet, hız, güvenlik ve çevresel etkilerdir. Yapılan analizler sonucunda, her bir taşıma modunun sunduğu stratejik fırsatlar ve karşı karşıya olduğu tehditler Tablo 2’de karşılaştırmalı olarak sunulmuştur.

Tablo-2: Uluslararası taşıma modlarına yönelik fırsat ve tehditler analizi

Taşıma modu	Fırsatlar (Avantajlar)	Tehditler (Kısıtlar ve riskler)
Denizyolu	Ölçek ekonomisi, düşük birim maliyet, yüksek kapasite	Uzun transit süreleri, liman yoğunluğu, hava koşullarına bağımlılık
Havayolu	Maksimum hız, düşük stok maliyeti, yüksek güvenlik	Yüksek navlun fiyatları, sınırlı kapasite, yüksek karbon salınımı
Karayolu	Kapıdan kapıya teslimat, yüksek esneklik, yaygın ağ	Trafik yoğunluğu, kaza riski, yakıt fiyat dalgalanmaları
Demiryolu	Çevre dostu, sabit fiyat avantajı, güvenli taşıma	Altyapı yetersizliği, esnek olmayan güzergahlar, ray farkları

Kaynak: Literatür taramasına dayalı olarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

3.1. Bulguların değerlendirilmesi Tablo 2’de sunulan veriler ışığında, denizyolu taşımacılığının küresel ticaret hacminin büyük kısmını sırtlandığı görülmektedir. Özellikle düşük değerli ancak yüksek hacimli ürünlerin taşınmasında sunduğu maliyet avantajı, bu modu vazgeçilmez kılmaktadır. Öte yandan, zaman hassasiyeti olan yüksek değerli ürünlerde havayolu taşımacılığı, sunduğu hız ve düşük hasar riski ile lojistik süreçlerde kritik bir fırsat yaratmaktadır.

Sürdürülebilirlik odaklı politikalar kapsamında demiryolu taşımacılığı, karayolunun yarattığı çevresel tehditlere (sera gazı emisyonları ve trafik yoğunluğu) karşı en güçlü alternatif olarak öne çıkmaktadır. Karayolu taşımacılığı ise, intermodal sistemlerde "ilk ve son kilometre" taşımacılığını gerçekleştirerek tüm modlar arasında entegrasyonu sağlayan temel bağlayıcı unsur olma özelliğini korumaktadır.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışma, uluslararası lojistikte tek bir taşıma modunun tüm ihtiyaçları karşılamasının mümkün olmadığını, mod seçiminin ürün özelliklerine ve lojistik stratejilere göre yapılması gerektiğini ortaya koymuştur.

Öneriler:

- **Karar Vericiler İçin:** Taşıma maliyetlerini düşürmek ve teslimat hızını optimize etmek adına intermodal taşımacılık çözümlerine daha fazla ağırlık verilmelidir.
- **Politika Yapıcılar İçin:** Karayolundaki çevresel tehditleri azaltmak amacıyla demiryolu ve denizyolu bağlantılı lojistik merkezlerin altyapı yatırımları teşvik edilmelidir.

- **Gelecek Çalışmalar İçin:** Taşıma modu seçiminde yapay zeka ve veri analitiği uygulamalarının operasyonel verimlilik üzerindeki etkileri incelenmelidir.

KAYNAKLAR

- Babacan, M. (2003). Lojistik sektörünün ülkemizdeki gelişimi ve rekabet vizyonu. *Ege Academic Review*, 3(1), 8-15.
- Ballou, R. H. (2007). *Business Logistics / Supply Chain Management*. Pearson Education.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2019). *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation*. Pearson.
- Christopher, M. (2016). *Logistics and Supply Chain Management*. Pearson Education.
- Denktaş, Ş. G. (2010). *Transport Mode Choice Decision and Multimodal Transport: A Triangulated Approach*. İzmir: Dokuz Eylül University Publications.
- Deveci, A. D. (2010). Türkiye’de Çoklu Taşımacılığın Geliştirilmesine Yönelik Stratejik Bir Model Önerisi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi*, 2(1), 13–32.
- Gülsün, B., & Erkeyman, B. (2018). Lojistikte taşıma şekillerinin belirlenmesi: Bir kombine taşımacılık örneği. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 2(2), 37-51.
- Ivanov, D. (2020). *Digital Supply Chain Management and Analytics*. Springer.
- Kalaycı, S. (2017). Dışsal faktörlerin ulaşım sektörüne etkisi: Lojistik firmalarından kanıtlar. *Finans Politik ve Ekonomik Yorumlar*(633), 41-59.
- Karataş, İ. A. (2017). Bazı Avrupa ülkeleri ile Türkiye’nin lojistik sektörünün karşılaştırmalı analizi. *Akademik Yaklaşımlar Dergisi*, 8(1), 1-22.
- Kayabaşı, A. (2007). *İşletmelerin rekabet gücünün geliştirilmesinde lojistik faaliyetlerin performansının artırılması: Üretim işletmeleri üzerine bir uygulama*. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Kaynak, M. (2004). Uluslararası taşımacılık ve lojistik bağlamında Avrasya ulaştırma koridorlarında bölgesel rekabet ve Türkiye. *Ekonomik Yaklaşım*, 15, 52-53.
- Ner, T. (2010). *Küresel lojistik performans indeksi: Mersin’de faaliyet gösteren lojistik firmalarının sektörel performanslarının incelenmesi*. Mersin: Mersin Üniversitesi.
- Oğuz, H. İ., & Oğuz, D. (2019). Türkiye Ekonomisinde Lojistik. *Uluslararası İşletme ve Ekonomi Çalışmaları Dergisi*, 1(2), 65-74.
- Park, S. J., Seo, Y. J., & Ha, M. H. (2019). The role of maritime, land, and air transportation in economic growth: panel evidence from OECD and non-OECD countries. *Research in Transportation Economics*, 78.
- Rodrigue, J. P. (2020). *The Geography of Transport Systems*. Routledge.

- Saatçioğlu, C., & Çelikok, K. (2019). Uluslararası Ulaştırma Politikaları Çerçevesinde Avrupa Birliği Ve Türkiye'nin Ulaştırma Politikaları. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 24(3), 513-524.
- Schreyer, C. (2004). *External costs of transport – Update study*. Karlsruhe: IWW, University of Karlsruhe.
- Sevinç, H., Bozkurt, E., & Efeoğlu, R. (2017). Türkiye ve Avrasya ekonomilerinde taşımacılık sektörünün ekonomik büyümeye etkisi. *Iğdır Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*(11), 173-187.
- Stopher, M. (2009). *Maritime Economics*. Routledge.
- Tabak, Ç., & Yıldız, K. (2017). Lojistik merkezi yer seçimi-işletme modelleri ve kıyaslama çalışması. *TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası 12. Ulaştırma Kongresi: Ulaşım Politikaları*, (s. 249-264). Adana.
- Tingting, T., & Yu, E. T. (2021). Transportation and economic growth in China: A heterogeneous panel cointegration and causality analysis. *Journal of Transport Geography*, 73, 120-130.
- UNCTAD. (1994). *Multimodal Transport and Trading Opportunities*. Geneva: UNCTAD.
- Vrenken, H., Macharis, C., & Wolters, P. (2005). *Intermodal Transport in Europe*. Brussels: European Intermodal Association (EIA).
- Yıldırım, M. (2009). *Şans kısıtlı veri zarflama analizi ile ülkelerin lojistik etkinlik ölçümü*. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yaman, S., Demir, B., Zeren, F., & Batırlık, S. N. (2021). Lojistik Sektörü ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin İncelemesi: G20 Ülkeleri Üzerine Bir Araştırma. *The Journal of International Scientific Researches*, 6(1), 1-9.
- Yavaş, V. (2013). *Lojistik Merkezlerin Havayolu Ulaştırması Yönlü Analizi: Türkiye İçin Bir Uygulama*. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

ERKEN DÖNEM TELEVİZYON YAYINCILIĞI VE İLK YAYINCILIK PRATİKLERİ

Doktora Öğrencisi, Elif Ayça KARACA,

Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Radyo-Sinema-Televizyon Bölümü,

elif.karaca052@hbv.edu.tr, ORCID: 0000-0003-3072-8986

Özet

Televizyon yayıncılığı, 1928 yılında teknik bir deney olarak başladı ve kısa sürede toplumsal hayatın vazgeçilmez bir parçası haline geldi. İlk yayınlar, ekranların çok küçük olması ve teknolojik imkansızlıklar nedeniyle sadece iki oyuncunun yüzüne odaklanan dar kapsamlı dramalarla sınırlıydı. 11 Eylül 1928’de yayınlanan *The Queen’s Messenger* adlı oyun, televizyonda gösterilen ilk drama olarak tarihe geçti. O dönemde ekranların çok küçük olması ve kamera sayısının yetersizliği gibi teknik zorluklar, yayınların sadece iki oyuncuyla ve dar bir alanda yapılmasını zorunlu kılıyordu. 1930’lara gelindiğinde BBC, tiyatro oyunlarını ve bale gösterilerini ekrana taşıyarak televizyonu daha sanatsal bir noktaya taşıdı. İkinci Dünya Savaşı nedeniyle bir süre ara verilen yayınlar, 1946’da yeniden başladığında artık sadece tiyatro değil; yemek tarifleri, bahçe bakımı ve spor müsabakaları gibi günlük hayata dair içerikler de sunmaya başladı. BBC’nin devreye girmesiyle birlikte tiyatro oyunları, bale gösterileri ve edebiyat uyarlamaları ekrana taşındı; televizyon kendine has bir görsel dil oluşturmaya başladı. Özellikle Jeanne Heal gibi isimlerin hazırladığı programlar, televizyonun sadece eğlence değil, aynı zamanda toplumsal sorunların konuşulduğu ve halkın bilgilendirildiği bir alan olduğunu da gösterdi. 1950’lerin başında ekonomik refahın artmasıyla birlikte televizyon evlere daha çok girmeye başladı ve reklam gösterimleriyle de ticari bir güç haline geldi. Söz konusu değişim, televizyonun teknik bir denemeden modern dünyanın en etkili iletişim aracına dönüşme süreci oldu. Bu çalışma, televizyonun 1928’deki ilk adımlarından 1950’lerin ortasındaki profesyonel döneme kadar nasıl geliştiğini ve yayınlanan programları incelemektedir. Bu bildiride, ilk yayınların teknik kısıtlılıklar altında nasıl yapıldığı ve televizyona özgü program türleri incelenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Televizyon, BBC, Medya Tarihi, Yayıncılık Pratikleri.

EARLY TELEVISION BROADCASTING AND INITIAL BROADCASTING PRACTICES

Abstract

Television broadcasting began in 1928 as a technical experiment and quickly became an indispensable part of social life. The earliest broadcasts were limited to low budget dramas focusing solely on the faces of two actors, due to the very small size of the screens and technological limitations. The play *The Queen's Messenger*, broadcast on 11 September 1928, went down in history as the first drama shown on television. Technical difficulties at the time, such as the very small size of screens and a lack of cameras, meant that broadcasts could only be produced with two actors and within a confined space. By the 1930s, the BBC had elevated television to a more artistic level by bringing theatre plays and ballet performances to the screen. After a hiatus due to the Second World War, broadcasts resumed in 1946, now offering not only theatre but also content related to daily life, such as cooking recipes, gardening and sports matches. With the advent of the BBC, theatre plays, ballet performances and literary adaptations were brought to the screen; television began to develop its own distinctive visual language. Programmes produced by figures such as Jeanne Heal, in particular, demonstrated that television was not merely a source of entertainment, but also a forum where social issues were discussed and the public was informed. By the early 1950s, as economic prosperity grew, television became increasingly common in homes and, through the broadcast of advertisements, evolved into a commercial force. This transformation marked the process by which television evolved from a technical experiment into the modern world's most influential means of communication. This study examines how television developed from its first steps in 1928 through to the professional era of the mid-1950s, and analyses the programmes broadcast during this period. This paper explores how the earliest broadcasts were produced under technical constraints and examines programme genres specific to television.

Keywords: Television, the BBC, Media History, Broadcasting Practices.

1. GİRİŞ

Televizyon teknolojisinin temelinde; değişken elektriksel direnç, fotoemiyon ve floresan gibi fiziksel olgular yatar. Ancak televizyonun gelişimi ve uygulama alanları yalnızca teknik unsurlarla sınırlı kalmamış; ulusal farklılaşma politikaları, sektörel rekabet ve yasal düzenlemelerle şekillenmiştir. Tüm bu faktörler bir araya gelerek televizyon teknolojisinin tarihsel evrimine yön vermiştir. (Hilmes and Jakobs, 2003; 9) Televizyon yayıncılığının tarihsel arka planı 19. Yüzyıla kadar gitmektedir. Görüntü ve sesleri yeryüzünün başka yerlerine ve kişilere ulaştırmak isteyen mucitler, bunu gerçekleştirebilmek için görüntü ile sesi aynı anda verebilen bir araç icat etme yarışına girdiler. Böylece televizyonun icadı tek bir keşfin değil birbirini izleyen ve bağımsız gelişmelerin sonucu olarak ortaya çıktı. 1920’li yıllarda bilim insanları, Nipkow’un mekanik televizyon sistemini geliştirmek üzerine çalıştı. 1925’te Amerikalı mucit Charles Jenkins, hareketli silüetleri ileten mekanik bir düzeneği modifiye edilmiş bir radyo üzerinden tanıttı. Aynı yıl İskoç mucit John Baird, tarama diski ve mercekler kullanarak ilk kez bir insan yüzünü ekrana aktarmayı başardı. 1927 yılında ise Bell Laboratuvarları’ndan Herbert Ives, Washington D.C. ile New York arasında mekanik bir sistemle hareketli görüntü iletimi gerçekleştirdi. Mekanik yöntemlerle yapılan bu tarama ve iletme çalışmaları mühendislik açısından başarılı olsa da ticari bir standart oluşturacak görüntü netliğini sağlayamadı. Elektronik televizyonun öncüsü Philo Farnsworth, 1920’lerin başında görüntünün satır satır elektronik olarak taranabileceği fikrini geliştirdi. Bu model, hareketli mekanik parçalar yerine elektronların kontrolüne dayanıyordu. Farnsworth’ün bu süreci açıkladığı teknik çizimler, daha sonra patent haklarını korumasında en önemli kanıtlar oldu. 1926’da finansal destek alarak prototip üretimine başlayan Farnsworth, görüntü çözümleyici adını verdiği bir cam tüp geliştirdi. Bu tüp, ışığı elektronlara dönüştürerek ilettili. 1927-1929 yılları arasında sistemi başarıyla test eden mucit, çok sayıda patent başvurusu yaptı. Aynı dönemde Vladimir Zworykin, 1923 yılında ikonoskop adı verilen bir kamera tüpü için patent başvurusunda bulundu. Ancak Zworykin, o dönemde çalışan bir model üretmeyi başaramadı. 1929’da RCA (Radio Corporation of America) bünyesine katılan Zworykin, şirketin televizyon teknolojisindeki en önemli ismi oldu. 1930’lu yıllarda RCA, Zworykin’in 1923 tarihli başvurusuna dayanarak Farnsworth’ün patentlerine itiraz etti. Ancak mahkeme, 1923’teki taslakların çalışan bir modele dönüşmesinin Farnsworth’ün icadından çok sonra gerçekleşmesi nedeniyle Farnsworth lehine karar verdi. Hukuki süreci kaybetmesine rağmen RCA, teknolojik gücüyle sektöre yön vermeye devam etmiş ve 1939 New York Dünya Fuarı’nda televizyonu geniş kitlelere tanıttı. 1941’de FCC’nin lisans vermeye başlamasıyla birlikte televizyon ağları Amerika genelinde yaygınlaştı. (Weinstein, 2022; 1-2)

2. Gerçekleştirilen İlk Televizyon Yayını Örnekleri

11 Eylül 1928’de “The Queen’s Messenger”, General Electric’in New York, Schenectady’deki W2XAD istasyonunda deneysel bir televizyon sistemi üzerinden yayınlanan ilk televizyon draması oldu. W2XAD’ın sahibi olduğu radyo istasyonu WGY, prodüksiyonun sesini yayınladı. İzleyicilerin Los Angeles’a kadar yayını aldığı bildirildi. General Electric, “The Queen’s Messenger”ı 48 hatlı televizyon sistemlerinin, daha büyük bir iletim testinin parçası olarak tasarladı. Bu önemli adım, televizyonun erken tarihindeki birkaç aylık önemli gelişmelerden sonra geldi. 1928’de General Electric Octagon; mekanik televizyonunun şimdiye kadar yapılmış dört televizyonundan biri oldu. Octagon hiçbir zaman halka satılmadı ve sadece General Electric’in laboratuvarlarında deneyler için kullanıldı. “The Queen’s Messenger”, İrlandalı oyun yazarı J. Hartley Manners, tarafından yazılmış sessiz bir melodramdı. Bir İngiliz diplomatın, Berlin’deki maskeli balodan sonra kraliçe için evrak çantasında taşıdığı gizli belgeleri elde etmeye çalışan ve casus olan gizemli bir Rus kadınla romantik karşılaşması hakkındaydı. Televizyon draması olarak eski bir casus draması seçilmesinin nedeni; teknik şartlar yüzünden sadece iki kişiyi kullanmaya imkân olması nedeniyleydi. Onlar ve sahne dekorları arasında dönüşümlü olarak üç televizyon kamerasını seçebiliyorlardı. Çekilen drama büyük bir sanat eseri olmasa da neye yol açacağı ve nasıl tepkiler alacağı çok merak uyandırıcıydı. General Electric test departmanından Leslie Wilkins’in sesi televizyonların hoparlörlerinden ilk kez duyulduğunda: “Anladığım kadarıyla şimdi kabul odasında bir seyirci var” cümleleri kuruldu ve pencereli bir odadan diğer bir odaya yayın yaparak şimdi başlıyoruz kelimelerini söyledi. Bununla ilk televizyon dramasının gösterimi başladı. Gösteriye katılanlardan daha fazla teknisyen mevcuttu. Oyuncuların yüzlerine odaklanan iki kamera vardı. Üçüncüsü sahne ve diğer görüntüleri yakalamak için kullanıldı. Üçüncü kamera önünde ellerin yakın çekimleri için iki yardımcı oyuncu kullanıldı. Yönetmen Mortimer Stewart, kendisini, başrol oyuncusu Isetta Jewell ve başrol oyuncusu Maurice Randall’a odaklanan iki televizyon kamerasının arasına yerleştirdi. Stewart’ın önünde, vericiden çıkan görüntüleri her zaman görebildiği bir televizyon alıcısı vardı. Küçük bir kontrol kutusunun yardımıyla resimlerin çıkışını kontrol edebiliyor, kameralardan birini veya diğerini kesebiliyor ve görüntüyü soldurabiliyordu. Ayrıca, konuşulan sesi televizyon alıcısının altına yerleştirilmiş ayrı bir radyo alıcısıyla senkronize etmek gibi özel efektler de kullanılıyordu. O günlerde, şehrin çeşitli yerlerine kurulan televizyonlar sadece üç inç çapındaydı. Oyuncunun performansını ve seslerini geliştirmek amacıyla bu yayın için özel efekt sahneleri vardı. Tüm teknik zayıflıklarıyla “The Queen’s Messenger”, modern dramatik programlara doğru ilk adımı attı. (Eboch, 2015; 17; <https://www.goldenglobes.com/articles/queens-messenger-how-tv-shows-were-born>)

İlk televizyon dramasının gösteriminin ardından L. Allen Harker ve Francis R. Pryor tarafından yazılan ve İskoç komedisi olarak tanımlanan, “Marigold” isimli oyun yayınlandı. BBC’nin planlı yayınının beşinci gününde gösterim gerçekleşti ve 15.35’ten 16.00’a kadar süren yayının izleyici sayısının 300 olduğu tahmin ediliyordu.

Sahneler Sophie Stewart tarafından canlandırdı. Böylece 16 Kasım 1938’de BBC, gerçek bir tiyatrodaki kameralar için oynanan ilk televizyon oyununu yayınladı. Londra’daki St Martin’s Theatre, o zamanlar J. B. Priestley’nin “When We Are Married” adlı filmine ev sahipliği yapıyordu ve yapımcılar canlı bir izleyici kitlesine sahip olmanın faydasını ve etkisini fark etmeleri, bu yayın sayesinde oldu. Ertesi yıl 27 Mart 1939 tarihinde, BBC’nin Majestelerinin Tiyatrosu’ndan “Magyar Melody”ye ait bir sahneden yayınlanan ilk müzik prodüksiyonunun gösterimi gerçekleşti. Bundan yıllar önce 1928-1929 tarihlerinde Baird, deneysel kameraların önüne çıkan ilk bale performansı ile hem müzik hem de dansla deneyler yapmıştı. (<https://teletronic.co.uk/television-history/a-short-history-of-the-television-play?>)

3. Dünya Savaşı ve Sonrası Gerçekleştirilen Televizyon Programları

1937’de kaydedilen gelişmeler neticesinde 1938’e kadar BBC, BBC’nin Alexandra Palace’daki televizyon stüdyolarında çekimlerini gerçekleştirdi. Zamanın popüler Londra tiyatro yapımlarından seçilmiş sahneleri sunan “Theatre Parade” adlı bir dizi yayınlandı. 1937’de Lewis Carroll’a ait “Alice Through the Looking Glass”ın televizyona uyarlanması için çalışmalara başlandı. Little Theatre, prodüksiyonunun izniyle kameraların önüne geçildi ve Alice rolünü aktris Ursula Hanray canlandırdı. Shakespeare’in 14 Mayıs 1937’de yayınlanan “Twelfth Night”ı ise Baird’in çalışmalarının televizyonda gösterilen ilk kayıtlı örneği oldu. 28 Haziran 1937’de, televizyonda görünen ilk Agatha Christie karakteri Hercule Poirot, Francis L. Sullivan tarafından canlandırıldı. Ardından George Bernard Shaw’ın yazmış olduğu, “How He Lied to Her Husband” adlı oyununun 7 Temmuz 1937’de televizyonda yayınlanmasına onay verildi. Arnold Ridley’in bir oyunu olan “The Ghost Train”, 20 Aralık 1937’de gösterimi tüm Batı’yı içeren 40 dakikalık bir yapımla kameraların önüne geçti. Oyunda on bir karakter bulunuyordu. Tiyatrolardan, radyodan ya da roman uyarlamalarından hazırlanarak gerçekleştirilen yayınların ardından, 1938 ve 1939 yılları boyunca, bir televizyon dizi yazarının senaryoları; uyarlama ya da özel olarak sipariş edilen hikayeler yoluyla televizyonda yayınlandı. Bu yazarlar arasında W. Somerset Maugham, Edgar Wallace ve Noel Coward gibi önde gelen isimler vardı. Bununla birlikte, İkinci Dünya Savaşı’nın başlamasıyla televizyon üretimi kısıtlandı ve BBC’nin normal hizmete yeniden başlaması 7 Haziran 1946’da saat 15:00’e kadar durduruldu. Bu süreç içerisinde de televizyon ve tiyatro arasındaki ilişki tartışılmaya başlandı. Kıyaslamalar yapıldı. Tartışmaları takip eden yıllarda bu karşılıklı ilişkiyi kendi yararına kullanabilen, keşfedebilen ve iyileştirebilen tiyatro değil televizyon oldu. Dramanın tüm yeni alt türleri, iki disiplinin ilk kaynaşmasıyla oluştuğu için, televizyon daha ilgi çekici hale geldi. Tiyatrolar, gişe hasılatlarının dramatik bir şekilde düştüğünü gördüler. 1950’lerin başında, başarılı tiyatrocular olarak anılan kişiler arasında, televizyonla ilgili bir korku mevcuttu. Televizyon özel kanal olan ITV’nin açılmasıyla

program üretme ve seyircinin beğenisini kazanma konusunda büyük yol kat etti. (Hilmes and Jakobs, 2003; 69; <https://teletronic.co.uk/television-history/a-short-history-of-the-television-play?>)

2. Dünya Savaşının ardından İngiltere televizyon yayınlarına yeniden başladı. 1930'ların ilk spikerlerinden Jasmine Bligh, Alexandra Palace'ın merdivenlerinden izleyicileri şu sözlerle karşıladığında televizyon İngiltere ekranlarına geri dönmüştü: “Merhaba millet, beni hatırladınız mı?” O öğleden sonra BBC, yapımcılığını George More O’Ferrall’ın üstlendiği Bernard Shaw’ın bir oyunu olan “The Dark Lady Sonnets” yayınladı. Shakespeare, Oscar Wilde ve Edgar Wallace’ın oyunları hala popülerdi, fakat artık, özellikle televizyon için yazılmış veya düzenlenmiş daha fazla oyun vardı. Televizyon yayınlarının başladığı ilk on yıl sona ererken, BBC izleyicilerini genişletmeye devam etti. 1948’e gelindiğinde televizyon lisanslarının sayısı arttı. 14. Olimpiyatların, Wembley Stadyumu’ndan televizyonda yayınlanması nedeniyle sayı, yaklaşık 66.000’e yükseldi. 1949’da Sutton Coldfield’de ilk il vericisi açıldı ve ilk kez Midlands’a televizyon getirildi. Aynı yıl BBC, Gaumont-British’ten Lime-Grove stüdyolarını satın aldı ve onlara ayrıca White City’de bir televizyon merkezi inşa etmek için planlama izni verildi. Televizyonun yeni ve taze malzemeye her zamankinden daha fazla ihtiyacı vardı. Bu amaçla, aktör Sir John Gielgud’un kardeşi Val Gielgud, bugünkü televizyon Drama Bölümü’nün başına getirildi. Ancak yapılan yayınlar beğenilmedi ve başarısını ancak 1951’de Terence Rattigan, James Birdie ve J. B. Priestley’nin eserlerini ekrana getirdiği zaman yakalayabildi. Bunun öncesinde 1950’lerde gösterilen Alexandra Palace tarafından seçilen oyunların beğenilmemesi konusunda önemli bir izleyici ve basın eleştirisi vardı. “Craven House” ve “The Seagull” gibi dramaların her biri, tek parça halinde gösterilen kasvetli yapımlardı ve izleyiciler ciddi, uzun metrajlı dramaları televizyonda izlemeyi tercih etmiyordu. Bu sorunu çözmek için yayınlanan T. S. Eliot’ın “The Family Reunion”’nın gösterimi de bu sorunu çözmedi. Bu aşamanın eleştirisini takiben Gielgud, aceleyle Gordon Harker’ı “The Poltergeist”’i yazması için görevlendirdi. 1951’de Gielgud, Michael Barry tarafından Drama Başkanı olarak değiştirildi. 1951 yazında, yeni hikâye malzemelerinin yokluğu devam etse de aile hikayesi, gerilim ve komedi oyunlarının oldukça dengeli bir karışımını ortaya koydu. Bu noktada BBC haftada iki oyun üretiyordu, ancak bazı eleştirmenler için bu BBC’nin kaynaklarını zorlayıcı bir noktaya taşıyordu. 1952 tarihli “Television Annual”da yazan Kenneth Baily şu gözlemlerde bulundu: “BBC, televizyona uygun oyunlar bulmak için yeterince zahmete girmiyor. Geleneksel üç perdelik sahne oyunu, evde rahat ve konforlu bir şekilde izlemek için çok uzun. Televizyonun halk arasında yayılması amacıyla yayınlar üzerinde çalışmalar yapılması gerekirdi. Şimdiye kadar BBC’nin küçük ekran için özel olarak yazılmış 60 dakikadan fazla olmayan oyunlara sahip olmak amacıyla çok çaba sarf etmesi gerekirdi. Televizyon drama yapımcıları programlarındaki bitmeyen drama alanlarını doldurmak için çok zorlanıyorlar mutlaka sahne kitaplığından yeni şeylere başvurmaları gerekir.” Baily, BBC’yi “hayal gücü

eksikliği, sıradanlığı ve kalitesiz üretimi” nedeniyle eleştirmeye devam etti. Baily’nin BBC’nin drama çıkışına ilişkin değerlendirmesi tam olarak doğruyu yansıtmamaktadır. Çünkü; BBC, tüm programlarını sağlamak için yetersiz bir bütçeyle mücadele ederken, bunun büyük bir kısmını drama prodüksiyonuna ayırmıştı. (Baily, 1951;7-159; Baily,1952;10-121; <https://teletronic.co.uk/television-history/a-short-history-of-the-television-play?>)

Savaş sonrası televizyonun perdelerinin açıldığı zaman 1947 tarihiydi. BBC’nin izleyicilere ilk kez sunabileceği farklı program türlerini keşfetmeye başladığı yıldır. Bunlar arasında “Trooping of the Colours”, Cenotaph’taki “Remembrance Day” yayın servisi gibi, bir dizi dış yayının yanı sıra Wembley’deki FA Cup Finali ve Üniversite Tekne Yarışı gibi spor etkinlikleri yer aldı. Joan Gilbert tarafından düzenlenen ve tanıtılan “Picture Page”, haftalık kişilik röportajlarına devam etti ve bir magazin programı olan “Kaleidoscope”, izleyiciler tarafından beğenilerek izlendi. Bu tarz programların yapımı devam etti. İngiliz bahçıvan Fred Streeter’in bahçe bakımı hakkında bilgiler verdiği, “Television Garden” programı yine gösterilen programlar arasındaydı. Aşçı Philip Harben ise ilk televizyon yemek pişirme programını gerçekleştirdi. Televizyon aşçısı Harben yakın çekimde aşçılık gösterdiği için televizyon programı kendi başına bir teknik geliştirmeye başladı. Eksik olan tek şey, kadınlar tarafından yapılan bir kadın programıydı. Mary Adams, Jacqueline Kennish ve Jeanne Heal ile birlikte bu türdeki bir program açığı da kapatıldı ve kısa sürede popülerleşerek öğleden sonra yayınının temel unsuru haline geldi. Jeanne Heal, BBC tarafından yayınlanan “Woman’s Hour”da yer alırken, aynı zamanda ulusal bir gazetede kadınların ilgileri ve moda konusunda uzman olarak düzenli bir köşe yazısı yazıyordu. Moda dünyasıyla olan bağlantısı sayesinde BBC televizyonu, Alexandra Palace’taki bir kadın tuhafiyeye şovuna sunuculuk yapması teklif edildi. BBC, yapılan programdan etkilendi. Kısa süre sonra kadın programlarının başkanı Mary Adams, ona düzenli bir program için bir fikir bulmasını söyledi. Ardından “Designed for Women”, Alexandra Palace’ın ilk kadın magazin programı olarak yayınlanmasına karar verildi. İlk programlar 1949’da yayınlandı ve 1948’de yapımcı olarak işe alınan eski gazeteci Jacqueline Kennish ile iş birliği yapıldı. En eski programlardan biri Jeanne’in, Elspeth Huxley ile Doğu Afrika’daki kadınların yaşamı ve eğitimi hakkındaydı. Programda bir çiftçinin hayatı ve küçük çocukların günlük sorunları üzerine kesitler de veriliyordu. Yapımcı Jacqueline Kennish, savaş boyunca Londra’daki “Time” dergisinde muhabirlik yapmıştı ve Amerika’da kimin ve neyin en ilginç olduğu konusunda çoğu kişiden daha fazla ön görüşe sahipti. Bu doğrultuda kadınlar için tasarlanmış programlarından biri olan, Amerikalı karikatürist James Thurber’in dünya savaşından sağ kurtulan bir erkek, kadın ve köpek hakkında hicivli hikayesi, “The Last Flower”ı hayata geçirdi. Bu, özel olarak seçilmiş müzik eşliğinde 60 çizimin tamamını gösteren bir tür animasyon parçası olarak yapılan bir yayındı. “Designed for Women” öğleden sonra yayınlandı ve 1950’de “Woman of Today” adlı yeni bir program yine Jeanne Heal tarafından yönetildi. Fakat “Design for Woman”, 1951’de kadınlara

ekrandan diyet listeleri vermeyi teklif ettikten sonra bazı tartışmalara neden oldu. BBC, İngiliz Tabipler Birliği'nin eleştirileriyle karşı karşıya kaldı ve Lord Horder adında bir kişi, konu hakkında tıbbi bir görüş ortaya koymak için programa çıkmakta ısrar etti. Bu kabul edilmedi ve program yayını devam ettirildi. (<https://teletronic.co.uk/television-history/history-of-the-bbc-part-10>)

4. SONUÇ

Bu çalışma, televizyon yayıncılığının erken dönemine odaklanarak, teknik bir deney olarak başlayan icadın kısa süre içinde kültürel, toplumsal ve ekonomik bir güce dönüşümünü ortaya koymaktadır. 1928 yılında gerçekleştirilen ilk yayınlardan itibaren televizyonun gelişimi, yalnızca teknolojik ilerlemelerle değil, aynı zamanda içerik üretim pratikleri ve izleyici beklentileriyle de şekillenmiştir. İlk dönem yayınlarının sınırlı teknik imkanlar nedeniyle dar kadrolu ve basit anlatılarla ilerlemiştir. Özellikle BBC'nin kurumsal yapısı içerisinde geliştirilen programlar, televizyonun zamanla kendi anlatım dilini oluşturduğunu göstermektedir. Tiyatro, edebiyat ve radyo gibi geleneksel anlatı biçimlerinden beslenen televizyon, bu unsurları doğrudan kopyalamak yerine dönüştürerek kendine özgü bir görsel ve işitsel anlatı geliştirmiştir. Bu dönüşüm sürecinde canlı yayınlar, yakın çekim kullanımı ve gündelik hayata dair içeriklerin artışı, televizyonu diğer medya araçlarından ayıran temel özellikler haline gelmiştir.

İkinci Dünya Savaşı sonrası dönemde yayınların yeniden başlamasıyla birlikte televizyonun işlevi de genişlemiş; yalnızca eğlence sunan bir araç olmaktan çıkarak bilgilendirme, eğitime ve toplumsal konuları tartışma platformuna dönüşmüştür. Yemek programları, kadın programları, spor yayınları ve dış çekimler gibi farklı türlerin ortaya çıkması, televizyonun gündelik hayatla kurduğu ilişkinin güçlendiğini göstermektedir. Bu süreç aynı zamanda televizyonun kitleselleşmesini hızlandırmış ve onu modern toplumun merkezi iletişim araçlarından biri haline getirmiştir.

Sonuç olarak, erken dönem televizyon yayıncılığı yalnızca bir başlangıç evresi değil, günümüz televizyon anlayışının temellerinin atıldığı kritik bir dönemdir. Bu dönemde geliştirilen teknik çözümler, program türleri ve anlatı biçimleri, bugünkü televizyon üretim pratiklerinin altyapısını oluşturmuştur.

KAYNAKÇA

<https://teletronic.co.uk/television-history/a-short-history-of-the-television-play?> (Erişim Tarihi:12.04.2026).

<https://teletronic.co.uk/television-history/history-of-the-bbc-part-10> (Erişim Tarihi: 12.04.2026).

<https://www.goldenglobes.com/articles/queens-messenger-how-tv-shows-were-born> (Erişim Tarihi: 15.04.2016).

Baily, K. (Ed.). (1952). *Television Annual For 1950-1951*. Odhams Press, London.

Baily, K. (Ed.). (1952). *Television Annual For 1952*. Odhams Press, London.

M. M. Eboch. (2015). *History of Television*. Essential Library.

Michele Hilmes, Jason Jacobs. (2003). *The Television History Book*. British Film Institute.

Weinstein, R. M. (2022). *Television invented. Salem Press Encyclopedia*.

GELENEKSEL DEĞERLERDEN EKONOMİK GÜCE: YAPRAK DÖKÜMÜ DİZİSİNDE ORTA SINIF KIRILGANLIĞI

Doktora Öğrencisi, Elif Ayça KARACA,

Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Radyo-Sinema-Televizyon Bölümü, elif.karaca052@hbv.edu.tr,

ORCID: 0000-0003-3072-8986

Özet

2000’li yıllarda Türkiye’de, ekonomik büyüme ivmesiyle paralel olarak kredi ve borçlanma mekanizmalarının gündelik yaşamın ayrılmaz bir parçası haline geldiği görülür. Bu süreçte orta sınıfın görece istikrar algısı, yerini tüketim odaklı yapısal bir kırılğanlığa bırakmıştır. Reşat Nuri Güntekin’in eserinden uyarlanan *Yaprak Dökümü* dizisi, bu noktada geleneksel aile değerleri ile modern şehir hayatı arasındaki çatışmayı; ekonomik kırılğanlık ve statü kaybı deneyimleri üzerinden sorunsallaştırır. Dizide aileyi bir arada tutan ahlaki otorite, fedakârlık ve kuşaklar arası hiyerarşi gibi geleneksel kültürel kodlar; modern kentsel düzende ekonomik karşılık üretmeyen, bozulan sembolik değerler olarak temsil edilir. Kent yaşamı, tüketim kültürü ve modernleşme aracılığıyla bireyler üzerinde yeni özneleşme biçimleri görülür. Bu dönüşümde, orta sınıfın güvenlik algısı; kontrolsüz borçlanma, iş kaybı ve toplumsal saygınlığın kaybedilmesi gibi deneyimlerle sarsılır. Ekonomik gücün aile içi hiyerarşiyi belirleyen temel ölçüt haline gelmesiyle birlikte, geleneksel değerler belirleyici konumunu yitirir. Bu durum aile içi otorite ilişkilerinin zayıflamasına ve kuşaklar arası çatışmanın derinleşmesine yol açar. Dizi, bir aile dramı formu içerisinde orta sınıfın sembolik sermaye kaybını ve modernleşmenin getirdiği gelenekselden kopuşu dramatize eder. Geleneksel değerlerin metalaşmış ilişkiler karşısında işlevsizleşmesi hem aile bütünlüğünün çözülmesine hem de kent yaşamının ahlaki bir tehdit alanı olarak kurgulanmasına zemin hazırlar. Bu bakımdan *Yaprak Dökümü*, 2000’lerde Türkiye’de orta sınıfın ekonomik güvencesizliğini ve kültürel değer kaybını görünür kılan tipik bir sınıf anlatısı olarak değerlendirilebilir. Söz konusu bu anlatı, neoliberal ekonomi ve kent düzeni karşısında orta sınıfın değer yargılarının nasıl aşındığını ve yerini piyasa dinamiklerine bıraktığını çarpıcı bir biçimde ortaya koyan kültürel bir metin sunar. Bu çalışma, *Yaprak Dökümü* dizisini, geleneksel değerler ve modernleşme, şehirleşme ekseninde inceleyerek orta sınıfın çözülüşünü kültürel temsil düzeyinde tartışmayı hedeflemektedir.

Anahtar Kelimeler: Modernleşme, Gelenek, Aile, Tüketim, *Yaprak Dökümü*.

FROM TRADITIONAL VALUES TO ECONOMIC POWER: MIDDLE-CLASS VULNERABILITY IN THE TV SERIES *YAPRAK DÖKÜMÜ*

Abstract

In Türkiye during the 2000s, it became apparent that, in parallel with the momentum of economic growth, credit and borrowing mechanisms had become an integral part of everyday life. During this process, the middle class's sense of relative stability gave way to a consumption-driven structural fragility. The TV series *Yaprak Dökümü*, adapted from the work of Reşat Nuri Güntekin, problematises the conflict between traditional family values and modern urban life through experiences of economic fragility and loss of status. In the series, traditional cultural codes that hold the family together, such as moral authority, self-sacrifice and intergenerational hierarchy are represented as symbolic values that no longer yield economic returns and are in decline within the modern urban order. Urban life, consumer culture and modernisation give rise to new forms of subjectivity among individuals. In this transformation, the middle class's sense of security is shaken by experiences such as uncontrolled debt, job loss and the loss of social standing. As economic power becomes the primary determinant of the family hierarchy, traditional values lose their defining role. This leads to a weakening of authority within the family and an intensification of intergenerational conflict. The Tv series dramatises the middle class's loss of symbolic capital and the break with tradition brought about by modernisation within the framework of a family drama. The erosion of traditional values in the face of commodified relationships paves the way both for the breakdown of family cohesion and for the portrayal of urban life as a moral threat. In this respect, *Yaprak Dökümü* can be regarded as a typical class narrative that brought to light the economic insecurity and loss of cultural values experienced by the middle class in Türkiye during the 2000s. This narrative presents a cultural text that strikingly illustrates how the middle class's value judgements have eroded in the face of the neoliberal economy and urban order, yielding to market dynamics. This study aims to examine the *Yaprak Dökümü* Tv series through the prism of traditional values, modernisation and urbanisation, with a view to discussing the dissolution of the middle class at the level of cultural representation.

Keywords: Modernisation, Tradition, Family, Consumption, *Yaprak Dökümü*.

1. GİRİŞ

Sanayi devriminden sonra modernleşmeye başlayan dünyada insanlar tüketim üzerine bir hayata yönelmeye başladı ve bu durum insan hayatının önemli bir merkezi haline geldi. Ekonomik güç ve tüketim ile sosyal statü belirlemesi yapılmaya başlandı. Tüketim toplumda ayırt edici bir unsur olarak kullanılıyordu. Kişilere toplumsal bir kimlik sunuluyordu. Özellikle ABD ve Batı Avrupa kapitalizminin gelişmesinin yanında tüketim toplulukları oluşmaya başladı. Bunlar aynı zamanda üretim ve ticaret de yaparak Kuzey Amerika’da büyük bir zengin sınıf oluşturma yolunda ilerliyorlardı. Bu sınıf hakkında Amerikalı bir sosyolog olan Thorstein Veblen bir araştırma gerçekleştirdi. Araştırmada bu zengin sınıfı inceleyerek bunların Avrupa’da ki üst kalite yaşam tarzlarını taklit ettiğini belirtti. Bu grubun gösterişli bir yaşam tarzına sahip olamaya çalıştıklarını gösteriyordu. Bu sınıfın dışında Almanya’nın Berlin şehrinde de gösterişli yaşam tarzına sahip sınıflar oluşmaya başladı. Bu sınıfın hayat merkezi de tüketim üzerine kurulu idi. Şehir artık insanların gezebileceği, mağaza vitrinlerini dolaşıp seyredebileceği, kendi görünüşlerini sergiledikleri bir hal aldı. Şehirlerde tiyatrolar, sinemalar, spor ve müzik gibi çok çeşitli sosyal alanlar bulunuyordu. Bunun yanında araştırmalarında büyük şehirlerde yaşayan insanların diğerlerine nazaran görmüş geçirmiş bir tavır içerine girmeye meyilli olduklarını ileri sürüyordu. Bu şekilde modern tüketim olgusu da bu büyük şehirlerin bir sonucu olarak ortaya çıkmaktaydı. Kişiler sıradanlaşmaktan kaçarak, kendi varlığını gösterme gereksinimi ile yeni birey çeşitlerinin ortaya çıkmasına neden oldu. Bu da bireysel seçimlerle tüketimin artışına sebebiyet verdi. Bu yeni şehirlerde yaşayanlar belirli gruplarındaki gibi tek bir giyecek ile yetinebilen tipler değildi. Aksine benliğini ve kimliğini yansıtabilme amacıyla, kendini görülmeyi istendiği şekle getirebilmek adına tüketim gerçekleştirmeliydi. Bu da sonu gelmez bir çaba ve savaş manasına geliyordu. Alt tabaka, ya da orta kesimi oluşturan sınıf da üst kesime yakınlaşabilmek adına onları taklit etmekteydi. Yüksek sınıf ise bu durum karşısında sürekli kendini yenileme ihtiyacı hissediyordu. Sanayi devrimi sonrası modernleşen dünyada tüketim, bireyin hayatının merkezine yerleşerek sosyal statünün ve toplumsal kimliğin temel belirleyicisi haline geldi. Thorstein Veblen, bu süreci gösterişçi tüketim kavramıyla açıklayarak, zengin sınıfların yaşam tarzlarının diğer sınıflar tarafından taklit edildiğini ve tüketimin bir ayrışma aracı olarak kullanıldığını belirtti. Benzer şekilde Georg Simmel, büyük şehirlerdeki sosyal etkileşimleri inceleyerek, metropol insanının sıradanlaşmaktan kaçınmak ve kendi varlığını sergilemek adına sürekli bir yenilenme ve tüketim ihtiyacı içinde olduğunu ileri sürmüştür (Bocock, 1997;20-29). Ancak günümüzde bu tüketim olgusu, sadece bir statü aracı olmaktan çıkıp neoliberal sistemin bireyi kontrol etme mekanizmasına dönüştü. Neoliberalizm, bireysel özgürlüğü baskılamak yerine bizzat bu özgürlüğü sömürerek maksimum kazanca ulaşmayı hedefleyen "zekice bir sistem" olarak karşımıza çıkar. Karl Marx’ın da belirttiği üzere, bu düzende “bireysel özgürlük aslında sermayenin bir hilesidir”. (Han, 2020;13) Birey, özgürce seçim yaptığını ve tükettiğini varsayarken, aslında sermayenin kendi kendini çoğaltma sürecinin (reel

davranışının) bir parçası haline gelir. Bu aşamada bireysel özgürlük, sermayenin aktif bir üreme organı işlevi görerek özneyi “otomatik bir nesneye” indirger. Kapitalizmin bu mutasyona uğramış biçimi olan neoliberalizm, geleneksel “proletarya” ve “burjuvazi” arasındaki çatışma dinamiklerini de kökten değiştirdi. Artık birey, başkası tarafından sömürülen bir işçi değil, “kendi şirketinin kendi kendini sömüren işçisidir”. (Han, 2020;15) Sınıf mücadelesi, yerini bireyin kendi içindeki savaşına bırakmıştır. Antonio Negri’nin toplumsal dönüşüm için umut beslediği “çokluk” (multitude) kavramının aksine, günümüzün üretim tarzı bireyi “yalnızlığa” (solitude) ve kendiyi kavgaya mahkûm etmiştir. Bu performans toplumunda, sistemin başarısızlıklarının faturası artık topluma değil, bireyin bizzat kendisine kesilir. Birey, sistemi sorgulamak yerine kendi yetersizliğinden dolayı utanç duyar; bu da toplumsal bir direnişin önünü keserek saldırganlığın içe yönelmesine ve depresif öznelerin oluşmasına neden olur. Sonuç olarak, modern şehirlerde vitrinleri seyrederek başlayan kimlik arayışı, yerini sermayenin ihtiyaçlarına hizmet eden, sürekli borçlu ve suçlu hissettirilen, kendi özgürlüğü içinde hapsolmuş yeni bir kölelik biçimine bırakır. (Han, 2020; 15-17)

1. Türkiye’de Orta Sınıfın 2000’lerdeki Dönüşümü

2000’li yıllarda Türkiye’nin geçirdiği makro-ekonomik dönüşüm, hanehalkının en mahrem birimi olan aile yapısını hem ekonomik hem de kültürel olarak yeniden inşa etmiştir. 2001 krizi sonrası uygulanan neoliberal politikalar, geleneksel kanaatkâr memur ailesi profilini, borçlanmaya dayalı bir performans birimine dönüştürmüştür. Dünyada gözlemlenen hane halkı borçlanmasındaki artış eğilimi, Türkiye özelinde neoliberal politikalar, küresel entegrasyon ve finansallaşma dinamikleriyle eklenilerek özellikle 2000’li yılların başından itibaren ivme kazanan bir yapı sergiler. Orta sınıf ailelerin refah düzeyindeki artış, reel ücretlerdeki iyileşmeden ziyade, finans piyasalarına erişim ve kredi mekanizmalarıyla sağlanmıştır. Bu durum, ailenin ekonomik kimliğini kökten değiştirmiş; statü koruma kaygısı, aileyi gelecekteki emeğini bugünden tüketen bir finansal özne haline getirmiştir. Hane halkı borçluluğunun kapsayıcı bir perspektifle analiz edilmesi, kapitalist birikim rejimlerinin işleyiş mekanizmalarını dikkate almayı zorunlu kılar. Marksist kuramsal çerçeveden bakıldığında kredi, paranın özel bir tezahürü olarak değerlendirilmekte; tıpkı para gibi çeşitli illüzyonlar yaratarak iktidar ilişkileri bağlamında stratejik toplumsal roller üstlenir. Ancak kredi, doğrudan sermaye sahipleri tarafından kurgulanan bir finansal araç olması yönüyle paradan ayrırmakta ve birikim süreçlerindeki yapısal uyumsuzlukları bünyesinde barındırmaktadır. Bu bağlamda, 1990’lı yıllardan itibaren dar gelirli kesimlerin yüksek maliyetli borçlanma kanallarına erişiminin kolaylaştırılması, sermayenin aşırı birikim krizinden kaynaklanan tıkanıklıkları aşmak ve sistemi stabilize etmek amacıyla devreye soktuğu temel bir yönetim taktiği olarak öne çıkmaktadır. Özellikle *Yaprak Dökümü* gibi kültürel temsillerde gözlenen eski orta sınıfın ahlaki ve ekonomik direnci, yeni dönemde yerini modernleşmenin sunduğu sınırsız tüketim vaadine ve bu vaadin yarattığı borçluluk kısıncasına bırakmıştır. Bu dönüşüm, aile içindeki toplumsal cinsiyet rollerini ve kadın

emeğinin kullanım biçimlerini de doğrudan etkilemektedir. Neoliberal dönemde kapitalist sistemle, sosyal yardım ve refah rejiminin aileyi merkeze aldığını, bu durumun kadının ev içi yükünü artırırken aynı zamanda onu piyasa risklerine karşı hanenin en önemli savunma hattı haline getirdiğini belirtir. Kadın emeği, modern orta sınıf ailesinin yüksek tüketim standartlarını finanse eden ve sınıfsal düşüşü engelleyen temel bir unsur olarak işlev görmektedir. (Alpar, 2022;1314-1335) Sonuç olarak, modern orta sınıf ailesi, sunduğu konforlu yaşamın gerisinde, sürekli bir borçluluk ve statü kaybetme kaygısıyla hareket eden kırılğan bir tablo sergiler.

2. Yaprak Dökümü Dizisinde Orta Sınıf Kırılğanlığı

Dizi Adı	Yayın Tarihi	Kanal	Bölüm Sayısı	Yönetmen	Oyuncu
Yaprak Dökümü	2006-2010	Kanal D	174	Mesude Eraslan	Halil Ergün, Güven Hokna, Bennu Yıldırımlar, Deniz Çakır, Tolga Karel, Caner Kurtaran, Gökçe Bahadır, Fahriye Evcen

Yaprak Dökümü 2006-2010 yılları arasında, Reşat Nuri Gültekin'in aynı isimli romanından günümüze uyarlanan Kanal D'de yayınlanan televizyon dizisidir. Dizi, klasik bir Türk romanından uyarlanmış olmasına rağmen, 2000'li yılların sosyo-kültürel atmosferine uygun biçimde yeniden yapılandırılmıştır. Dizide, geleneksel bir ailenin modernleşme süreciyle yaşadığı dönüşüm ve çatışmalar ele alınır (<https://www.ayyapim.com/yaprak-dokumu>). Olaylar aile bireyleri arasındaki kuşak farkı, değer çatışmaları ve bireysel tercihler üzerinden dramatize edilir. Dizideki genel karakter temsilleri incelendiğinde:

-Ali Rıza Bey: Ailenin babasıdır. Dürüstlük, namus, ahlak gibi geleneksel değerlere sıkı sıkıya bağlı bir karakterdir. Sabit olan ahlaki ilkelerini korumaya çalıştıkça ailesi ondan uzaklaşır. Bu durum, dizide değerleri koruyan ama ailesini kaybeden adam trajedisine sunulur. Modern dünyanın değişen beklentilerine uyum sağlayamayan Ali Rıza Bey, toplumsal dönüşüm karşısında pasif kalır. Karakteri, geleneksel babalık modelinin çöküşünü temsil eder.

-Hayriye Hanım: Ailenin annesidir. Geleneksel annelik rolünü sürdürür, ancak çocuklarıyla ve eşiyle yaşadığı gelgitler içinde ara bir figüre dönüşür. Otoriteyle empati, sadakatle sorgulama arasında gidip gelir. Hayriye Hanım, ailenin duygusal yapıştırıcısı gibi görünse de zamanla o da kontrolü kaybeder. Modernleşme karşısında ağzımızın tadı kaçmasın düşüncesiyle duygusal bir denge unsuru olmasına rağmen, bu denge uzun süre korunamaz.

-Fikret: Ailenin en büyük çocuğudur. Sorumluluk sahibi, fedakâr ve sessizdir. Geleneksel kadın rolünü en çok benimseyen ve sürdüren karakterdir. Ancak onun bu özverisi çoğu zaman görmezden gelinir ve dışlanır. Çocuk yaştan itibaren kardeşlerine annelik yapmıştır. Fikret, dizide görünmeyen iyi çocuk, yani aileyi ayakta tutmaya

çalışan ama modern dünyada değersizleşen sadakat sembolüdür. Geleneksel değerlere en çok sahip çıkan bireylerden biri olsa da duygusal tatmin ve mutluluk bulmakta zorlanır.

-Leyla: İkinci kız kardeşidir. Güzelliği, hırsı ve tüketim arzusu ile ön plandadır. Modern yaşam tarzına özenir ve bireysel arzularını ailenin önünde tutar. Lüks yaşama olan tutkusu onu yozlaşmaya ve yıkıma götürür. Leyla, dizide bireysel özgürlüğü uğruna ailesini yıkan modern kadın figürüdür. Bireyselleşmenin sonucu olarak, özgürlük kazanmak isterken bağımlılık ilişkilerine ve mutsuz evliliğe mahkûm olur.

-Necla: Leyla'dan küçük olan bir diğer kardeşidir. Edilgen, sessiz bir yapısı olan üniversite öğrencisidir. Görünüşte daha sakın ve akıllı gibi dursa da ailesinden habersiz evlenerek gizli bir bireyselleşme örneği sergiler. Kendince özgürleşse de yaptığı evlilikle değerler sistemini aşındıran bir kırılmaya neden olur. Necla, dizide sessiz ama etkili çatlağın temsilidir. Geleneksel görünse de modern bireysellik ihtiyacının bir başka biçimini taşır. O da Leyla gibi lüks yaşama ilgi duyar ve yozlaşmaya uğrayacağı hareketlerde bulunur.

-Şevket: Ailenin tek erkek çocuğudur. Erkeklik rolüyle, toplumsal beklentiler arasında sıkışır. Aileyi kurtarma ve sorumluluk alma baskısı altında hatalar yapar. Evliliği, borçları ve iş dünyasındaki başarısızlıkları, erkeklik krizinin tipik bir göstergesidir. Şevket, dizide toplumsal erkeklik normlarına yenilen bir figürdür. Modern hayatın ekonomik baskısı altında değerlerden sapmak zorunda kalan bir erkek temsilidir.

-Ayşe: Ailenin en küçük çocuğudur. Masumiyetin ve bozulmamışlığın sembolüdür. Henüz modernleşmenin ve değer krizinin içine tam olarak girmemiştir. O, ailenin kayıp olmayan son umudu gibi sunulur. Ayşe, dizide geleceğin belirsizliğini ve potansiyel kurtuluşu temsil eder.

-Ferhunde karakteri: Şevket'in eşidir. Dizide modern bireycilik, fırsatçılık ve değer çözülmesinin temsilidir. Aileye sonradan katılır ama çok kısa sürede tüm dengeleri bozar. O, aile kurumunun içten çürümesini hızlandıran bir etken olmuştur.

Yaprak Dökümü'nün en belirgin teması, aile yapısının çözülüşü üzerinden Türk toplumunun sosyo kültürel dönüşümünün yansımasıdır. Bu dönüşüm, karakterler ve olay örgüsü aracılığıyla İstanbul gibi büyük bir şehre taşınmaları sonrasını dramatik biçimde işler. Bu tema genel biçimde şu alt başlıklarla işlenir:

1. Baba Otoritesi ve Kuşak Çatışması:

- Ali Rıza Bey, dizideki baba figürü olarak sadece bir aile reisi değil, aynı zamanda değerlerin, ahlakın ve düzenin taşıyıcısıdır. Otoritesi temsil ettiği ahlaki normlardan ve doğru bildiği ilkelerden beslenir. Baba olarak görevi sadece korumak değil; doğruyu dikte etmek, çocukları yönlendirmek ve aileyi ahlaken ayakta tutmaktır. Çocuklarının kariyer seçimlerine, arkadaş çevresine, hatta kıyafet tercihlerine kadar müdahale eder. Bu, onun benim ailemde yanlış yapılamaz tutumunun yansımasıdır. Bu durum dizinin her bölümünde gözler önüne serilir. Zaten dizinin ilk açılış sahnesi de Fikret'in babasını tanımlamasıyla başlar. “Bir babanın çocuklarına bırakacağı en değerli miras temiz bir isimdir. Şartlar ne olursa

olsun...Çok dürüst bir insandır. Uzun memuriyet hayatında devlet hazinesinden çaldığı tek şey kitap okumak için ayırdığı zamanlardır herhalde...Onun için aile kurmak yeni bir devlet kurmak kadar mühim bir iş...’’ betimlemeleri ve Fikret’in nişanlısının yolsuzluğa bulaşması sonucu, Fikret’in nişanlısından ayrılması, babası Ali Rıza’nın emekli olması ve İstanbul’a taşınmaları bunun göstergesidir. (<https://www.youtube.com/watch?v=IB7OroiVwPA>)

- Bu durum küçük bir kasabada devam ederken, büyük bir kent yaşamına adapte olurken çocuklarının bireyselleşme arayışı, onun otoritesini giderek kırılgan hale getirir. Ali Rıza Bey’in kararlılığı, çocuklarının gözünde zamanla katılığa ve anlayışsızlığa dönüşür. Çocuklarını sevse de onların yaşam gerçekliklerini anlamakta zorlanır. Bu da duygusal kopuşu hızlandırır. Ben sizi korumak istiyorum der, ama çocukları bunu baskı olarak algılar. Otorite, sevgiyle değil, kontrolle özdeşleşmeye başlar. Ebeveynler ile çocuklar arasında derin bir iletişim ve anlayış kopukluğu başlar. Ali Rıza Bey’in çocuklarını anlamakta zorlanması, onların da babayı anlamak istememesiyle çatışma büyür. Necla’nın ilk okul günü okula babasıyla gitmek istememesi, Leyla ve Necla’nın yeni edindiği arkadaşları ile ortama uyum sağlamak isterken babası ve annesiyle karşı karşıya gelmesi. Yine Leyla’nın, Şevket’in Ferhunde ile olan ilişkisi öğrenildiğinde, babasının tepkisine karşı “babam doğruluk takıntısı yüzünden abimi feda ediyor...Prensipleri var ya...”sözleri bunlara örnek olarak karşımıza çıkar. (<https://www.youtube.com/watch?v=xGe1vO40XM0>,<https://www.youtube.com/watch?v=P1eTYrej4I>)
- Dizide Ali Rıza Bey’in otoritesi, zamanla sembolik bir pozisyona dönüşür. İlk başta güçlü görünen bu figür, modern yaşamın karmaşası karşısında pasifleşir, etkisizleşir ve yalnızlaşır. En sonunda ailesini bir arada tutmayı başaramayan ama değerlerinden de ödün vermeyen bir figür olarak yalnız kalır. Özellikle Ferhunde’nin ailede nüfuz kazanması ve Şevket’in hataları karşısında çaresizleşmesi, baba otoritesinin düşüşünü somutlaştırır. (<https://www.youtube.com/watch?v=PN6eJP6HqAE>)

2. Geleneksel ve Modernleşme Arsındaki Çatışma:

- Ailenin üyeleri, etik ve ahlaki değerler ile çağın gerçekleri ve kent yaşamı arasında bir kimlik krizi yaşar. Toplumun maddi başarıya, statüye ve dış görünüme verdiği önem, geleneksel değerleri değersizleştirir. Bu durum hem bireysel hem kolektif çöküşle sonuçlanır. Dizi boyunca değer krizinin en sembolik sonucu, ailenin fiziksel olarak aynı evde yaşamasına rağmen duygusal olarak tamamen dağılmış olmasıdır. Necla ve Leyla’nın birbirini kıskanması ve entrikaları, sadece kişisel rekabet değil, aynı zamanda ortak aile değerlerinin yitiminin de sonucudur. Yine Necla’nın 37. Bölümde evi terk ederken yaşadıkları, kıskançlık ve rekabet üzerine yüzleşmeleri ve bütün ailenin dağılıp-çökmesi, en sembolik sahnelerden bir tanesi olmaktadır. Yine ilerleyen bölümlerde de söz konusu bu rekabet ve kent yaşamındaki kimlik krizi devam eder. (https://www.youtube.com/watch?v=CSVxKsqAx_0)

- Özellikle kadın karakterlerin özgürleşme çabaları ile baba figürünün otoriter yapısı arasındaki çatışmalar, ataerkil yapının medya metinlerinde nasıl sorgulanabileceğini gösterir. Bu yönüyle dizi hem geleneksel normları temsil eder hem de bu normların çözülmesini izleyiciye gösterir. Burada toplumsal cinsiyet rolleri dönüşürken, ekonomik bağımsızlık arayışı aile içi dengeleri sarsar. Kadınların daha bağımsız ve kariyer odaklı olması, geleneksel anne-eş rolüne meydan okur. *Yaprak Dökümü* dizisinde kadın karakterler, kariyer sahibi olmayı, ekonomik bağımsızlık kazanmayı hedefleyen bireyler olarak resmedilir. Bu durum, aile içi otorite yapısını sarsmakta ve eşler arası rollerin eşitlenmesini gündeme getirmektedir. Dizide kadın karakterler, toplumsal cinsiyet rollerine meydan okur. Ekonomik özgürlük kazanmak isteyen kadınlar, aile içindeki yerlerini yeniden tanımlar. Dizide farklı kadın temsilleri vardır. Fikret, geleneksel ve fedakâr hareket ederken, Leyla bireyci ve hırslı bir karakterdir, Ferhunde manipülatif ve hesapçı, Necla ise daha kopuk ve çelişkili durumlar içinde kalan biridir. Bu farklı kadın kimlikleri üzerinden kadınların kentleşme ve modernleşmeyle nasıl değiştiği ve çatıştığı anlatılır.
- Örneğin; Ferhunde, kentli, özgüvenli, pratik ve çıkar odaklı bir kadındır. Modern yaşamın sunduğu statü, maddiyat ve bireysel kazançlara öncelik verir. Aileyi bir değerler bütünlüğü olarak değil, kişisel kazanç alanı olarak görür. Ferhunde, dizide ahlaki çözülmenin somut temsilidir. Dürüstlük, sadakat, aileye bağlılık gibi değerleri kendi çıkarı için çiğneyen, dönüştüren, araçsallaştıran bir karakterdir. Onun varlığı, diğer karakterlerin inandığı değerleri de sarsar. Ferhunde ilk önce kocasını kaymakam oğlu olarak tanımladığı Şevket ile aldatması daha sonra da Şevket'i “kurtulacağım bu cehennemden ben de hayata karışacağım” diyerek, holding patronu Levent ile aldatması ve Necla'nın Levent ile hastane parasını geri verirken yaptığı konuşma bu durumu örnekler niteliktedir. (<https://www.youtube.com/watch?v=FQRtB5ky3Bk>, <https://www.youtube.com/watch?v=rXtQELdfNto>)
- Fikret, dizide geleneksel kadın rolünü en istikrarlı şekilde sürdüren karakterdir; fedakâr, sessiz ve sorumluluk sahibidir. Ancak bu özverili duruş, çoğu zaman görünmez hâle gelir; duygusal tatmin ve bireysel mutluluk Fikret için hep ötelenmiştir. Fikret'in dönüşümü, dizinin ilerleyen bölümlerinde kendi hayatına dair bir adım atmasıyla başlar. İkinci evliliği, onun pasif geleneksel kadın rolünden sıyrılma çabasının bir işareti olur, fakat bu çaba bile ölçülü ve sorumluluk merkezlidir. Böylece Fikret, modernleşme sürecine tam anlamıyla dâhil olmadan, geleneksel kadın kimliği içinde sınırlı bir bireyselleşme yaşamış olur. (<https://www.youtube.com/watch?v=DAR4O5P2C5Y>)
- Leyla ise, dizideki en radikal kadın dönüşümünü temsil eden karakterdir; hırslı, özgürlük arayışında ve dış görünüşe odaklı bir figür olarak geleneksel değerlerle en açık çatışmayı yaşar. Moda tutkusu, lüks yaşam arzusu ve bağımsızlık isteği, onu ailenin değer sisteminden hızla uzaklaştırır. Leyla, özgürlüğü kişisel kazançla özdeşleştirir, bu nedenle yaptığı tercihler, çoğu zaman bencillik ve ahlaki sapma olarak

sunulur. Ancak dizi, Leyla'nın bu bireyselleşme sürecini olumlayan bir yerden değil, sonuçları bakımından dramatize ederek aktarır. Bu da Leyla'nın, bireysel özgürlüğün sınırlarını ve bedellerini temsil eden bir karakter olarak işlenmesine neden olur. Necla'nın Oğuz ile kaçması ve bunun sonucunda akıl sağlığının bozulması bu durumu örnekler niteliktedir.

(https://www.youtube.com/watch?v=CSVxKsqAx_0)

- Necla, geleneksel aileye bağlı görünse de modern dünyaya karşı içten bir yönelimi olan, ama bu yönelimi tam anlamıyla hayata geçiremeyen bir kadın temsilidir. Bu yönüyle ne Leyla kadar radikal ne de Fikret kadar geleneksel kalır; arada kalan kadın kimliğinin dramatik temsilidir.

3. SONUÇ

Bu çalışma, 2000'li yıllar Türkiye'sinde orta sınıfın geçirdiği dönüşümü, kültürel temsil düzeyinde *Yaprak Dökümü* dizisi üzerinden analiz ederek, geleneksel değerler ile neoliberal modernleşme arasındaki gerilimi görünür kılmayı amaçlamıştır. Elde edilen bulgular, söz konusu dönüşümün yalnızca ekonomik bir yeniden yapılanma süreci olmadığını; aynı zamanda aile, otorite, toplumsal cinsiyet ve bireysellik gibi temel toplumsal kategorilerin yeniden tanımlandığı çok katmanlı bir kırılmaya işaret ettiğini göstermektedir. Çalışma kapsamında ortaya konulduğu üzere, neoliberal ekonomi politikalarıyla birlikte orta sınıfın görece istikrarı, yerini borçlanmaya dayalı kırılgan bir yaşam biçimine bırakmıştır. Bu yeni ekonomik yapı, aileyi bir dayanışma birimi olmaktan çıkararak performans, rekabet ve statü üretimi üzerinden işleyen bir “ekonomik özne”ye dönüştürmüştür. Bu dönüşüm, dizide özellikle Şevket karakteri üzerinden ekonomik baskı ve erkeklik kriziyle; kadın karakterler üzerinden ise çifte yük, bireyselleşme ve statü arayışı bağlamında somutlaşmaktadır. Şevket, orta sınıf erkeğin ikdisadi dönüşüm karşısında yaşadığı ekonomik ve kimliksel krizi somutlaştıran en belirgin figürlerden biri olarak öne çıkarken, ailenin tek erkek çocuğu olarak üzerine yüklenen “ailenin geçimini sağlama” ve “otoriteyi sürdürme” sorumluluğu, modern ekonomik koşullar içerisinde karşılık bulamamaktadır. Bu durum Şevket'i hem ekonomik hem de psikolojik olarak kırılgan bir konuma sürüklemektedir. Geleneksel erkeklik rolünün gerektirdiği güçlü, koruyucu ve sağlayıcı figür olma beklentisi ile modern yaşamın güvencesiz iş koşulları ve borçlanma mekanizmaları arasında sıkışan Şevket, bu gerilimi yönetemediği noktada hatalı kararlar almaya yönelir. Özellikle yaptığı evlilik, iş hayatındaki başarısızlıkları ve borçlanma süreçleri, onun bu baskı altında nasıl çözülmeye başladığını açıkça göstermektedir. Ali Rıza Bey karakteri ise, değerlerini koruyan ancak bu değerleri yeni toplumsal düzende sürdüremeyen bir figür olarak, geleneksel otoritenin tarihsel olarak aşınmasını temsil etmektedir. Dizideki kadın temsilleri ise bu dönüşümün en çarpıcı boyutlarından birini oluşturur. Fikret, Leyla, Necla ve Ferhunde karakterleri aracılığıyla gelenekselden moderne uzanan farklı kadınlık halleri sunulmakta; bu çeşitlilik, neoliberal dönemde kadınların hem özgürleşme hem de yeni türden bağımlılıklar üretme süreçlerine işaret etmektedir. Bu durum, toplumsal cinsiyet rollerinin sabit değil, aksine

ekonomik ve kültürel bağlama bağlı olarak yeniden kurulan yapılar olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak *Yaprak Dökümü*, yalnızca bir aile dramı değil; aynı zamanda 2000'ler Türkiye'sinde orta sınıfın ekonomik güvencesizlik, statü kaybı ve değer aşınması deneyimlerini temsil eden güçlü bir kültürel metin olarak değerlendirilebilir. Dizi, neoliberal düzenin bireyi özgürleştirmek yerine kendi kendini sömüren bir özneye dönüştürdüğünü ve bu sürecin ise en görünür biçimde aile kurumu içinde kırılmalar yarattığını dramatik bir anlatı aracılığıyla ortaya koymaktadır.

KAYNAKÇA

Bocock, R. (1997). *Tüketim* (İ. Kutluk, Çev.). Dost Kitabevi.

Han, B.-C. (2020). *Psikopolitika: Neoliberalizm ve Yeni İktidar Teknikleri* (H. Akcan, Çev.). Metis Yayınları.

Alpar, B. I. (2022). Türkiye'de Hanehalkı Borçluluğuna İlişkin Güncel Bir Değerlendirme Ve Hanehalkı Borçluluğunun Muhtemel Sonuçları. *Erciyes Akademi*, 36(3), 1314-1346.

<https://www.ayyapim.com/yaprak-dokumu> (Erişim Tarihi: 02.04.2026).

<https://www.youtube.com/watch?v=IB7OroiVwPA> (Erişim Tarihi:03.04.2026).

<https://www.youtube.com/watch?v=DAR4O5P2C5Y> (Erişim Tarihi:03.04.2026).

<https://www.youtube.com/watch?v=xGelvO40XM0> (Erişim Tarihi:03.04.2026).

https://www.youtube.com/watch?v=CSVxKsqAx_0 (Erişim Tarihi:05.04.2026).

<https://www.youtube.com/watch?v=P1eTYrej4I> (Erişim Tarihi:05.04.2026).

<https://www.youtube.com/watch?v=PN6eJP6HqAE> (Erişim Tarihi:05.04.2026).

<https://www.youtube.com/watch?v=FQRtB5ky3Bk> (Erişim Tarihi:07.04.2026).

<https://www.youtube.com/watch?v=rXtQELdfNto> (Erişim Tarihi:07.04.2026).

ANALYSIS OF SOCIAL BEHAVIORS USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Asst. Prof. Dr. Ercüment ÖZTÜRK¹

¹Karadeniz Technical University, Artificial Intelligence and Data Engineering

ercumentozturk@ktu.edu.tr, 0000-0001-9623-6955

Abstract

This study examines the use of artificial intelligence techniques in the analysis of social behavior from a big data and machine learning perspective. With the acceleration of digitalization, the use of social media platforms, online interactions, and sensor-based systems has become widespread. The amount of data generated through these tools has also increased significantly. This data provides a good resource for understanding the behavioral patterns of individuals and societies. However, analyzing this high-volume and heterogeneous data structure requires advanced computational techniques beyond classical statistical methods. In this context, the study proposes an analytical framework based on the integration of big data analytics and machine learning algorithms. In the proposed approach, data preprocessing, feature extraction, and modeling stages are systematically addressed. Social trends, behavioral clusters, and anomalies are identified using supervised and unsupervised learning methods. Furthermore, sentiment analysis is performed on text-based data using natural language processing techniques to quantitatively evaluate social perceptions and trends. Performance evaluation is conducted using metrics such as accuracy, precision, and generalization ability, and the findings demonstrate that artificial intelligence-based approaches achieve high success in social data analysis. Machine learning methods have been shown to offer significant advantages, particularly in uncovering complex and nonlinear relationships. Furthermore, the potential of artificial intelligence and big data technologies to transform analytical processes in the social sciences has been demonstrated. The proposed approach provides a powerful tool that can be used in numerous application areas, such as public policy development, social media analysis, crisis management, and predicting societal trends.

Keywords: Artificial intelligence, big data, machine learning, social behavior analysis

1. INTRODUCTION

Today, artificial intelligence (AI) technology has become a rapidly growing field of study. It is not only discussed in technical matters but also frequently used as a solution tool in sociological issues. Furthermore, data, the fundamental raw material of AI, is increasing very rapidly, and access to this data has become extremely easy. Therefore, the analysis of social behaviors using AI, especially swarm intelligence or heuristic behavior modeling, requires the use of AI technology and serves as both an inspiration and a fundamental source for AI. In this respect, it has become a critical requirement from both a scientific and practical perspective.

Recent social media interactions, online platforms, mobile devices, and sensor-based systems are generating large datasets. These datasets offer a rich resource for understanding and analyzing collective behavioral patterns and social behaviors. However, the high volume, heterogeneity, and often nonlinear characteristics of this data structure render classical statistical methods insufficient. At this point, approaches such as machine learning and deep learning can be used to explore, analyze, and predict complex data. These processes require a systematic and multi-stage approach. First, data collection and preprocessing are necessary. This stage involves data cleaning, removing missing data, and normalization. Then, feature extraction is performed to obtain meaningful results from the raw data. Next, problem-specific operations such as classification, clustering, and anomaly detection are performed using supervised and unsupervised machine learning algorithms. In the final stage, an evaluation is carried out by examining criteria such as model performance, accuracy, sensitivity, and generalization ability.

The use of machine learning approaches such as swarm intelligence and heuristic algorithms in the analysis of social behaviors is both effective and operationally similar, leading to convergent solutions/answers. Indeed, the inspiration for these algorithms comes from life in nature, and sociological behaviors are not unrelated topics. In this context, it is a fact that using them, especially for solving or analyzing complex sociological problems, would be a correct step.

With the acceleration of digital transformation, it is an undeniable fact that the forms of interaction shaping the behavior of individuals and societies have undergone a radical transformation. In particular, the proliferation of social media platforms, the increase in mobile device usage, and the development of sensor-based systems have significantly increased the traceability and measurability of human behavior. The amount of data generated in this process has reached a level that exceeds the capacity of traditional data analysis methods (Borgatti et al., 2009). Large datasets also bring significant opportunities for understanding social behaviors (Chen et al., 2014). Machine learning (ML) algorithms provide significant advantages in the analysis of large datasets. These algorithms facilitate the discovery of nonlinear relationships in data and the making of predictions by

identifying patterns (Jordan & Mitchell, 2015). In addition, natural language processing (NLP) methods make it possible to make meaningful inferences, especially from text-based data (Manning, 2008).

Big data is defined in terms of three fundamental structures: volume, velocity, and variety (Birke et al., 2014). The use of big data in the social sciences has become widespread, particularly through social media analytics (Boyd & Crawford, 2012). Indeed, data obtained from platforms such as Twitter (*New X*), Facebook, and Instagram provide significant information about individuals' emotional states, political leanings, and social relationships (Golder & Macy, 2011; Kosinski et al., 2013; Lazer et al. (2009) stated that big data has the potential to revolutionize the social sciences and defined this field as "computational social science." This definition perfectly represents the combination of data science, artificial intelligence, and social sciences. In the context of social behavior analysis, machine learning algorithms are used to classify and predict individuals' behavioral patterns (Barnes & Wilson, 2014). Machine learning algorithms have the ability to automatically learn patterns within data. While supervised learning predicts a specific target variable, unsupervised learning reveals hidden structures within the data (Bishop and Nasrabadi, 2006).

It is also used for analyzing textual data. In particular, it enables the identification of feelings and emotions expressed by individuals in texts through sentiment analysis (Pang & Lee, 2008). It is a fact that sentiment analysis studies conducted on social media data make significant contributions to understanding social trends and public opinion (Liu, 2012). For example, voter behavior can be predicted by analyzing social media posts during election periods, and the accuracy of the results is extremely high (Tumasjan et al., 2010). In addition to these processes, the anomaly detection aspect cannot be ignored. Indeed, identifying unusual behaviors in the data is essential both for data analysis/processing and for the accuracy of the results (Chandola et al., 2009). This is critically important in terms of crisis management, security analysis, and early detection of social events when using artificial intelligence technology. For example, a sudden increase in activity on social media platforms indicates a social event or crisis situation (Sakaki et al., 2010).

In our study, we propose a new approach to the analysis of social behavior (a systematic structure including data preprocessing, feature extraction, modeling, and evaluation stages) by presenting a framework based on the integration of big data and machine learning techniques.

2. MATERIAL AND METHOD

The proposed method consists of four main stages: data preparation, feature extraction, model training, and evaluation. The data preparation stage involves data collection and preprocessing. The data collection process consists of extracting data from social media APIs, sensor systems, and online platforms. The obtained data is often incomplete, noisy, and disorganized. Therefore, preprocessing includes data cleaning, normalization, and missing data completion (Kotsiantis et al., 2006). Subsequently, feature extraction is performed to make the raw

data meaningful. Term Frequency – Inverse Document Frequency (TF-IDF) is used for text data (Mikolov et al., 2013). For numerical data, statistical features are extracted. In the model training stage, either supervised/unsupervised learning or deep learning methods (Logistic regression, SVM, ANN, K-Means, DBSCAN, LSTM, CNN, etc.) are used as appropriate to the problem. These methods enable behavioral classification, clustering, and prediction. In the final evaluation phase of the process, model performance is assessed using metrics such as accuracy, precision, recall, and F1 score. These metrics are used to measure the model's generalization ability (Sokolova & Lapalme, 2009).

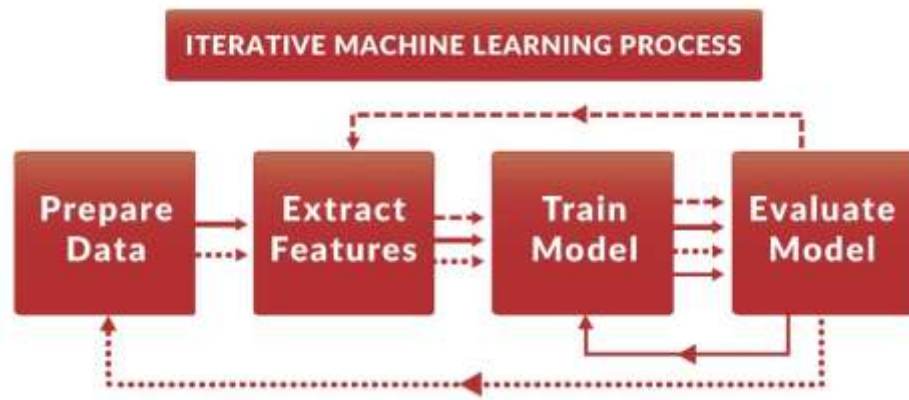


Figure 1. Iterative machine learning process (URL-1)

In our study, the data set shown in Table 1 used heterogeneous data types obtained from different sources in order to enable the analysis of social behaviors in a multidimensional and holistic manner. Social media platforms, online interaction environments, and timestamped user records were used in the data collection process. This is to allow the analysis of not only individual behaviors but also collective trends and social dynamics.

Table 1. Data set

Data Type	Source	Description	Intended Use
Text Data	Social media	Sharing and comments	Sentiment analysis, topic modeling
User Interaction Data	Social media	Likes, shares, comments	Behavior analysis, popularity measurement
Time Series Data	Time-stamped recordings	Posting times and engagement	Trend analysis, LSTM modeling
Network Data	User connections	Follow-up, interaction networks	Social network analysis, community detection
Location Data	GPS/IP-based	Geolocation information	Regional behavior analysis
Labeled Data	Auto-tagging	Sentiment and category information	Supervised learning (classification)
Raw Text + NLP Features	TF-IDF, embedding	Digitized text	Model input

The obtained data underwent a comprehensive pre-processing stage before being included in the analysis process. At this stage, missing data was eliminated, noise was cleaned up and different data types were transformed into a common structure. Text-based data were used as natural language processing algorithm TF-IDF and word embedding methods. Numerical and temporal data were normalized and adapted to the data set. The dataset used in the study includes user interaction information as well as text data. Interaction data such as the number of likes, shares, and comments were used to measure the intensity of individuals' online behavior and social impact. In addition, the time-dependent change in user behavior was examined through time series data, and thus trend analysis was performed. In addition, network data representing the connections between users, community structures, and social interaction patterns were revealed. This multi-layered data structure made it possible to use different analysis techniques together. The dataset was structured appropriately, especially for the effective application of supervised and unsupervised learning algorithms. The holistic flow chart of the training and evaluation phase of the system is shown in Figure 2.

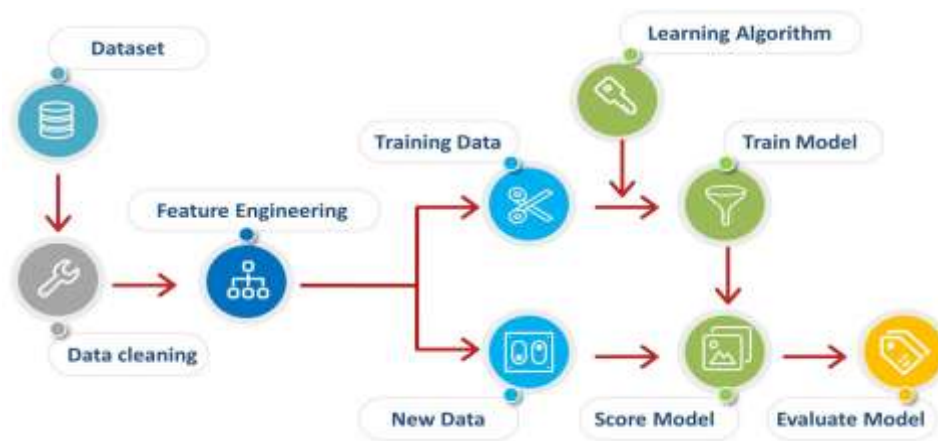


Figure 2. System training and evaluation phase (URL-2)

The data obtained during the data collection phase were processed and made ready for the data set. Noise was reduced; inconsistent records were corrected. With the normalization process, the data were brought to a common scale and expressed mathematically as shown in equation (1).

$$x' = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad (1)$$

Here, x represents raw data value, μ represents mean and σ represents standard deviation.

Since the data was not given directly to the model during the feature extraction phase, it was first transformed into meaningful representations. Word weights were determined in the text data and used as shown in equation (2) with the TF-IDF method.

$$TF-IDF = TF(t, d) \times \log\left(\frac{N}{df(t)}\right) \quad (2)$$

In the equation, the importance of a term in a certain document is measured and the words were represented in vector space with the word embedding technique. In numerical data, mean, variance and correlation properties were extracted. Because this stage directly affects the learning capacity of the model. In the modeling phase, different learning approaches were used together. Data was labeled and classified with supervised learning. Hidden structures in the data were discovered and determined with unsupervised learning. Data points were divided into clusters with the K-means algorithm. For the performance stage, the success of the model was measured and the overall success of the model was calculated as shown in equation (3).

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \quad (3)$$

The sensitivity (F1) score, which indicates the correct positive rate, and the sensitivity (F1) score, which is the rate of capture of real positives, were calculated as shown in equation 4.

$$F1 = 2 \cdot \frac{Precision \cdot Recall}{Precision + Recall} \quad (4)$$

The transformation of data from raw to meaningful information was tried to be explained with 4 different equations used. Each stage was operated like a filter and as a result, a more accurate, more reliable and generalizable analysis result was obtained.

3. RESULTS

The proposed big data and machine learning-based analysis method was applied on social behavior data obtained from different data sources and the findings were evaluated. During the analysis process, text-based data collected from social media platforms, user interaction records, and temporal behavior data were considered together. Cleaning up missing and noisy data during the data preprocessing phase provided a significant improvement that directly affected model performance. Especially after normalization and data balancing processes, a noticeable increase was found in the generalization ability of the models.

The results of the model performance evaluation showed that the proposed framework provided high accuracy and balanced performance. The findings obtained are summarized in Table 2.

Table 2. Results

Model	Accuracy	Precision	Recall	F1 Score
Logistic Regression	0.81	0.79	0.76	0.77
SVM	0.86	0.84	0.82	0.83
Artificial Neural Network (ANN)	0.89	0.87	0.85	0.86
LSTM	0.92	0.90	0.89	0.89
CNN	0.91	0.88	0.87	0.87
K-means	—	—	—	0.72
DBSCAN (Anomaly detection)	—	—	—	0.78

As can be seen from the table, it is noteworthy that deep learning-based models perform higher compared to classical machine learning methods. In particular, the LSTM model produced the most successful results in terms of both accuracy and F1 score. This shows that social behavior data contains temporal dependencies and that such models can better capture these dependencies. When the sentiment analysis results were examined, it was determined that 62% of the shares in the dataset were negative, 24% were neutral, and 14% were positive. This finding indicates that social perception generally showed a negative trend in the period under review. It was also observed that sudden changes in emotion were associated with certain events. The findings reveal that the proposed analysis framework is an effective tool in understanding social behaviors. Analyzing different data types together has provided more comprehensive and accurate results. This strongly supports the application potential of artificial intelligence and big data approaches in the field of social sciences. However, there are some important limitations, such as data privacy and ethics (Floridi et al., 2018), algorithmic bias (Barocas & Selbst, 2016), and dependence on data quality. In addition, the interpretation of social data always requires contextual information. Therefore, it can be unhealthy to make definitive inferences based solely on algorithmic results.

4. CONCLUSION, DISCUSSION AND RECOMMENDATIONS

The results of the method, which was developed based on the integrated use of big data analytics and machine learning techniques, were effectively revealed. An effective tool has been developed to understand the multidimensional and dynamic structure of social behavior. The data collection, preprocessing, feature extraction and modeling stages carried out throughout the study have shown that heterogeneous and high-volume social data can be transformed into meaningful information. The findings revealed that machine learning and natural language processing can reveal behavioral patterns at the individual and society level with high accuracy rates and have stronger generalization capabilities compared to traditional methods.

Another important contribution of the proposed method is that it allows comprehensive analysis by combining different data types (text, interaction, temporal, and network data). In this way, not only individual behaviors but also social trends, group dynamics, and social events with sudden changes can be analyzed. It is thought that the method can be directly used in areas such as the creation of data-based decision mechanisms in the development of public policies, the determination of public opinion trends through social media analysis, the development of early warning systems in crisis and disaster situations, and the prediction of social behaviors. In this respect, it is a practical and applicable solution method rather than a theoretical structure.

Issues such as ethics, data privacy, and algorithmic bias should not be ignored in the use of AI-based analytics. In this context, it is important to develop explainable and transparent AI models, increase the interpretability of decision processes, and strengthen ethical frameworks. Therefore, it is one of the topics that can be addressed

within the scope of future studies. In conclusion, this study clearly demonstrates that artificial intelligence and big data technologies can play a transformative role in the field of social sciences and provides a foundation for future research in this field.

REFERENCES

- Barocas, S., & Selbst, A. D. (2016). Big data's disparate impact. *Calif. L. Rev.*, 104, 671.
- Bishop, C. M., & Nasrabadi, N. M. (2006). *Pattern recognition and machine learning* (Vol. 4, No. 4, p. 738). New York: springer.
- Borgatti, S. P., Mehra, A., Brass, D. J., & Labianca, G. (2009). Network analysis in the social sciences. *science*, 323(5916), 892-895.
- Boyd, D., & Crawford, K. (2012). Critical questions for big data: Provocations for a cultural, technological, and scholarly phenomenon. *Information, communication & society*, 15(5), 662-679.
- Chandola, V., Banerjee, A., & Kumar, V. (2009). Anomaly detection: A survey. *ACM computing surveys (CSUR)*, 41(3), 1-58.
- Chen, M., Mao, S., & Liu, Y. (2014). Big data: A survey. *Mobile networks and applications*, 19(2), 171-209.
- Floridi, L., Cowls, J., Beltrametti, M., Chatila, R., Chazerand, P., Dignum, V., ... & Vayena, E. (2018). AI4People—An ethical framework for a good AI society: Opportunities, risks, principles, and recommendations. *Minds and machines*, 28(4), 689-707.
- Golder, S. A., & Macy, M. W. (2011). Diurnal and seasonal mood vary with work, sleep, and daylength across diverse cultures. *Science*, 333(6051), 1878-1881.
- Jordan, M. I., & Mitchell, T. M. (2015). Machine learning: Trends, perspectives, and prospects. *Science*, 349(6245), 255-260.
- Kosinski, M., Stillwell, D., & Graepel, T. (2013). Private traits and attributes are predictable from digital records of human behavior. *Proceedings of the national academy of sciences*, 110(15), 5802-5805.
- Kotsiantis, S. B., Kanellopoulos, D., & Pintelas, P. E. (2006). Data preprocessing for supervised learning. *International journal of computer science*, 1(2), 111-117.
- Birke, R., Bjoerkqvist, M., Chen, L. Y., Smirni, E., & Engbersen, T. (2014). ({Big} Data} in a virtualized world: volume, velocity, and variety in cloud datacenters. In *12th USENIX conference on file and storage technologies (FAST 14)* (pp. 177-189).
- Lazer, D., Pentland, A., Adamic, L., Aral, S., Barabási, A. L., Brewer, D., ... & Van Alstyne, M. (2009). Computational social science. *Science*, 323(5915), 721-723.
- Liu, B. (2012). *Sentiment analysis and opinion mining*. Morgan & Claypool.
- Manning, C. D. (2008). *Introduction to information retrieval*. Syngress Publishing,.

- Mikolov, T., Sutskever, I., Chen, K., Corrado, G. S., & Dean, J. (2013). Distributed representations of words and phrases and their compositionality. *Advances in neural information processing systems*, 26.
- Pang, B., & Lee, L. (2008). *Opinion mining and sentiment analysis*. Now Publishers Inc.
- Barnes, T. J., & Wilson, M. W. (2014). Big data, social physics, and spatial analysis: The early years. *Big Data & Society*, 1(1), 2053951714535365.
- Sakaki, T., Okazaki, M., & Matsuo, Y. (2010, April). Earthquake shakes twitter users: real-time event detection by social sensors. In *Proceedings of the 19th international conference on World wide web* (pp. 851-860).
- Sokolova, M., & Lapalme, G. (2009). A systematic analysis of performance measures for classification tasks. *Information processing & management*, 45(4), 427-437.
- Tumasjan, A., Sprenger, T., Sandner, P., & Welp, I. (2010, May). Predicting elections with twitter: What 140 characters reveal about political sentiment. In *Proceedings of the international AAAI conference on web and social media* (Vol. 4, No. 1, pp. 178-185).
- URL-1: <https://k21academy.com/ai-ml/machine-learning-life-cycle-guide/> [Accessed: April 20, 2026]
- URL-2: <https://ecesuolgun.medium.com/data-preprocessing-on-jupyterlab-dc7ca15b6f5e> [Accessed: April 20, 2026]

LIBRARY RESOURCES MANAGEMENT AND RDA USAGE WITH ARTİFİCİAL İNTELLİGENCE

Master's student, Lama NAZZAL ^{1/} Prof. Dr., Mustafa BAYTER²

¹Ankara Yıldırım Beyazıt University, Information Management Department, Ankara, Türkiye. E-mail:

L.salameh2014@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0003-7634-3739>

²Ankara Yıldırım Beyazıt University, Information Management Department, Ankara, Türkiye. E-mail:

mbayter@aybu.edu.tr, <https://orcid.org/0009-0006-7546-854X>

Abstract

Managing library resources is increasingly complex and resource-intensive, placing a burden on cataloging professionals. This study examines the integration of AI technologies in libraries, with a specific focus on cataloging processes and their alignment with the Resource Description and Access (RDA) standard. The study uses a qualitative approach, and its findings are based on a thorough review of the existing literature on international cataloguing standards, as well as on artificial intelligence (AI)-based applications such as ChatGPT, natural language processing tools and robotic systems. The study also draws on case studies in libraries. The findings indicate that AI contributes significantly to metadata enrichment, automatic categorization, subject heading suggestions and multilingual resource organization, accelerating cataloging processes and improving user experience. However, distinct challenges remain, including algorithmic bias, data security, high costs, privacy concerns and the need for professional oversight. The originality of this paper lies in its detailed exploration of AI's role in cataloguing and bibliographic control, whereas previous research has largely focused on broader AI applications in libraries. The study concludes that AI should be considered a complementary tool that reduces the workload of catalogers without replacing their expertise. It is recommended that future research examine the impact of AI in specialised cataloguing contexts, including rare materials and regional collections. This would help to assess its capabilities and limitations in supporting bibliographic standards and user needs.

Keywords: Artificial Intelligence (AI), Cataloging, Resource Description and Access (RDA), Libraries, Bibliographic Control, Metadata.

INTRODUCTION

As information access tools, library catalogs are in a constant state of development due to evolving conditions, advancing technologies, and the needs of their target audiences. Throughout history, they have advanced from card catalogues to web-based automation systems and now, with the integration of Web 2.0 technologies, they have reached a new level. In today's information society, online library catalogues need to be restructured using the semantic web, artificial intelligence and Web 2.0-based applications if they are to adapt to changing user needs and provide more effective access to information resources (Çakmak & Özel, 2010, p. 1).

While libraries were not among the first institutions to adopt artificial intelligence, they have recognised its potential to improve efficiency and streamline processes in technical operations, service delivery and access mechanisms.

AI-based applications integrated with the library's website can provide users with information about the library, the availability of materials, locations, and any assistance needed. They can also provide reference services, particularly in academic libraries. In technical services, ChatGPT, for example, can be used for collection development, book recommendations, language translation, and cataloguing library materials (Ali, 2023, P.20). Another study explored the usefulness of artificial intelligence. This was in terms of its use in the workflow of the library. The study focused on reference queries and literature searches (Pival, 2023). In addition, they facilitate text analysis and content scanning processes, enabling a more comprehensive and detailed conduct of source research (Demir, 2024). This idea is also supported by Cuhadar et al. (2024). As Yıldız & Yıldırım (2018, p. 29) state, artificial intelligence becomes more applicable in areas such as cataloguing, classification, documentation and collection development, which will have a significant impact on Library and Information Science.

According to the findings of a study conducted by Cal LaFontaine, the reliance of modern AI tools on large databases is a key factor in obtaining results, which makes them ideal for suggesting resources on a specific topic. These capabilities can be leveraged at library circulation desks to facilitate guiding users. This kind of data leveraging would be extremely useful at the reference desk, where user requests are often vague. While there is no substitute for direct, face-to-face service in a library, AI tools can help librarians suggest similar titles and assist them in maintaining a high level of organization (LaFountain, 2023).

As Kumar (2023) mentioned, there is a need for AI tools, which will become even more important as the library collection grows and users continue to demand more fluid access, and at this stage, AI becomes imperative in helping.

CATALOGING RULES- RDA

Cataloging is the process of organizing bibliographic information according to established formats and rules, enabling users and researchers to access information resources efficiently. The more accurate and clear these arrangements are, the easier access can be provided. With today's rapidly developing technologies and tools, various types of information sources beyond books have emerged. It is necessary to provide accurate and easy access to these resources; therefore, the cataloguing process should enable the identification of both print and electronic resources in a way that allows users to access the resource regardless of their location. To accomplish this, it is important to catalog information resources in accordance with international standards and employ systems such as MARC and Dublin Core (Bayter, 2023).

In 1967, the Anglo-American Cataloguing Rules (AACR), developed to provide standards in cataloging worldwide, brought unity in cataloging rules. Over time, the diversification of information sources necessitated an update to these rules in the second edition of the AACR (AACR2), published in 1978. In 2004–2005, AACR3 was planned to be published by the Joint Steering Committee (JSC) in line with new needs. However, the name Resource Description and Access (RDA) was deemed appropriate for these new rules. (Bayter, 2022). The Resource Description and Access (RDA) standard is based on the foundations of the second edition of AACR2. The RDA standard was developed because the previous edition was incomplete and limited in terms of cataloging. RDA allows for the direct identification of bibliographic information of digital and printed information resources. Additionally, RDA combines all versions of a work (such as film, theater, or different editions derived from a book) under a single title by linking the creators of these resource types together. RDA is also based on the conceptual models Functional Requirements for Bibliographic Records (FRBR) and Functional Requirements for Authority Data (FRAD) (Işık, Kılıç, & Delibaş, 2019).

While AACR covers various types of materials, RDA is suitable for cataloging existing and forthcoming materials. In the upcoming years, bibliographic control will be carried out within an international, web-based structure. This requires proactive collaboration with library users. Since data collected from electronic sources will change rapidly, bibliographic control will also be a continuous process.

From a cataloger's perspective, records produced using RDA remain compatible with AACR2 records. This means that catalogers do not have to reorganize all the existing records, as RDA's entry and selection formats are derived from AACR2 rules. Those institutions that intend to adopt RDA applications must have advanced library automation systems and strong technological infrastructures. (Işık, Kılıç, & Delibaş, 2019).

For many libraries, the OPAC is the primary interface with their users. In the past, card catalogs only provided basic bibliographic information due to their limited space. Later, comprehensive catalogs were created on the Web in accordance with AACR2 standards, but these catalogs continued to limit users (Atılğan, 2007, p. 25-

29). Today, bibliographic records created using standards other than RDA are considered incomplete and limited. RDA eliminates these limitations and provides the opportunity to present more detailed, linked information to users more accurately. For national and academic libraries, RDA has become the preferred and prevailing standard (Frederick, 2017).

Due to the fact that RDA cataloging rules are overlapping and more complex, as well as the constant modification of them almost twice a year, it becomes impossible for catalogers to deal with them like the AACR cataloging rules. Therefore, a constantly updated user guide is necessary for the cataloger. This need is met by the "RDA Toolkit," which provides the ability to clarify these rules with examples and links showing how to use and implement these rules. In addition to facilitating the work of catalogers, the RDA Toolkit reduces the need for librarians and administrators to create a local user guidance manual, which is often difficult to keep updated based on RDA's annual modifications. (Frederick, 2017).

AI in Libraries (Examples)

In recent years, automation and artificial intelligence (AI) technologies have emerged as potential solutions for streamlining workflows in several fields, including libraries. As AI technology continues to develop, it is beginning to play an important role in the transformation of libraries and information access. AI provides libraries with the opportunity to offer more efficient technical and user services. Librarians are responsible for guiding library users in accessing and managing the information they need. Using AI, librarians can provide accurate and diverse recommendations according to users' changing requirements and efficiently organize the process of registering, cataloging, and classifying books, making it easier for users to search and access the information they desire quickly and effortlessly.

AI-based data analytics tools play a critical role in academic research and in anticipating user needs. These tools can analyze user behavior to provide personalized resource recommendations, enhancing the user experience. Additionally, the automation of complex tasks, such as cataloging and resource management, substantially reduces the time librarians spend on these processes while enhancing their accuracy. Additionally, AI-powered applications such as virtual assistants and chatbots facilitate users' interactions with library systems and ease the workload of library staff by providing immediate responses to basic inquiries (Çuhadar et. al., 2024). Also, it can be said that the use of artificial intelligence is a solution to the budget problems in libraries, meaning that it can replace the need to hire additional employees or increase their working hours to meet the needs of users during late hours (Pence, 2022). Meanwhile, report RSC/Papers/2025/1 emphasized the importance of dispelling misconceptions that support the assumption that AI will be adopted as a substitute for hiring librarians and catalogers. On the other hand, we must work to support AI so that it can be used as a tool that complements human expertise by stimulating the intellectual engagement of catalogers and providing options

and policies that support their decision-making in the cataloging process, in particular, and all library tasks in general.

AI-powered applications, such as voice assistants, can be used to help the elderly and people with special needs access information resources. They can also be used to share information about library collections and announce events to promote the library, support its development, and reach the largest possible audience. Moreover, these applications can be used to index and search library resources (Smith, 2019). AI skills can be leveraged to create lists of various electronic resources and display them individually to users based on their data and interests, especially in academic libraries and universities (Pence, 2022).

AI technologies facilitate the integration between open-access infrastructures and library collections. AI-powered tools accelerate access to information sources by metadata analysis, indexing, and classifications (Dal & Çıtırık, 2024). These tools can help libraries improve the discovery of open-access resources, which often have poor metadata quality due to limited cataloging staff.

Arranging shelves and finding lost books are two of the most arduous tasks for librarians. Artificial intelligence can assist with accomplishing this task (Pence, 2022). For instance, the Agency for Science, Technology and Research (A*STAR) in Singapore developed a robot that scans shelves at night using radio frequency identification (RFID) tags to locate missing books. In the morning, it alerts librarians so they can restock the shelves (Lewis, 2016). Another example is the Max Planck Institute in Luxembourg, which uses a robot in its natural library. This robot assists with inventory counting. If students place books on the wrong shelves, the robot detects this during its navigation between shelves and cabinets and notifies the librarians. The robot also notifies library staff of important information, such as library density and room temperature (Current Ideas, 2023).

Systems built with artificial intelligence can perform the work of a librarian through processors that can direct users to the relevant reference sources. This is useful when a librarian is unavailable or when the subject matter is highly specialized. These processors can recognize and locate books using RFID tags. They can also be used for natural language processing (NLP) to help search for related information in databases and catalog items to reduce language barriers, leading to better and faster service for users. Moreover, new computer and artificial intelligence systems have been applied in several areas in libraries, such as acquisition, periodical monitoring and circulation, information retrieval, information dissemination, interlibrary loan and collaborative acquisition (Pence, 2022).

In the research of Gamage and Wanigasooriya (2023), ChatGPT 4 was used to produce virtual frameworks for indexing various types of information sources, such as books, studies, theses, and serial publications, based on RDA cataloging rules. This was done using ChatGPT 4's ability to provide more organized and comprehensive

results. The results showed relative similarity in field selection between the AI and human parties, and high convergence rates were recorded using the Jaccard index, demonstrating the efficiency of AI in initial indexing. However, the researchers noted that experts had a greater ability to consider local contexts and professional quality requirements, highlighting the importance of integrating AI as an assistant to human supervision (Asemi & Asemi, 2018).

Cataloging with AI

As cataloging formats change from manual card catalogs to digital systems, catalogers seek to improve the preservation and retrieval of resources by refining their methods. Research by Iris.ai details how AI is changing the landscape of modern library catalogs through content identification. According to the report, AI tools used for cataloging improve consistency and quality. An article on the Iris.ai website notes that “indexing automation will also help the reader discover new literature and navigate between different disciplines” in ways that traditional manual cataloging does not support (LaFountaion, 2023).

In the cataloging of libraries' resources, artificial intelligence is used to optimize and automate many processes, including metadata enrichment, classification and cataloging. AI algorithms can automatically extract and add metadata, find keywords for a given topic, and provide various digital access points with high accuracy. Natural Language Processing (NLP) algorithms categorize resources into suitable categories by analyzing their content. However, they still need to be reviewed by librarians to align with their policies and ensure the categories are accurate for their libraries. (Liblime, 2023).

In addition, AI can perform routine cataloging tasks, freeing up catalogers to work on tasks requiring more human intervention. For example, AI techniques can use language processors to automatically number items based on international cataloging standards. These techniques can also assign standardized metadata and adjust attribution. Thus, researchers emphasize that the human workforce in indexing cannot be completely replaced by AI because AI's ability to carry out these tasks depends on training from catalogers, who must supervise to ensure accuracy and cultural context. (RSC/Papers/2025/1).

Moreover, integrating AI into library cataloging provides many benefits. For example, as library resources increase, AI can handle them with high accuracy, especially digital resources. Additionally, AI can adapt to an increased workload. AI can also handle multilingual information sources, which benefits diverse users by expanding its ability to categorize and provide those sources. This enriches users by offering sources that support their research fields (LibLime, 2023).

Also, with the rapid development of AI, fundamental questions have arisen about its ability to perform sensitive and technical tasks, such as bibliographic indexing and cataloging according to MARC21 standards. Can models like OpenAI's ChatGPT be trained to produce cataloging records that meet professional library and

information center standards? In this context, researchers Greta Heng, Kate Holvoet, and Nerissa Lindsay presented their study, "Can OpenAI Teach You to Catalog?" The study is a practical experiment that evaluates the performance of GPT models in producing MARC21 records for the book *Beyond Earth*. It describes the challenges that researchers encountered, such as correctly classifying subject headings and generating accurate call numbers. The results confirm that, while AI can capture some formal rules, extensive human intervention is still required to ensure the accuracy and quality of indexing. The MARC21 record below was produced for *Beyond Earth* and illustrates the type of bibliographic output examined in the study. It shows the model's ability to structure core fields, such as title, publication data, and classification, as well as its limitations in achieving full cataloging accuracy without human intervention (Heng, Holvoet & Lindsey, 2023).

```
=LEADER 02292nam a2200457 i 4500
=001 00000cam a2200000 i 4500
=008 191029s2018 dcu b f000 0 eng d
=010 |a 2017058675
=020 |a 9781626830424
=020 |a 9781626830431 (ebook)
=020 |a 9781626830431?q(paperback)
=035 |a (OCoLC)1000000000
=040 |a DLC |b eng |c DLC |e rda |d DLC
=042 |a pcc
=043 |a n-us--
=050 00 |a TL790 |b .S53 2018
=082 00 |a 629.43/509—dc23
=100 1 |a Siddiqi, Asif A., |d 1966- |e author.
=245 10 |a Beyond Earth : |b a chronicle of deep space exploration, 1958-2016 / |c by Asif A. Siddiqi.
=246 3 |a Deep space chronicle
=250 |a Second edition.
=264 1 |a Washington, DC : |b National Aeronautics and Space Administration, Office of Communications,
NASA History Division, |c [2018]
=300 |a xiv, 658 pages : |b illustrations (some color) ; |c 29 cm.
=336 |a text |b txt |2 rdacontent
=337 |a unmediated |b n |2 rdamedia
=338 |a volume |b nc |2 rdacarrier
```

=490 1 |a NASA SP ; |v 2018-4041

=490 1 |a The NASA history series

=504 |a Includes bibliographical references and index.

=520 8 |a "Beyond Earth" is a comprehensive history of deep space exploration from its

=650 0 |a Space flight |x History.

=650 0 |a Planets |x Exploration |x History. Without additional

=710 1 |a United States. |b NASA History Division, |e issuing body.

=710 1 |a United States. |b National Aeronautics and Space Administration. |b Office of Communications, |e publisher.

=856 40 |u <http://www.nasa.gov/ebooks>

=907 |a .b000000000 |b 05-03-23

=945 |a TL790 .S53 2018 |g 1 |h - |i 3333333333333333 |l Reference |o - |p \$125.00 |q - |r - |s - |t 2018-06-22 |u - |v - |w - |x 0 |y .i000000000 |z - |3

As one of the most important international standards for metadata, RDA is a key standard for cataloging. The RDA Board and RDA Steering Committee are responsible for studying the implications of using AI in cataloging and providing implementation guidelines that encourage the standardized use of metadata while respecting the core values of our societies. The RDA Board and Steering Committee also look forward to collaborating with other international library organizations, such as IFLA, PCC, and AI4LAM, to implement AI responsibly in cataloging worldwide.

The application of AI and other machine-assisted cataloging tools by major library system vendors could lead to new possibilities for RDA implementation and a shift from the original toolkit to formalization. The RDA Council must prepare to adopt AI and MLA programs for guidelines and vocabularies outside the standard subscription framework while providing a path for smaller libraries to adopt RDA formally in a simpler, more feasible, AI-based manner (RSC/Papers/2025/1).

Case Studies

Many libraries have recognized the effectiveness of AI in various library services, especially cataloging. This is due to AI's ability to categorize materials efficiently and accurately, as well as its ability to derive appropriate topics based on natural language processing of users and sources. For instance, the New York Public Library and the British Library have both integrated machine learning into their cataloging processes. The British Library has used natural language processing tools to improve its catalog and facilitate user access. A comparative evaluation of a traditional cataloging system and an AI-powered one reveals several differences. AI systems increase efficiency by reducing the time and costs associated with hiring catalogers, while ensuring

equal standardization of resource cataloging. The study also noted that AI can understand catalogers' perspectives when identifying metadata and subject headings. This theory is worth considering, and several experiments should be conducted to prove or disprove it (Midde, 2024).

As mentioned in a paper by Gutierrez (2017), the company Yewno analyzed, summarized, and indexed over 100 million academic articles by using AI-generated tools without the assistance of librarians. Oname & Alex-Nmecha (2020) also indicated the possibility of using artificial intelligence and optical character recognition (OCR) technology for automatic cataloging and classification.

In another example, Brzustowicz's (2023) research evaluated the potential of library cataloging using the free version of ChatGPT by generating MARC records in RDA. Notably, this model was trained on real MARC and RDA data. The first test revealed that ChatGPT can produce an accurate and efficient record for the same item compared with a record based on OCLC's WorldCat. The second test, cataloging a song album, revealed the model's potential and limitations. Although ChatGPT produced reasonably organized output when tasked with creating MARC records using the RDA standard, it noted the absence of certain elements, such as foreign languages and subject headings in element (6XX). These elements require a high degree of precision in identifying and linking information. ChatGPT also successfully formatted the Library of Congress Classification System (050) classification number field and provided useful placeholders for fields requiring manual entry and offered different access points for the same resource. These results suggest that, while AI cannot replace human catalogers entirely, it can be a valuable tool for streamlining cataloging tasks under professional supervision.

Recent research has examined ChatGPT's potential in a library context. It can improve the accuracy and effectiveness of library search systems by automatically generating cataloging and metadata for library resources, such as book titles and descriptions.

The study found that ChatGPT can produce records in accordance with both RDA and Dublin Core standards. It was trained using data from various catalogs, including OCLC's WorldCat, the Library of Congress, the National Library of Medicine, the British Library, COPAC (Catalog of Academic and National Libraries in the United Kingdom), Europeana, and the HathiTrust Digital Library. The researchers emphasized that, while ChatGPT has the potential to simplify aspects of the cataloging process, it is not a complete replacement for human catalogers. Although ChatGPT-generated records can serve as effective starting points, they frequently contain inconsistencies compared to professional catalogs (Brzustowicz, 2023).

Challenges

In the paper titled "Artificial Intelligence and Its Impact on Cataloging Practices in Modern Libraries," the researcher pointed out the importance of studying data privacy and security, and emphasized the need for accuracy and ensuring that algorithms and automated suggestions are unbiased. This requires intensive training and adaptation of machines to reduce error rates, as well as training employees to keep them informed and ensure they continue to improve alongside technological developments (Midde, 2024). However, the high cost of advanced AI systems prevents libraries from using them in their daily work. Additionally, libraries must invest in the infrastructure, training, and resources necessary to integrate and maintain AI systems, which require continuous improvement and development. Libraries must also ensure user privacy and the security of the data used by these systems. This requires implementing effective policies and procedures to protect information and data security. To implement these plans successfully, libraries must have teams capable of managing and developing AI systems according to user requirements. This includes providing ongoing training and support to ensure the proper utilization of these technologies and ensure that staff and users benefit optimally from integrated AI systems (LibLime, 2023).

Recent studies have also raised concerns about the effectiveness of AI in various cataloging tasks, particularly delicate and complex ones, such as interpreting metadata and meeting diverse linguistic requirements. AI has difficulty integrating diverse data sources, which can result in errors in cataloging and inconsistencies with established library standards. This, in turn, affects the comprehensiveness of the library's classification and cataloging processes along with the uniformity of its catalogs (Roy et al., 2024). Moreover, some researchers who have examined the integration of ChatGPT as a library assistant have discussed concerns about its limited capabilities, lack of accuracy, error rate, as well as privacy concerns and complete dependence on the technology (Ali, 2023).

The challenges associated with algorithmic biases and the ongoing need for human oversight were highlighted as well. These issues play a critical role in ensuring fair access to information and maintaining the transparency and adherence to the necessary standards of the AI systems used. Many studies emphasized the need to develop effective guidelines for applying AI in libraries to address these challenges (Roy et al., 2024).

Conclusion

Future research needs to consider how AI's impact on cataloging changes over time. Understanding users' perspectives on AI-powered cataloging and its impact on information retrieval can provide valuable insights into the user experience. Comparative studies between libraries that use AI and those that do not can reveal important lessons that can help identify and develop best practices. Future research should explore the potential

of AI in specialized cataloging contexts, such as cataloging rare materials and regional collections, to improve our understanding of these technologies' capabilities and limitations in a library environment.

To optimize the use of AI systems in libraries, particularly in cataloging, it is crucial to identify and address existing and potential challenges. This requires the development of systems and infrastructure that can adapt to the continually advancing needs of libraries and their users.

Many studies have reported that AI technologies are still developing. These technologies contribute to improvements in capabilities for use in different fields, such as libraries. For example, AI can provide librarians with guidance for cataloging books and identifying call signs and subject headings. This saves librarians time and effort when accomplishing these tasks (Martins, 2024). However, human review of these results is necessary to avoid possible errors. Researchers have also stressed that the process is not as automatic as one might think and lacks consistency. They confirmed that AI still has much to learn to reach the required level of efficiency in cataloging and indexing.

Acknowledgements

This research study is part of the requirements for Lama Nazzal's master's degree in Information and Records Management at Ankara Yıldırım Beyazıt University, Türkiye, and was not funded by any party or agency.

References

- Ali, M. Y. (2023). AI ChatGPT applications in libraries: challenges and opportunities. *Bilgi Ve Belge Araştırmaları*, (20), 18-26. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/3426003>
- Asemi, A. & Asemi, A. (2018). Artificial Intelligence (AI) application in Library Systems in Iran: A taxonomy study. *Library Philosophy and Practice*, 2(1). https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?params=/context/libphilprac/article/5134/&path_info=auto_convert.pdf
- Atılğan, D. (2007). Cataloguing in Turkey: Past, present, and future expectations. In H. Dilek-Kayaoğlu (Ed.), In Honor of Prof. Dr. Meral Alpay (pp. 25-31). Istanbul: Bayrak Printing House.
- Bayter, M. (2022). Transition to RDA in the world and in our country. *Türk Kütüphaneciliği*, 36(1), 54-73. <https://doi.org/10.24146/tk.991593>
- Bayter, M. (2023). Cataloging training in Turkey. *Külliye*, 4(2), 59-80. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/3018469>
- Behrens, R. (2024). Internationalisation of cataloguing in cultural institutions with RDA using the example of the German-speaking region, *Central European Library and Information Science Review (CELISR)*, 1(1), p. 34-43. <https://journals.bme.hu/celISR/article/view/37098/22405>

- Brzustowicz, R. (2023). From ChatGPT to CatGPT: The implications of artificial intelligence on library cataloging. *Information Technology and Libraries*, 42(3).
<https://ital.corejournals.org/index.php/ital/article/view/16295/11874>
- Current ideas. (2023). Max Planck Institute Luxembourg for Procedural Law.
<https://www.mpi.lu/library/like-innovation%20lab/current-ideas/>
- Çakmak, T. & Özel, N. (2010). Restructuring online library catalogs with social networks: Software and projects. A. Yıldızeli, T. Çakmak and N. Özel (Eds.), “*Bilgi Yönetimi*, 2, 7-9.
https://www.academia.edu/1002872/%C3%87evrimi%C3%A7i_K%C3%BCt%C3%BCphane_Kataloglar%C4%B1n%C4%B1n_Sosyal_A%C4%9Flarla_Yeniden_Yap%C4%B1land%C4%B1r%C4%B1mas%C4%B1_Yaz%C4%B1mlar_ve_Projeler
- Çuhadar, S. et. al. (2024). University Librarians' Perceptions of Artificial Intelligence, Application Areas and Future in Libraries. <http://acikerisim.agu.edu.tr/xmlui/handle/20.500.12573/2425>
- Dal, A. & Çıtırık, M. (2024). Comprehensive Overview of International Resources in Medicine: Scientific Journal Indexes, Databases, Catalogues, Knowledge Matrices, Open Access Infrastructures, Libraries, Field Indexes, Publishing Ethics Platforms and Artificial Intelligence-Related Data Libraries (Systematic Review). *Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi Tıp Dergisi*, 57(3), 147-154.
<https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/3970549>
- Gamage, R. & Wanigasooriya, P. (2023). A Study on the Difference between AI-Generated and Human-Expert-Generated Default Cataloging Frameworks.
https://www.res.cmb.ac.lk/nilis/ruwangamage/wp-content/uploads/sites/2/2023/09/ICNATLIB2023_Con_Proc_RG_Paper.pdf
- Heng, G., Holvoet, K. & Lindsey, N. (2023). Can OpenAI Be Taught to Catalog?. [ALA 2023 OpenAI Poster](#)
- Işık, H., Kılıç, S. & Delibaş, B. (2019). Application of resource description and access (RDA) format in university libraries: Example of Istanbul Bilgi University Library cataloging and metadata department. *Türk Kütüphaneciliği*, 33(4), 388-394.
- Kumar, R. (2023). "Challenges and Prospects of AI in Library Cataloging: An Indian Perspective." *Library Philosophy and Practice*.
- LaFountain, C. (2023). AI tools for libraries. *Computers in Libraries*, 43(4), 14-16.
<https://www.infotoday.com/cilmag/may23/LaFountain--AI-Tools-for-Libraries.shtml>

- Lewis, D. (2016). *This robot librarian locates haphazardly placed books*. Smithsonian.com. <https://www.smithsonianmag.com/smart-news/robot-librarian-locates-haphazardly-placed-books-180959381/>
- LibLime. (2023). *Revolutionizing Library cataloging with Artificial Intelligence (AI)*. LinkedIn. <https://www.linkedin.com/pulse/revolutionizing-library-cataloging-artificial-intelligence-ai-coo9c/>
- Martins, S. (2024). Artificial Intelligence-Assisted Classification of Library Resources: The Case of Claude AI. *Artificial Intelligence*, 2, 27-2024. https://www.researchgate.net/publication/385655402_Artificial_Intelligence-Assisted_Classification_of_Library_Resources_The_Case_of_Claude_AI
- Midde, R. (2024). *Artificial Intelligence and its impact on cataloging*. ijert. <https://ijert.org/papers/IJCRT2412195.pdf>
- Oname, I. M., & Alex-Nmecha, J. C. (2020). Artificial intelligence in libraries. In *Managing and adapting library information services for future users* (pp. 120-144). IGI Global Scientific Publishing. <https://www.asau.ru/files/pdf/2332336.pdf#page=144>
- Pence, H. E. (2022). Future of artificial intelligence in libraries. *The Reference Librarian*, 63(4), 133-143. <https://doi.org/10.1080/02763877.2022.2140741>
- Pival, P. R. (2023). How to incorporate artificial intelligence (AI) into your library workflow. *Library Hi Tech News*, 40(7), 15-17. https://www.researchgate.net/publication/370770775_How_to_incorporate_artificial_intelligence_AI_into_your_library_workflow
- Roy, S. et. al. (2024). *The impact of artificial intelligence on cataloging and classification systems in modern libraries*. Library Progress International. <https://bpasjournals.com/library-science/index.php/journal/article/view/468>
- Smith, C. (2019). "Your Library Needs to Speak to You." *Am. Libraries*(June 2019): 34-37.
- Yıldız, M. & Yıldırım, B. F. (2018). The Effects of Artificial Intelligence and Robotic Systems on the Librarianship Profession. *Türk Kütüphaneciliği*, 32(1), 26-32. <https://doi.org/10.24146/tkd.2018.290>

TURİSTİK ÇEVRE YANLISI DAVRANIŞLAR VE PSİKOLOJİK İYİ OLMA HALİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN FARKLI DEĞİŞKENLERLE İNCELENMESİ

Simge KAYAKAN¹/ Prof.Dr. Cihan SEÇİLMİŞ²

¹ Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Turizm İşletmeciliği, simgekykyn98@outlook.com, [0009-0003-9559-](tel:0009-0003-9559-5157)

[5157](tel:0009-0003-9559-5157)

² Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Turizm İşletmeciliği, csecilmis@ogu.edu.tr, [0000-0001-6781-0997](tel:0000-0001-6781-0997)

Özet

Son yıllarda dünyada var olan doğal kaynakların yok olmaya başlaması insanlığı her sektörde çeşitli yollar aramaya zorlamaktadır. Bu sektörler içerisinde yer alan turizm sektöründe otel işletmeleri ve turistik destinasyonlar, turistlerin daha yoğun olduğu yerlerde kaynakların sürdürülebilirliği için farklı yollar izlemeye başlamış ve turistleri de bu yönde davranmaya teşvik eden faaliyetler gerçekleştirmeye başlamışlardır. Bundan dolayı literatürde seyahat davranışı ile ilgilenen çalışmaların sayısı artmaya başlamıştır. Bu araştırmanın amacı, turistik çevre yanlısı davranışlar ve psikolojik iyi olma hali arasındaki ilişkiyi farklı değişkenler aracılığı ile Kuzey Kıbrıs yerel halkının ele alınarak ölçülmesi ve seyahat davranışına katkı sağlamaktır. Araştırma yöntemi, nicel araştırma yöntemi olarak belirlenmiştir. Veri toplama yöntemi olarak kolayda örnekleme ile anket tekniği kullanılmıştır. Araştırmanın veri toplama aşaması, 15.07.2025 ve 15.09.2025 tarihleri arasında 251 katılımcıdan çevrimiçi anket verisi toplanarak gerçekleştirilmiştir. Araştırma evrenini, Kuzey Kıbrıs'ta yaşayan yerel bireyler oluşturmaktadır. Bu nedenle ankete katılım gösteren katılımcı profilini Kuzey Kıbrıs'ta ikamet eden kişiler dikkate alınarak seçilmiştir. Toplanan veriler yapısal eşitlik modellemesi (Smart-PLS) ile analiz edilecektir. Bu araştırma, Kuzey Kıbrıs yerel halkının turist konumunda çevre dostu davranışlarını ve bu davranışların psikolojik iyi olma hali ile ilişkisini inceleyerek akademik literatürdeki boşluğun doldurulması amaçlamaktadır. Bu ilişkinin, Kuzey Kıbrıs yerel halkının seyahat davranışı üzerinden incelenmesiyle literatürdeki yerel halkın seyahat davranışı ile ilgili çalışmalara katkı sağlanması amaçlanmaktadır.

Anahtar kelimeler: Turistik çevre yanlısı davranışlar, psikolojik iyi olma hali, Kuzey Kıbrıs, seyahat davranışı.

EXAMINING THE RELATIONSHIP BETWEEN PRO-ENVIRONMENTAL BEHAVIORS OF TOURISTS AND PSYCHOLOGICAL WELL-BEING WITH DIFFERENT VARIABLES

Abstract

In recent years, the depletion of the world's natural resources has compelled humanity to seek various solutions across all sectors. Within the tourism sector, hotel businesses and tourist destinations in areas with high visitor numbers have begun to adopt different approaches to ensure the sustainability of resources and have started to implement initiatives that encourage tourists to behave in a similarly sustainable manner. Consequently, the number of studies in the literature focusing on travel behaviour has begun to increase. The aim of this research is to measure the relationship between eco-friendly travel behaviour and psychological well-being among the local population of Northern Cyprus, using various variables, and to provide a new perspective on travel behaviour. The research method was determined to be a quantitative research method. Convenience sampling and a questionnaire technique were used as the data collection methods. The data collection phase of the research was carried out by collecting online questionnaire data from 251 participants between 15 July 2025 and 15 September 2025. The research population consists of individuals residing in Northern Cyprus. Consequently, the participant profile for the survey was selected by taking into account those residing in Northern Cyprus. The collected data will be analysed using structural equation modelling (Smart-PLS). This study aims to fill a gap in the academic literature by examining the environmentally friendly behaviours of the local population of Northern Cyprus in a tourist context and the relationship between these behaviours and psychological well-being. By examining this relationship through the lens of the local population's travel behaviour, the study aims to contribute to existing research on the travel behaviour of local populations.

Keywords: Pro-environmental behaviors of tourist, psychological well-being, North Cyprus, travel behavior.

1. GİRİŞ

Turizm, turistlerin yeni yerler görmesini sağlarken aynı zamanda ekosistem üzerinde olumsuz etkilere neden olmaktadır. Dolayısıyla doğal kaynakların gelecek nesillere taşınabilmesi için sürdürülebilir turizm alternatif bir seçenek olarak görülmüştür (Baloch vd., 2023). Turizmin yeryüzünde sebep olduğu zararlı sonuçları azaltabilmek ve sürdürülebilir davranışları yayabilmek için turistlerin çevreye yönelik bilgi ve farkındalıklarının artarak sorumlu turist haline gelmelerine destek olunması gerekmektedir (Pousa-Unaue vd., 2025). Son yıllarda, turist profilinde yer alan bireylerin ziyaret ettikleri destinasyonlardaki çevre yanlısı davranışlarına yönelik çalışmalar literatürde yer almaya başlamıştır.

Turistler çevresel sorunlara hakim olsa bile sürdürülebilir uygulamalara katılım sağlama aşaması zor olabilmektedir bu nedenle destinasyonların sürdürülebilirliği hedeflediklerini, gerçekleştirdikleri çevresel faaliyetler aracılığıyla bir imaj oluşturarak göstermeleri gerekmektedir (Fuchs vd., 2025). Hedeflenen bu imaj doğrultusunda destinasyonun oluşturduğu çevresel turizm faaliyetleri, turistlerin çevre yanlısı davranışlara yönelmesini sağlarken aynı zamanda çevreye yönelik değer bilincinin daha yüksek olmasını sağlamaktadır (Obradović, ve Stojanović, 2024). Bu faaliyetler, çevre yanlısı davranışlar gösteren turistlerin psikolojik iyi olma halini etkilenmektedir (Chen ve Cheung, 2025). Turistin hissettiği duygular ve benimsediği değerlerin çevre yanlısı davranışlar üzerindeki etkili olduğu bu nedenle turistlerin çevre yanlısı davranışlarının psikolojik ve davranışsal belirleyiciler açısından ele alınması gerektiği belirtilmektedir (Gao vd., 2022).

Kuzey Kıbrıs'a yönelik gerçekleştirilen çalışmalar doğrultusunda, Kuzey Kıbrıs yerel halkının farklı destinasyonlardaki seyahat davranışı turistik çevre yanlısı davranışlar ve psikolojik iyi olma hali arasındaki ilişki çerçevesinde incelenmediği görülmektedir.

Literatür taramasında, turistik çevre yanlısı davranışlar ile psikolojik iyi olma hali arasındaki ilişkinin farklı örneklemeler üzerinden incelendiği görülmekte fakat Kuzey Kıbrıs yerel halkının seyahat davranışlarını bu değişkenler üzerinden inceleyen araştırmalara sınırlı düzeyde rastlanılmıştır. Bu çalışma, literatürde farklı örneklemelerde incelenmiş olan seyahat davranışını Kuzey Kıbrıs yerel halkı bağlamında ele almayı amaçlamaktadır.

1.1. Kuramsal Çerçeve

Çevre yanlısı davranışlar, bireyin bulunduğu bölgede ekosistemin ve doğal kaynakların korunması çevresel koşulların niteliğini daha iyi hale getirmeyi amaç edindikleri faaliyetler olarak ifade edilmektedir (Fauzi vd., 2023).

Seyahatlerin, çevresel ve kültürel değerler üzerinde oluşturduğu olumsuz baskıları, kontrol altına almak hedefiyle ortaya çıkan yeşil turizm kavramının, turistik çevre yanlısı davranışların gelişimini teşvik ettiği belirtilmektedir (Daneshwar ve Rewaty, 2024).

Çevrede gerçekleştirilen deneyimler ile çevreye karşı sağlanan fayda hissiyatının oluşması destinasyonda sürdürülebilir turizmin uygulanması açısından öncüdür (Peters ve Fuch, 2023). Turistlerin göstereceği çevre yanlısı davranışlar ile hem çevrenin korunmasını hem de destinasyonun çevre yönetimi daha kaliteli ve belirgin hale gelmesini amaçlamaktadırlar (Li vd.,2023). Bireyin çevreye yönelik belirgin hale gelen önemli katkıları olan davranışlar; enerji tasarrufu, kaynakları koruma davranışları ve atıkların azaltılması sorumluluk duygusu ve gönüllülük esasına dayalı olarak ortaya çıkmaktadır (Lv vd., 2024). Turistin, bu davranışlara yönelme potansiyeli, bulunduğu destinasyon tarafından sunulan ulaşılabilirlik ve imkanlarda ilgili olmaktadır (Wang vd., 2019). Bir destinasyonun hedef kitlesi olan ziyaretçilerin o destinasyona ait çevresel özelliklere yönelik bakış açıları destinasyonun başarı düzeyini etkilerken, diğer destinasyonlarla eşit veya daha nitelikli olmasına rağmen, turist bakış açıları destinasyonun ziyaret edilme düzeyini olumsuz etkileyebilmektedir (Hunt, 1975). Birey, kendi düşünce ve fikirleri ile bir destinasyonu ziyaret ettiği zaman bakış açısına karşılık bulabilmesi ve kendi bakış açısı ile davranışlarının eşleştiğini görmesi destinasyona yönelik beklentilerini karşılamaktadır (Nematpour vd., 2025). Bilişsel destinasyon imajı, turistlerin, belirli bir varış yerinin niteliklerini, turistik çekicilikler ve kamusal hizmetlerle birlikte altyapı sistemlerini içine alarak yaklaşımlarını ortaya koymaktadır (Wang vd., 2023).

Turistlerin bulunduğu destinasyonda karar verme, sorumluluk alabilme süreçlerine katılabilmesi için alan açılması psikolojik sahiplenmeyi güçlendirmektedir (Noël, ve Dardenne, 2024). Bireyin bulunduğu çevre ile bağlılık kurabilmesi sürdürülebilir davranışlara yönelmesini teşvik ederek çevreyi korumaya daha eğilimli hale gelmesini sağlamaktadır (Daryanto ve Song,2021).

Turistlerin seyahatleri sırasında gösterdikleri çevresel niyetler uzun sürede davranışa dönüşemeyebilir bu niyetlerin davranışa dönüşmesinde dışsal ve içsel belirleyicilerin etkili olduğu görülmektedir (Wu vd., 2021). Bu içsel belirleyicilerden biri de yeşil içsel motivasyon kavramı olarak belirtilmektedir. İçsel motivasyon düzeyi daha yüksek olan turistler yeşil etkinliklere katılmaya daha fazla eğilimlidirler (Hermalia ve Kuswati, 2025). Yeşil içsel motivasyona sahip turist bulunduğu destinasyonda yaşanan çevresel sorunlara karşı duyduğu hissiyat, motivasyonlarını artırmaktadır (Chen vd., 2023). Çevre yanlısı davranış literatüründe yer alan bir diğer belirleyici de çevresel farkındalık olarak belirtilmektedir. Bireyleri çevre yanlısı davranışa teşvik eden etkenlerin başında gelen çevresel farkındalık, diğer belirleyiciler üzerinde etki kurmaktadır (Dagher ve İtani, 2014). Çevresel farkındalık, bireylerin bulundukları ortamda gerçekleşen çevresel sorunlara yönelik algıları ve bireylerin bu algılar karşısında sergiledikleri tutumlar olarak tanımlanmaktadır (Takala, 1991). Bu doğrultuda, farkındalığın etkisiyle bireyin çevreye pozitif katkı sağlayabileceği inancıyla sorumluluk bilinci artmaktadır (Nematolahi ve Seif, 2019).

Turistler bir destinasyonu ziyaret ettiğinde oluşan psikolojik hissiyatları da çevre yanlısı davranışlara yönelip yönelmeme konusunda etkili olabilmektedir. Turistlerin seyahatlerinde, turistik faaliyetlere katılımlarının seyahat deneyimlerindeki memnuniyet düzeyinin etkilenmesi sonucu psikolojik iyi olma hali içinde bulunduğu duruma göre değişebilmektedir (Wei ve Milman, 2002). Bireyin sorumluluk sahibi olması, bireyin kendini algılama düzeyi, bireyin kendine yönelik değer algısı gibi özellikler içeren bireysel faktörler ve çevreden gelen destek, toplumsal ilişkiler ve yaşam koşullarını içeren çevresel faktörler bireyin psikolojik iyi olma halini etkilemektedir (Kumari ve Thapa, 2025). Turistlerin kendilerine ait günlük alışkanlıklarına karşı gösterdiği değer, yaşamsal olarak tatmin olmasına yol açarken bu değer ziyaret ettikleri destinasyonda çevre yanlısı davranışlar göstermesinde etkili olmaktadır (Kamide ve Arai, 2024). Tatmin, turistin bir destinasyonu ziyaret etmeden önceki beklentisinin ne olduğu ve destinasyonu ziyaret ettikten sonraki deneyimi ile birleşmesi sonucu ortaya çıkan ruh hali olarak tanımlanmaktadır (Kotler 1997; Çamlıca ve Buyruk, 2020).

2. YÖNTEM

Bu araştırmanın amacı, Kuzey Kıbrıs yerel halkının seyahat davranışlarını, turistik çevre yanlısı davranışların psikolojik iyi olma hali üzerindeki etkisini farklı değişkenler çerçevesinde inceleyerek ortaya koymaktır. Veri toplama sürecinde çevrimiçi anket yönetimi kullanılmıştır. Anket sosyal medya platformları aracılığıyla katılımcılara ulaştırılmıştır. Araştırma verilerinin toplanmasında 2 bölümden oluşan bir anket formu kullanılmıştır. Anketin birinci bölümünde katılımcıların demografik bilgilerini ölçmeye yönelik sorular bulunmaktadır. İkinci bölümde katılımcıların seyahat davranışlarını ölçmek için 7 ifade yer almaktadır. Araştırmada kullanılan anket 5'li likert tipindedir. Anket toplamda 30 sorudan oluşmaktadır ve anket formu “1=Kesinlikle katılmıyorum” dan “5=Kesinlikle katılıyorum” şeklinde bir derecelenme içermektedir.

2.1.Araştırmanın Teorik Temeli

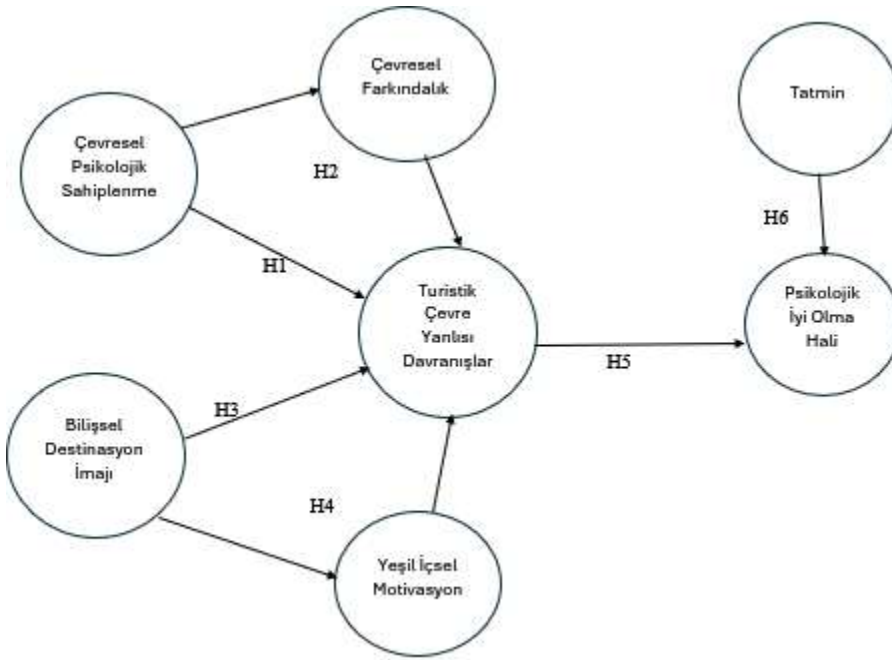
2.1.1.Planlı Davranış Teorisi

Bu araştırmada, bireyin çevre yanlısı davranışlarını açıklarken kurulan teorik temel kapsamında Planlı Davranış Teorisi, psikolojik sahiplenme yaklaşımı ve içsel motivasyon çerçevesinden yararlanılmaktadır. Çevre yanlısı davranışın yolunu açan bilişsel destinasyon imajı ve çevresel farkındalık bilişsel unsurlar olarak; çevresel psikolojik sahiplenme ve yeşil içsel motivasyon kavramları içsel mekanizmaları destekleyen kavramlar olarak ele alınmaktadır.

Ajzen (1985) tarafından, planlı davranış teorisi, bireyin bilinçli olarak gerçekleştireceği davranışlarını ve bu davranışların niyetlerini anlamak için tahmin edilebileceğine ilişkin geliştirilen bir teorik çerçeve olarak tanımlanmaktadır. Ajzen (1991) tarafından geliştirilen Planlı davranış teorisi, davranışa karşı tutum, öznel norm ve algılanan davranışsal kontrol olmak üzere üç faktörden oluşmaktadır. Bu faktörlerden, tutum, bireyin gerçekleştirdiği davranışın kendi içindeki olumlu veya olumsuz değerlendirmesini içerirken, öznel normlar,

belirli davranışları yapması veya yapmaması yönündeki sosyal normatif baskıların algılanması ve algılanan davranışsal kontrol, bireyin davranışlarının gerçekleştirilmesi için gerekli şartların oluşması olarak tanımlanmaktadır (Quintal vd., 2015).

2.2.Araştırmanın Modeli ve Hipotezler



Şekil 1. Araştırmanın Modeli

Araştırmanın modeli kapsamında önerilen hipotezler şu şekildedir:

Turistin bulunduğu destinasyonun belirgin olarak öne çıkarılan özelliği çevre odaklı ise, psikolojik sahiplenme ve çevreye karşı sorumluluk duygusunu daha yoğun hissetmesini sağlayabilmektedir (Süssenbach ve Kamleitner, 2018). Psikolojik sahiplenmenin belirleyicisi olarak görülen koruma isteği, geri dönüşüm ve yeşil ürünlerin tercih edilme potansiyelinde daha yüksek olmaktadır (Felix ve Almaguer, 2019). Shekari vd., (2024) yaptıkları araştırmada, doğa ile iç içe olan kişilerin psikolojik sahiplenme duygusunun daha güçlü olduğuna ve bu etkinin de çevre yanlısı davranışları tetiklediği sonucuna ulaştıklarını belirtmektedirler. She vd., (2022) yaptıkları çalışmada, çevresel psikolojik sahiplenmenin, bireyin kendisini çevrenin sahibi olarak görmesini sağladığını ve bu sahiplik duygusunun çevre yanlısı davranışlar üzerinde olumlu sonuçları olduğunu doğrulamaktadırlar.

H1: Çevresel psikolojik sahiplenme turistik çevre yanlısı davranışlar üzerinde pozitif yönde anlamlı bir etkiye sahiptir.

Çevresel farkındalık seviyesi yüksek olan bireylerin, çevresel sorunları daha bilinçli bir şekilde algılamaktadır (Si vd.,2022). Bu farkındalık seviyesi, bireylerin çevresel bağlılıklarının artmasına katkı sağlamaktadır (Aman vd., 2021). Turistlerin bir destinasyonu ziyaret ettiklerinde çevresel farkındalık seviyeleri, destinasyona yönelik psikolojik sahiplenme ve çevre yanlısı davranışlar arasındaki bağlantıyı önemli ölçüde etkilemektedir (Liu vd., 2024).

H2: Çevresel psikolojik sahiplenme ve turistik çevre yanlısı davranışlar ilişkisinde çevresel farkındalığın aracı rolü oynadığı varsayılmaktadır.

Destinasyon imajı, tek başına çevre yanlısı davranışları anlamak için sınırlı bir kavram olsa da bu davranışların benimsenmesi sonucu ortaya çıkan olumlu sonuçlar üzerinde kritik bir role sahip olduğu belirtilmektedir (Rao vd., 2022). Çevre dostu destinasyon imajını benimseyen destinasyonları ziyaret eden turistlerin çevre yanlısı davranışlar hakkındaki bilişsel izlenimlerinin (bakış açısı, değerler, inançlar vb.), olumlu etkilenmektedir (Cao vd., 2024). Chiu vd., (2014) bilişsel imajın çevre yanlısı davranışlar üzerinde dolaylı bir etkisi olduğu sonucuna vardıklarını belirtmektedirler.

H3: Bilişsel destinasyon imajının turistik çevre yanlısı davranışlar üzerinde pozitif yönde anlamlı bir etkiye sahiptir.

Çevre yanlısı davranışlar göstermeye eğilimli turistlerin, yeşil davranışları gerçekleştirirken dışsal bir ödül beklentisinde olmadan içsel bir tatmin ile uyguladıklarını ve bu durumun çevresel açıdan duyarlı stratejilerin daha yüksek oranda gelişmesini sağlamaktadır (De-Young, 1985). Yeşil içsel motivasyona sahip turistlerin ziyaret ettikleri destinasyonda çevre yanlısı davranışlara katılmaktan halihazırda memnun olurken, destinasyon yöneticilerinin teşvik edici çevresel etkinlikler geliştirme çabası turistlerin yeşil içsel motivasyonunu ve çevre yanlısı davranışlara katılma düzeyini daha da arttırmaktadır (Faraz,2021). Turistlerin, ziyaret ettikleri destinasyonu çevrelerine tavsiye ederek çevre yanlısı davranışların çoğalmasının önünü açarlar; bu devamlılık destinasyon imajının etkisiyle devam etmektedir (Castillo vd., 2023).

H4: Bilişsel destinasyon imajı ile turistik çevre yanlısı davranışlar ilişkisinde yeşil içsel motivasyonun aracı rol oynadığı varsayılmaktadır.

Bradburn (1969) yaptığı çalışmada, psikolojik iyi olma hali kavramının çevre ile ilgili verilecek kararlarda etkili olduğu ve yaşam kalitesi daha yüksek bireylerin sürdürülebilir davranmaya daha eğilimli olduğu ortaya konmuştur). Psikolojik iyi olma haline sahip bireyin çevreye karşı daha bir hissiyat anlamında güçlü bir bakış açısı ve içten gelen bir sorumluluk hissi ile yaklaştığı için çevre yanlısı davranışlara karşı daha motive bir şekilde yaklaştıkları belirtilmektedir (Kim vd., 2021). Bireylerin çevre ilgili odaklandıkları davranışları yerine getirebilmesi, çevreden gelen olumlu tepkiler ve genel hayatından duyduğu tatmin psikolojik iyi olma hali seviyesini arttırarak çevre yanlısı davranış göstermesini desteklemektedir (Nguyen vd., 2021).

H5: Turistik çevre yanlısı davranışlar psikolojik iyi olma hali üzerinde pozitif yönde anlamlı bir etkiye sahiptir. Turistin ziyaret ettiği destinasyonda çevre yanlısı davranışlara yönelmesi destinasyonun sürdürülebilir davranışlara yönelik faaliyetleri sonucu tatmin olması ile gerçekleşmektedir (Zulvianti vd., 2023). Hedeflenen bu tatmin düzeyi ve çevresel anlamda destinasyona yapılan katkılar turistlerin tatminini arttırırken aynı zamanda çevre yanlısı davranışlara ve bu davranışları gösterirken kişinin psikolojik iyi olma haline katkı sağlayarak tatmin seviyesini etkilemektedir (Linden, 2015). Destinasyona daha sadık olma noktasında belirleyici olmaktadır (Öztürk ve Yılmaz, 2020).

H6: Tatmin bireyin psikolojik iyi olma halini pozitif yönde etkiler.

Tablo 1. Araştırmada yer alan ifadeleri ve kullanılan ölçekler

Ölçekler ve İfadeler	İfadelerin Alındığı Kaynaklar
Turistik Çevre Yanlısı Davranışlar 1.Çevreyi destekleyen politikaları kabul eder ve desteklerim. 2.Ziyaret ettiğim destinasyonda doğal alanları korumak için gönüllü çalışırım. 3.Ziyaret ettiğim destinasyonda kültürel miras alanlarının korunması için hazırlanan kuralları uyarım. 4.Bir destinasyonu ziyaret ettiğimde eğer o yer için koruma programı varsa mutlaka katılırım. 5.Ziyaret ettiğim destinasyonlarda bulunan bitki ve hayvanlara karşı olabildiğince hassasiyetimi korurum. 6.Konaklayacağım destinasyonun eko etiketli olması benim için önemlidir.	Yan ve Jia, (2021) Yan ve Jia, (2021) Yan ve Jia, (2021) Lee vd., (2019) Lee vd., (2019) Xu vd., (2020)
Psikolojik İyi Olma Hali 1. Bir destinasyonu ziyaret ettiğimde çevreye yönelik karar verirken kendimi yetersiz hissedirim. 2.Çevre ile ilgili kararlar verirken kendimi stres altında hissedirim. 3.Çevresel aktivitelere katılırken kendimi daha mutsuz hissedirim.	Kimbu vd., (2023)
Çevresel Farkındalık 1.Çevresel sorunları çözebilmenin yolu, çevresel farkındalık ve çevre eğitimi ile mümkündür. 2.Hava kirliliği, küresel ısınma gibi durumlar çevresel krizin boyutlarını her geçen gün artırmaktadır. 3.Çevresel sorunlar evrensel olup çözülmesi için tüm dünyanın çabalaması gerekir. 4. Biyokütle enerjisi, su, rüzgar, yenilenebilir enerji kaynaklarıdır.	Gökşen, (2022)
Yeşil İçsel Motivasyon	

1.Ziyaret ettiğim destinasyonda çevreye faydalı olacak fikirler sunarım. 2.Ziyaret ettiğim destinasyonda çevresel sorumluluk almak hoşuma gider. 3.Ziyaret ettiğim destinasyonda çevre ile ilgili fikirlere katkı sağlamak hoşuma gider. 4. Ziyaret ettiğim destinasyonda ortaya atılan yeşil fikirlerin daha ileriye taşınmasına katkı sağlamak bana kendimi iyi hissettirir.	Li vd., (2020)
Tatmin 1. Çevresel aktivitelere katılmaktan zevk alırım. 2.Katıldığım çevresel aktivitelerin yaşamımda olumlu bir etkisi vardır. 3. Çevre ile ilgili etkinliklere katılmayı zaman kaybı olarak görürüm. 4. Çevresel etkinlikler çevreyi daha iyi tanımamı sağlar. 5.Çevresel etkinliklere katılırken kendimi çevreye karşı daha faydalı hissederim.	Çelik, (2024)
Bilişsel Destinasyon İmaja 1.Ziyaret edeceğim destinasyonda enerji verimliliğine dikkat edilmesi benim için önemlidir. 2. Ziyaret edeceğim destinasyonun ekolojik duyarlılığına dikkat ederim. 3. Ziyaret edeceğim destinasyonda karbon salınım denetimi olması benim için önemlidir. 4. Ziyaret edeceğim destinasyonda bölgedeki fiziksel altyapı olanaklarına dikkat ederim.	Xie vd., (2013)
Çevresel Psikolojik Sahiplenme 1.Doğada bulunduğumda kendimi evimde gibi hissederim. 2.Çevre ile aramda bir bağ olduğunu düşünüyorum. 3.Çevresel ortamlara sahip olduğumu düşünürüm. 4.Doğada kendime ait parça olduğunu düşünüyorum.	She vd., (2022)

2.3.Araştırmanın Kapsamı ve Örneklem Seçimi

Bu araştırmada, Kuzey Kıbrıs yerel halkının seyahat davranışı hedef alınmış ve bu davranışların sadece yaşadığı ülkeyle sınırlı kalmadığı varsayılmaktadır. Anket çalışmasında belirli bir destinasyon hedef alınmamış genel seyahat davranışlarının etkisi araştırılmıştır. Bu araştırma, Kuzey Kıbrıs'ta yaşayan yerel halkın turistik seyahatler sırasında gösterdikleri çevre yanlısı davranışları ve bu davranışların psikolojik iyi olma düzeyleri ile ilişkisini araştırmayı amaçlamaktadır. Araştırma evrenini, Kuzey Kıbrıs'ta yaşayan bireyler oluşturmaktadır. Bu nedenle ankete katılım gösteren katılımcı profilini Kuzey Kıbrıs'ta ikamet eden kişiler dikkate alınarak seçilmiştir. Bu evren, araştırma probleminin doğrudan gözlemlenebildiği ve ölçülebilir olduğu grubu temsil ettiği için seçilmiştir. Evrenin erişilebilir olması veri toplama sürecinin sağlıklı yürütülmesine imkan tanımıştır. Anket yoluyla veri toplama süreci 15.07.2025 ve 20.09.2025 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Araştırmaya katılan 251 kişi araştırmanın örneklemi oluşturmaktadır. Örneklem büyüklüğünün hakkında net bir yönerge

bulunmamakla birlikte etki büyüklüğünün dikkate alınması gerekmektedir. Bu doğrultuda, araştırmada kullanılan 251 katılımcının oluşturduğu örneklemin model tahminleri için yeterli olduğu sonucuna varılmıştır (Hair vd., 2022).

4. BULGULAR

Bu araştırmanın amacı, farklı değişkenlerin turistik çevre yanlısı davranışlar ve psikolojik iyi olma hali arasındaki ilişkiye etkisini planlı davranış teorisi çerçevesinde Kuzey Kıbrıs yerel halkı üzerinden incelemektir. Literatürde benzer değişkenleri farklı örneklemler ele alan çalışmalar bulunmaktadır. Fakat bu çalışmada ele alınan örneklem ve değişken kombinasyonu literatürde oldukça sınırlıdır. Bu çalışma, turistik çevre yanlısı davranışların psikolojik iyi olma haline etkisini Kuzey Kıbrıs yerel halkı üzerinden inceleyerek yerel halkın seyahat davranışı ile ilgili çalışmalara katkı sağlamaktadır. Teorik arka plan incelendiğinde, çevre yanlısı davranış kavramının kapsamlı oluşundan dolayı araştırma içerisinde açıklamanın zor olduğu görülmektedir. Bireyler bulundukları destinasyonun ve dünyanın karşı karşıya olduğu çevresel tahribatın farkındadır. Fakat bu farkındalık, her zaman için bireylerin davranışlarına yansımamaktadır.

Bireyler bulundukları çevreye yönelik göstereceği farkındalık içeren davranışlarını sahip oldukları değerler çerçevesinde gerçekleştirme eğilimi gösterebilmektedir. Farkındalığın etkisiyle çevre yanlısı davranışları sergilemesinin nedenlerinden biri psikolojik sahiplenme olarak ortaya çıkabilmektedir. Bireyin bulunduğu çevreye karşı hissedeceği sorumluluk ve fayda sağlayabilme duygusu çevreye olan bağlılığını artırabilir. Bu bağlılık ve getirdiği sorumluluk ve fayda sağlayabilme duygusu her birey için aynı düzeyde etkili olmayabilir. Bireyin çevreye yönelik farkındalık sahibi olması önemli bir noktadır fakat tek başına davranışın gösterilmesi için yeterli olmamaktadır. Çevre yanlısı davranışın gerçekleşmesi için önemli bir belirleyici olan çevresel farkındalık diğer faktörlerin oluşmasına imkan sağlar. Fakat bu faktörler etkili olmadığı sürece çevresel farkındalığın davranışlar üzerinde baskın bir etkisi olmadığı görülmektedir. Bu faktörlerden biri de bazı bireyler için çevresel davranış göstermek için yeterli olabilen içsel motivasyondur. İçsel motivasyona sahip olan bireyler çevre yanlısı davranışları yerine getirilmesi gereken bir görev olarak görmezler; onlar için bu zaten içten gelen bir duygudur.

Çevre yanlısı davranışlar ve bu davranışların oluşum sürecini etkileyen bir diğer konu hedef destinasyonun imajının rolü bu sürecin bir parçasıdır. Birey ziyaret etmeyi planladığı destinasyona yönelik bir bakış açısına sahiptir. Bireyin ziyareti sonrası destinasyonun çevresel imajı ile birleşince ortaya çıkan deneyimler ve bakış açısının etkilenmesi bilişsel sürecin bir parçasıdır.

Tüm bu süreç boyunca bireyin psikolojik refahının ne düzeyde olduğunun da incelenmesi araştırmaya farklı bir boyut katmaktadır. Araştırmaya katılan boyutun etkisiyle, seyahat süresince bireyin nasıl hissettiği önem kazanmaktadır.

Genel olarak bu çalışma tek bir açıklama sunmaktansa, bahsedilen faktörlerin bir araya gelince ortaya çıkardığı davranışları incelemektedir.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmanın amacı, Kuzey Kıbrıs yerel halkını ele alarak çevre yanlısı davranış ve psikolojik iyi olma hali arasındaki ilişkiyi incelemektir. Bu iki kavram arasındaki ilişkiyi incelerken farklı unsurlar bir araya getirilmiştir.

Psikolojik sahiplenme, çevresel farkındalık, içsel motivasyon ve bilişsel destinasyon imajı gibi kavramlar ayrı ayrı ele alınırken bu çalışmada aynı çerçevede incelenmesi farklı bir bakış açısı oluşturarak katkıda bulunulmuştur.

Araştırmanın bir diğer önemli noktası da yerel halka odaklanılmasıdır. Yerel halkın ele alındığı çalışmaların oldukça sınırlı düzeyde olduğu görülmektedir. Bu çalışmada yerel halkın seyahat davranışına odaklanması seyahat davranışı literatürüne katkı sunmaktadır.

Bununla birlikte, bu çalışma bazı sınırlılıklara sahiptir. Bu araştırmada, Kuzey Kıbrıs yerel halkının seyahat davranışı hedef alınmış ve bu davranışların sadece yaşadığı ülkeyle sınırlı kalmadığı varsayılmaktadır. Bu çalışmada, belirli bir destinasyon hedef alınmamış genel seyahat davranışlarının etkisi araştırılmıştır. Gelecekteki çalışmalar, benzer fikirleri farklı ortamlarda test edilebilir.

Sonuç olarak, bu çalışma, kesin cevaplar bulmaktan daha çok çevre yanlısı davranışlar ile psikolojik iyi olma hali arasındaki ilişkiyi inceleyerek, bu iki kavram arasındaki ilişkinin görüldüğünden daha da karmaşık olduğunu ve basit bir çerçeve de ele alınamayacağını ortaya koymaktadır.

KAYNAKLAR

- Aguiar-Castillo, L., Rajendra-Teli, S., & Perez-Jimenez, R. (2023). Gamification and proenvironmental performance: Could tourists return home with more sustainable habits?. *Journal of Hospitality and Tourism Technology*, 14(3), 444–459.
- Ajzen, I. (1985). From intentions to actions: A theory of planned behavior. In J. Kuhl & J. Beckmann (Eds.), *Action control: From cognition to behavior* (pp. 11–39). Springer.
- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 179–211.
- Aman, S., Hassan, N. M., Khattak, M. N., Moustafa, M. A., Fakhri, M., & Ahmad, Z. (2021). Impact of tourist's environmental awareness on pro-environmental behavior with the mediating effect of tourist's environmental concern and moderating effect of tourist's environmental attachment. *Sustainability*, 13(23), 12998.
- Baloch, Q. B., Shah, S. N., Iqbal, N., Sheeraz, M., Asadullah, M., Mahar, S., & Khan, A. U. (2023). Impact of tourism development upon environmental sustainability: A suggested framework for sustainable ecotourism. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(3), 5917–5930.
- Bradburn, N. M. (1969). *The structure of psychological well-being*. Aldine.
- Cao, J., Qiu, H., Morrison, A. M., & Guo, Y. (2024). The effect of pro-environmental destination image on resident environmental citizenship behavior: The mediating roles of satisfaction and pride. *Land*, 13(7), 1075.
- Chen, C., Rasheed, A., & Ayub, A. (2023). Does green mindfulness promote green organizational citizenship behavior: A moderated mediation model. *Sustainability*, 15(6), 5012.
- Chen, X., & Cheung, L. T. O. (2025). Balancing nature-based tourism and sustainable well-being: Exploring aesthetic quality, environmental benefits, and pro environmental behaviour. *Asia Pacific Journal of Tourism Research*, 30(6), 809–830. <https://doi.org/10.1080/10941665.2025.2470639>
- Chiu, Y. T. H., Lee, W. I., & Chen, T. H. (2014). Environmentally responsible behavior in ecotourism: Exploring the role of destination image and value perception. *Asia Pacific Journal of Tourism Research*, 19(8), 876–889.
- Çamlıca, Ç., & Buyruk, L. (2020). *Turistlerin yiyeceklerin kalitesine ilişkin algılarının tatmine ve tatminin davranışsal niyete etkisi: Nevşehir örneği* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi.
- Çelik, S. (2024). *Kadınların boş zaman aktivitelerinde cinsiyetleşmiş alanları tercih etme sebeplerinin yaşam tatmini ve boş zaman tatmini açısından incelenmesi: Ankara ili örneği* [Yüksek lisans tezi]. 1–149.

- Dagher, G. K., & Itani, O. (2014). Factors influencing green purchasing behaviour: Empirical evidence from the Lebanese consumers. *Journal of Consumer Behaviour*, 13(3), 188–195.
- Daneshwar, D., & Revaty, D. (2024). A paradigm shift towards environmental responsibility in sustainable green tourism and hospitality. *International Journal of Social Science and Human Research*, 7(05), 2795–2798.
- Daryanto, A., & Song, Z. (2021). A meta-analysis of the relationship between place attachment and pro-environmental behaviour. *Journal of Business Research*, 123, 208–219.
- De Young, R. (1985). Encouraging environmentally appropriate behavior: The role of intrinsic motivation. *Journal of Environmental Systems*, 15(4), 281–292.
- Faraz, N. A., Ahmed, F., Ying, M., & Mehmood, S. A. (2021). The interplay of green servant leadership, self-efficacy, and intrinsic motivation in predicting employees' pro-environmental behavior. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 28(4), 1171–1184.
- Fauzi, M. A., Han, H., Hanafiah, M. H., & Bakar, N. A. A. (2023). Pro-environmental behavior in tourism and hospitality: Science mapping of present and future trends. *Journal of Travel & Tourism Marketing*, 40(8), 712–727.
- Felix, R., & Almaguer, J. (2019). Nourish what you own: Psychological ownership, materialism and pro-environmental behavioral intentions. *Journal of Consumer Marketing*, 36(1), 82–91.
- Fuchs, K. (2025). Traveling green: A mixed-methods study examining the drivers of sustainable tourism behavior. *Tourism and Hospitality Research*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1177/14673584251346296>
- Gao, Y., Zhao, Z., Ma, Y., & Li, Y. (2022). A rational-affective-moral factor model for determining tourists' pro-environmental behaviour. *Current Issues in Tourism*. <https://doi.org/10.1080/13683500.2022.2078687>
- Gökşen, E., vd. (2022). Çevre danışmanlık hizmeti veren çevre görevlilerinin çevresel farkındalık ve tutumlarının belirlenmesi: Ankara örneği. İçinde *Mühendislik Bilimlerinde Güncel Tartışmalar* (ss. 63–78). Duvar Yayınları.
- Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2022). *A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM)* (3rd ed.). Sage.
- Hermalia, R. A., & Kuswati, R. (2025). The effect of green intrinsic and extrinsic motivation on green product purchase behavior mediated by green product purchase intention. *Jurnal Manajemen Bisnis*, 12(1), 12–24.
- Hunt, J. D. (1975). Image as a factor in tourism development. *Journal of Travel Research*, 13(3), 1–7.
- Kamide, H., & Arai, T. (2024). Human–object interaction, connectedness with nature, and life satisfaction: A cross-sectional study. *Frontiers in Psychology*, 15, 1360518.

- Kim, A., Kim, K. P., & Nguyen, T. H. D. (2021). The green accommodation management practices: The role of environmentally responsible tourist markets in understanding tourists' pro-environmental behaviour. *Sustainability*, 13(4), 2326.
- Kimbu, A. N., Adam, I., Dayour, F., & de Jong, A. (2023). COVID-19-induced redundancy and socio-psychological well-being of tourism employees: Implications for organizational recovery in a resource-scarce context. *Journal of Travel Research*, 62(1), 55–74.
- Kotler, P. (1997). *Marketing Management, International Edition*. 9th Edition, Prentice Hall, ABD.
- Kumari, A., & Thapa, K. (2025). A systematic literature review on psychological well-being. *Int J Multidiscip Res*, 7(2), 1-3.
- Lee, Y. K., Pei, F., Ryu, K. S., & Choi, S. (2019). Why the tripartite relationship of place attachment, loyalty, and pro-environmental behaviour matter?. *Asia Pacific Journal of Tourism Research*, 24(3), 250–267.
- Li, L. (2024). A review of research on factors influencing employee green behavior. *International Journal of Global Economics and Management*, 3(2), 329–333.
- Li, W., Bhutto, T. A., Xuhui, W., Maitlo, Q., Zafar, A. U., & Bhutto, N. A. (2020). Unlocking employees' green creativity: The effects of green transformational leadership, green intrinsic, and extrinsic motivation. *Journal of Cleaner Production*, 255, 120229.
- Liu, J., Qu, H., Huang, D., Chen, G., Yue, X., Zhao, X., & Liang, Z. (2014). The role of social capital in encouraging residents' pro-environmental behaviors in community-based ecotourism. *Tourism Management*, 41, 190–201.
- Lv, X., Shi, K., Xu, S., & Wu, A. (2024). Will tourists' pro-environmental behavior influence their well-being? An examination from the perspective of warm glow theory. *Journal of Sustainable Tourism*, 32(8), 1453–1470.
- Nematpour, M., Ghaderi, Z., Ghaffari, M., Zare, H., & Mohammadkazemi, R. (2025). Cognitive destination image formation among first-time Chinese tourists. *Journal of Hospitality and Tourism Insights*, 8(6), 2033–2056.
- Nguyen-Van, P., Stenger, A., & Tiet, T. (2021). Social incentive factors in interventions promoting sustainable behaviors: A meta-analysis. *PLoS One*, 16(12), e0260932.
- Noël, T., & Dardenne, B. (2024). Psychological ownership to enhance public green space loyalty. *Cities*, 151, 105088.
- Obradović, S., & Stojanović, V. (2024). Tourists' environmentally responsible behaviour - The case of ecotourism and geotourism destinations in Serbia. *Eastern European Countryside*, 30, 107–142.

- Öztürk, İ., & Yılmaz, İ. (2020). Otel müşterilerinin hizmet adalet algıları ve davranışsal niyetleri arasındaki ilişkide hizmet telafisi tatmini ve genel tatminin aracılık rolü. *Türk Turizm Araştırmaları Dergisi*, 4(3), 2361–2377.
- Peters, A., & Fuchs, M. (2025). A relational exploration of tourists' environmental values and their perception of restrictions in protected nature. *Journal of Sustainable Tourism*, 33(1), 28–45.
- Pousa-Unanue, A., Alzua-Sorzabal, A., & Femenia-Serra, F. (2025). Advancing pro-environmental behaviour models: Introducing the rational, normative and contextual tourists' pro-environmental behaviour (RNC-PEB) framework. *Consumer Behavior in Tourism and Hospitality*, 20(3), 477–495.
- Quintal, V. A., Thomas, B., & Phau, I. (2015). Incorporating the winescape into the theory of planned behaviour: Examining 'new world' wineries. *Tourism Management*, 46, 596–609.
- Rao, X., Qiu, H., Morrison, A. M., Wei, W., & Zhang, X. (2022). Predicting private and public pro-environmental behaviors in rural tourism contexts using SEM and fsQCA: The role of destination image and relationship quality. *Land*, 11(3), 448.
- Seif, M. H., & Nematollahi, M. A. S. (2019). The effective factors on environmentally friendly behavior: A case study. *Journal of Applied Environment and Biological Sciences*.
- She, S., Li, S., Xu, J., & Yang, B. (2022). Exploring the concept, antecedents, and consequences of environmental psychological ownership. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(19), 12621.
- Shekari, F., Azizi, F., & Ghaderi, Z. (2024). Adults' pro-environmental behaviours and childhood experiences: The mediating role of nature connectedness, psychological ownership, and environmental knowledge. *Current Issues in Tourism*, 27(22), 3849–3865.
- Si, W., Jiang, C., & Meng, L. (2022). The relationship between environmental awareness, habitat quality, and community residents' pro-environmental behavior—Mediated effects model analysis based on social capital. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(20), 13253.
- Süssenbach, S., & Kamleitner, B. (2018). Psychological ownership as a facilitator of sustainable behaviors. In *Psychological Ownership and Consumer Behavior* (pp. 211–225). Springer.
- Takala, M. (1991). Environmental awareness and human activity. *International Journal of Psychology*, 26(5), 585–597.
- Van Der Linden, S. (2015). Intrinsic motivation and pro-environmental behaviour. *Nature Climate Change*, 5(7), 612–613.

- Wang, F., Peng, X., Wei, R., Qin, Y., & Zhu, X. (2019). Environmental behavior research in resources conservation and management: A case study of Resources, Conservation and Recycling. *Resources, Conservation and Recycling*, 141, 431–440.
- Wang, Z., Udomwong, P., Fu, J., & Onpium, P. (2023). Destination image: A review from 2012 to 2023. *Cogent Social Sciences*, 9(1), 2240569.
- Wei, S., & Milman, A. (2002). The impact of participation in activities while on vacation on seniors' psychological well-being: A path model application. *Journal of Hospitality & Tourism Research*, 26(2), 175–185.
- Wu, J., Font, X., & Liu, J. (2021). Tourists' pro-environmental behaviors: Moral obligation or disengagement?. *Journal of Travel Research*, 60(4), 735–748.
- Xie, K. L., & Lee, J. S. (2013). Toward the perspective of cognitive destination image and destination personality: The case of Beijing. *Journal of Travel & Tourism Marketing*, 30(6), 538–556.
- Xu, F., Huang, L., & Whitmarsh, L. (2020). Home and away: Cross-contextual consistency in tourists' pro-environmental behavior. *Journal of Sustainable Tourism*, 28(10), 1443-1459.
- Yan, A., & Jia, W. (2021). The influence of eliciting awe on pro-environmental behavior of tourist in religious tourism. *Journal of Hospitality and Tourism Management*, 48, 55–65.
- Zulvianti, N., Akmal, H., & Putra, M. R. (2023). The role of pro-environmental behavior in the development of sustainable tourism. *Global Journal of Environmental Science and Management*, 9, 319–330.

İSTAKOZ YEMEKLERİ

Süleyman ÖNERİ

Dr. Öğr. Üyesi Muğla Sıtkı Koçman University, Milas Vocational School, Hotel Restaurant and Catering Services Department, 48200, Milas/Muğla, Turkey,.

1ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0000-0000-0000>

suleymanoner@mu.edu.tr, cep telefonu numaraları:05421820848

Özet

Kremalı istakozlu pilav yemeği;

Bu yemek tipik bir okyanus yaz yemeğidir. Bu yemek için canlı istakoz, zeytin yağı, tereyağı, arpacık soğanı, düşük sodyumlu sebze suyu, yuvarlak taneli pirinç, kurutulmuş beyaz şarap, tomates suyu, italyan maydonozu, tuz ve ekstra virgin zeytin yağı kullanılır.

Kahverengi tereyağlı istakoz salatası; Fındık, kahverengi tereyağı, istakoz ve çıtır çiğ mısır hepsi birlikte servis edilir. Bu yemek domates, ince dilimlenmiş mozzarella peyniri kullanılarak yapılır.

Sarımsaklı istakozlu makarna yemeği; Bu yemek için istakoz, ince makarna, mantar, yeşil soğan, sarımsak, istiridye sosu, soya sosu kullanılır. Bu yemeğin hazırlanması ve pişirilmesi 35 dakikayı bulur.

İstakoz salatası; Bu salatayı yapmak için istakoz eti, otlar ve yeşillikler, kremalı sos kullanılır. Olduğu gibi servis edilir. İstakoz salatası sandivici olarak tüketilir.

Anahtar kelimeler: İstakoz, Yemek, Gastronomi

LOBSTER FOOD

Abstract

Creamy Lobster Risotto; This meal is a occasion summer diner. Ingredients of this meal are live lobster, olive oil, butter, shallot, Arborio rice, low-sodium vegetable broth, dry white wine, tomatoes with juices, Italian parsley, salt, extra virgin olive oil.

Brown Butter Lobster Caprese Salad; Nutty, brown butter lobster and crunchy raw corn are served together. This meal is made tomato, thinly sliced fresh mozzarella.

Garlic lobster noodles; For this meal, lobster, thin noodles, mushrooms, green onions, garlic, oyster sauce, soy sauce are used. It takes totally 35 min to prepare this meal.

Lobster salad; Lobster meat, herbs, and greens, in a creamy dressing are used to make this meal. It is served as it is. It is consumed as lobster salad sandwich as well.

Keywords: Lobster, Meal, Gastronomy

YENGEÇ YEMEKLERİ

Süleyman ÖNERİ

Dr. Öğr. Üyesi Muğla Sıtkı Koçman University, Milas Vocational School, Hotel Restaurant and Catering
Services Department, 48200, Milas/Muğla, Turkey,.

1ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0000-0000-0000>

suleymanoner@mu.edu.tr, cep telefonu numaraları:05421820848

Özet

Kara biberli Yengeç yemeği;

Karabiber yengeç yemeği karabiber ve yengecin kızartılması ile elde edilir. Bu yemek kuru ve koyu kıvamlıdır.

Dondurmalı yengeç Yemeği;

Bu yemek yengeç ve dondurma aromalı tatlı bir yiyecektir. Dondurmalı yengeç yengeç, dondurma, süt tozu, yumurta sarısı ve şeker içerir. Yarım saatlik bir sürede dondurulur. Bu yemek tatlıdır ve dondurulmuş yengeç bisküvüsü olarak da tüketilir.

Acılı yengeç yemeği;

Bu yemek çoğunlukla Malezya ve Singapurda tüketilir. Acı yengeç sosu tatlı olarak tanımlanır fakat baharatlı bir tadıda vardır. Bu yemek için çamur yengeci kullanılır. Genellikle kızartılmış veya buharda pişirilerek servis edilir.

Anahtar kelimeler: Yengeç, Yemek, Gastronomi

CRAB FOOD

Abstract

Black pepper crab;

Black pepper crab is made by frying crabs with black pepper. It has a dry thickener.

Crab ice cream;

Crab ice cream is a sweet, flavour of ice cream with crab. Crab ice cream contains crab and milk powder, yolks of egg, and sugar and it is freeze for half an hour. Crab ice cream is sweet in flavour. crab ice cream is also consumed as frozen crab bisque.

Chilli crab is consumed in the seafood of Malaysia and Singapore. Chilli crab sauce is identified as sweet, but it is taste savoury as well. Mud crabs are generally used for this meal, It is usually served as fried or steamed.

Keywords: Crab, Meal, Gastronomy

LİMAN OPERASYONLARINDAN KAYNAKLANAN HAVA KİRLİLİĞİNİN EKONOMİK MALİYETİ: DIŞSALLIK TEMELLİ BİR DEĞERLENDİRME

Doç. Dr., Süleyman KÖSE¹

¹Abdullah Kanca Meslek Yüksekokulu, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Türkiye, Deniz ve Gemi

Mühendisliği, s.kose@ktu.edu.tr, 0000-0003-2940-7042

Özet

Liman operasyonlarından kaynaklanan hava kirliliği, çoğu zaman dikkate alınmayan ancak önemli toplumsal maliyetler doğurmaktadır. Denizcilik faaliyetlerinden kaynaklanan emisyonları nicel olarak inceleyen çok sayıda çalışma bulunmasına rağmen, bu emisyonların ekonomik etkileri, özellikle liman ölçeğinde, sınırlı düzeyde ele alınmıştır. Bu çalışma, liman operasyonlarından kaynaklanan hava kirlileti emisyonların ekonomik maliyetini dışsallık temelli bir yaklaşım kullanarak değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Bu kapsamda, manevra, limanda bekleme (hoteling) ve yardımcı makine faaliyetlerini içeren gemi operasyonlarına ait CO₂, NO_x ve SO₂ emisyonlarını tahmin etmek amacıyla aktivite tabanlı bir emisyon hesaplama yöntemi kullanılmıştır. Emisyonların ekonomik maliyetleri, literatürde yer alan birim maliyet değerleri kullanılarak hesaplanmıştır. CO₂ emisyonları için sosyal karbon maliyeti (SCC) yaklaşımı uygulanırken, NO_x ve SO₂ emisyonları için sağlık temelli zarar maliyetleri dikkate alınmıştır. Elde edilen sonuçlar, liman kaynaklı emisyonların önemli bir ekonomik yük oluşturduğunu göstermektedir. Temsili bir liman senaryosu üzerinden yapılan analizde, toplam dışsal maliyetin yıllık 17 milyon ABD dolarını aşabildiği belirlenmiştir. Bu maliyet içerisinde NO_x emisyonlarının, insan sağlığı üzerindeki etkileri nedeniyle en büyük paya sahip olduğu, CO₂ emisyonlarının ise iklim değişikliği kaynaklı maliyetlerde baskın rol oynadığı görülmüştür. SO₂ emisyonlarının miktar olarak daha düşük olmasına rağmen, önemli düzeyde ekonomik zarar oluşturduğu tespit edilmiştir. Bulgular, ekonomik dışsallıkların dikkate alınmamasının, liman operasyonlarının gerçek çevresel yükünün ciddi şekilde olduğundan düşük değerlendirilmesine yol açtığını ortaya koymaktadır. Bu çalışma, emisyon envanterleri ile ekonomik değerlendirme yöntemlerini bütünleştirerek liman ölçeğinde yeni bir bakış açısı sunmakta ve karar alma süreçlerinde dışsal maliyetlerin dikkate alınmasının önemini vurgulamaktadır.

Anahtar kelimeler: Liman emisyonları, Ekonomik maliyet, Dışsallıklar, Sosyal karbon maliyeti, Hava kirliliği

ECONOMIC COST OF AIR POLLUTION FROM PORT OPERATIONS: AN EXTERNALITY-BASED ASSESSMENT

Abstract

Air pollution generated by port operations imposes significant but often unaccounted societal costs. While numerous studies have quantified emissions from maritime activities, the economic implications of these emissions remain relatively underexplored, particularly at the port scale. This study aims to assess the economic cost of air pollutant emissions originating from port operations using an externality-based approach. An activity-based emission estimation framework was employed to quantify annual emissions of CO₂, NO_x, and SO₂ from port-related vessel operations, including maneuvering, hoteling, and auxiliary engine usage. The economic costs associated with these emissions were calculated using established unit cost factors. The social cost of carbon (SCC) was applied to CO₂ emissions, while health-related damage cost factors were used for NO_x and SO₂ emissions. The results indicate that port-related emissions can impose substantial economic burdens. A representative case analysis shows that total external costs can exceed 17 million USD annually, with NO_x emissions contributing the largest share due to their significant health impacts. CO₂ emissions dominate climate-related costs, while SO₂ emissions also generate notable economic damage despite lower emission quantities. The findings demonstrate that neglecting economic externalities leads to a significant underestimation of the true environmental impact of port operations. This study provides an integrated framework linking emission inventories with economic valuation and highlights the importance of incorporating external costs into port management and policy decision-making processes.

Keywords: Port emissions, Economic cost, Externalities, Social cost of carbon, Air pollution

1. INTRODUCTION

Port operations play a critical role in the sustainability of global trade, while also generating significant environmental impacts. In particular, ship-related air pollutants adversely affect local air quality in port areas and pose serious risks to human health (Lee et al., 2026). In this context, technological and operational solutions aimed at reducing port-related emissions have gained increasing importance in recent years (Wu et al., 2026; Wang et al., 2026).

Various strategies and scenarios have been developed and evaluated in the maritime sector to achieve carbon reduction and net-zero emission targets (Kramel et al., 2026). However, most existing studies primarily focus on the physical quantities of emissions, while their economic and societal impacts are often overlooked. Nevertheless, externalities arising from transportation systems lead to significant environmental and economic consequences (Tsoi & Loo, 2026; Gillen et al., 2006).

Externality-based approaches have emerged as an important tool for revealing the true costs of transportation activities. These approaches enable the economic valuation of the impacts of air pollution on human health as well as climate change-related damages (Zhou & Damnjanovic, 2010). However, studies that systematically evaluate the economic costs of emissions at the port scale remain limited.

This study aims to assess the economic cost of air pollutant emissions originating from port operations using an externality-based approach. For this purpose, a representative port scenario is developed to link emission quantities with their associated economic costs, thereby revealing the true environmental burden of port activities. The study seeks to fill a critical gap in the literature by integrating emission inventories with economic valuation methods.

1.1. Theoretical Framework

The theoretical foundation of this study is based on environmental externalities arising from transportation activities and their economic valuation. Externalities refer to the costs or benefits imposed on third parties that are not reflected in market prices. Air pollution in the transportation sector is widely recognized as one of the most significant negative externalities (Gillen et al., 2006).

Emissions generated by ship operations in ports have both local and global environmental impacts. Pollutants such as NO_x and SO₂ have direct effects on human health, while CO₂ emissions contribute to global climate change. Therefore, it is essential to evaluate not only the physical quantities of these emissions but also their economic costs (Tsoi & Loo, 2026).

Two main approaches are commonly used for the economic valuation of emissions. The first is the Social Cost of Carbon (SCC), which quantifies the long-term economic damages associated with CO₂ emissions. The

second approach involves health-based damage cost factors for pollutants such as NO_x and SO₂, linking their health impacts to economic values (Zhou & Damnjanovic, 2010).

Although technological and operational solutions for emission reduction in the maritime sector have gained attention, the importance of evaluating these solutions together with their economic implications has increasingly been emphasized (Wu et al., 2026; Wang et al., 2026). In this context, externality-based approaches provide a comprehensive framework for assessing the true costs of port operations.

2. METHODOLOGY

In this study, an activity-based approach was employed to estimate the economic costs of air pollutant emissions from port operations. The methodology consists of two main stages: (i) emission estimation and (ii) economic cost calculation.

In the first stage, emissions from ship activities including maneuvering, hoteling, and auxiliary engine operations were considered. Emissions were calculated using the following equation:

$$E = A \times EF$$

where E represents the emission amount (tons), A denotes activity data (e.g., fuel consumption or operating time), and EF is the emission factor.

A representative medium-sized commercial port scenario in Türkiye was developed, and annual emissions were assumed as follows:

- CO₂: 50,000 tons/year
- NO_x: 1,200 tons/year
- SO₂: 300 tons/year

In the second stage, the economic costs of emissions were calculated using unit cost values obtained from the literature. The Social Cost of Carbon (SCC) was applied for CO₂ emissions, while health-based damage cost factors were used for NO_x and SO₂ emissions.

- CO₂: 80 \$/ton
- NO_x: 8,000 \$/ton
- SO₂: 12,000 \$/ton

The total economic cost was calculated as:

$$Cost = E \times UC$$

Where Cost is the total economic cost, E is the emission amount, and UC is the unit cost.

This approach enables a comprehensive evaluation of both the physical and economic impacts of port-related emissions.

3. RESULTS

The economic costs of emissions from port operations were estimated based on a representative port scenario. The results provide a clear quantification of the contribution of different pollutants to the total external cost. According to Table 1, the total economic cost is approximately 17.2 million USD per year, indicating that port operations impose not only environmental pressures but also substantial economic burdens on society. This finding highlights the importance of incorporating external cost components into port-related environmental assessments.

Table 1 presents the detailed breakdown of emissions and their associated economic costs. Among the pollutants, NO_x emissions constitute the largest share of the total cost despite relatively lower emission quantities compared to CO₂. This is primarily due to the significantly higher unit damage costs associated with human health impacts.

Table 1. Economic costs of port-related emissions

Pollutant	Emissions (ton/year)	Unit cost (\$/ton)	Total cost (\$)
CO ₂	50,000	80	4,000,000
NO _x	1,200	8,000	9,600,000
SO ₂	300	12,000	3,600,000
Total			17,200,000

The distribution of pollutants within the total economic cost is illustrated in Figure 1. NO_x emissions account for approximately 56% of the total cost, whereas CO₂ and SO₂ contribute about 23% and 21%, respectively. This distribution clearly indicates that NO_x emissions are the dominant contributor to economic damage in port environments.

Figure 2 presents a comparative analysis of pollutant-specific economic costs. NO_x emissions generate the highest cost, approximately 9.6 million USD, reflecting their strong linkage to adverse health outcomes. CO₂ emissions contribute approximately 4 million USD, mainly associated with long-term climate change impacts. In contrast, SO₂ emissions, although lower in total quantity, account for approximately 3.6 million USD, demonstrating their disproportionately high damage cost per unit emission.

A key finding of this study is that emission magnitude alone is not a sufficient indicator of environmental impact. While CO₂ emissions dominate in terms of mass, their relatively low unit cost results in a smaller share of total economic burden. Conversely, pollutants such as SO₂ and NO_x, even at lower emission levels, can generate substantial economic damage due to their high marginal cost factors.

These results emphasize the necessity of adopting integrated assessment approaches that combine emission inventories with economic valuation. Such approaches provide a more realistic representation of environmental impacts and support more effective decision-making processes in port management and policy development.

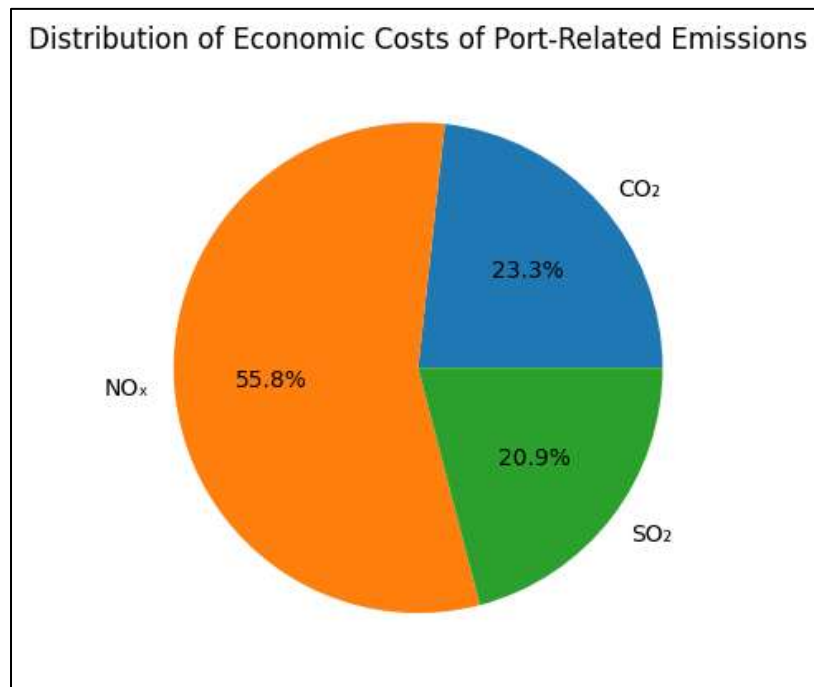


Figure 1. Distribution of economic costs of port-related emissions

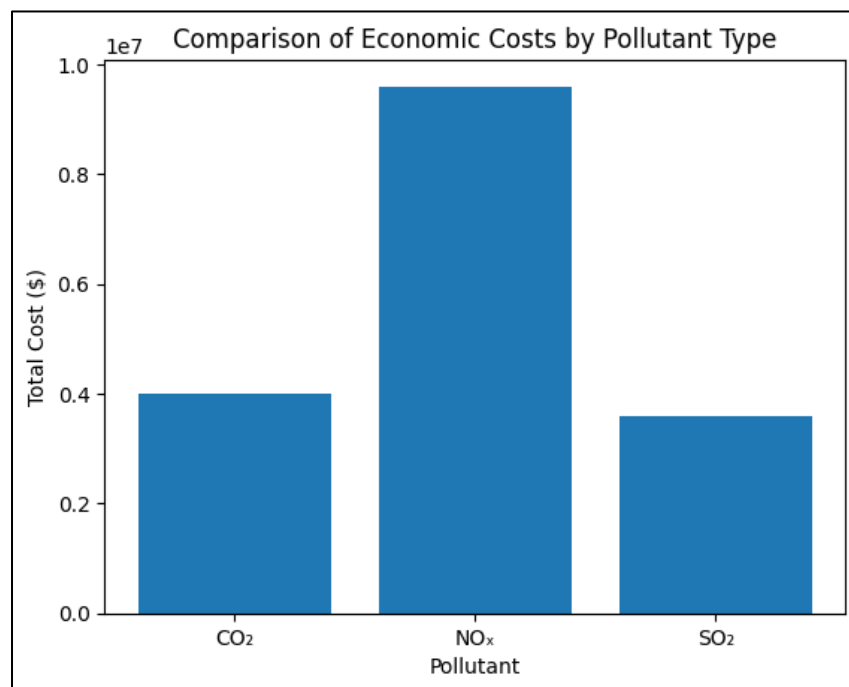


Figure 2. Comparison of economic costs by pollutant type

3.1. Discussion of Findings

The results clearly demonstrate that the economic impacts of port-related emissions are substantial and should not be overlooked in environmental assessments. The dominance of NO_x emissions in the total economic cost highlights the critical importance of local air quality and its direct implications for human health. This finding is consistent with previous studies emphasizing that health-related damage costs often outweigh climate-related costs in port environments.

Furthermore, the contribution of CO₂ emissions underscores the importance of addressing long-term climate change impacts associated with maritime activities. Although CO₂ emissions represent the largest share in terms of mass, their relatively lower unit cost results in a smaller proportion of the total economic burden. This highlights a key distinction between mass-based emission assessments and cost-based evaluations.

The significant economic impact of SO₂ emissions, despite their comparatively lower quantities, further illustrates the importance of considering pollutant-specific damage factors. High unit cost values associated with SO₂ emissions indicate that even small emission reductions can lead to substantial economic benefits. This finding supports the need for targeted emission control strategies that prioritize pollutants with higher marginal damage costs.

The combined interpretation of Figure 1 and Figure 2 reveals that economic impacts vary considerably depending on pollutant type, reflecting differences in both emission quantities and unit cost factors. This variability demonstrates that uniform emission reduction strategies may not be optimal. Instead, differentiated and pollutant-specific approaches should be adopted to maximize environmental and economic efficiency.

From a policy perspective, the findings highlight the necessity of integrating external cost considerations into port management and regulatory frameworks. Traditional emission inventories that rely solely on physical quantities may lead to misleading conclusions regarding environmental priorities. Incorporating economic valuation into emission assessments enables more informed decision-making and supports the development of cost-effective mitigation strategies.

Overall, this study reinforces the importance of shifting from purely emission-based assessments toward integrated frameworks that capture both environmental and economic dimensions of port-related pollution.

4. CONCLUSION, DISCUSSION AND RECOMMENDATIONS

This study evaluates the economic costs of air pollutant emissions from port operations using an externality-based approach, providing a comprehensive perspective on both environmental and economic impacts. The findings clearly demonstrate that port activities generate not only physical emissions but also substantial external costs that are often overlooked in conventional assessments.

The analysis indicates that total external costs can reach approximately 17.2 million USD annually, highlighting the significant economic burden imposed by port-related emissions. Among the pollutants, NO_x emissions

account for the largest share due to their pronounced health impacts, while CO₂ emissions dominate climate-related damages. Although SO₂ emissions are relatively lower in quantity, their high unit damage costs result in considerable economic consequences.

A key implication of this study is that emission magnitude alone is insufficient to represent environmental impact. Approaches based solely on emission quantities may lead to a systematic underestimation of the true environmental burden. In contrast, integrating economic valuation into emission assessments provides a more realistic and policy-relevant understanding of environmental impacts.

From a practical perspective, the findings suggest that emission control strategies in ports should be prioritized based on economic damage rather than emission volume alone. Targeting pollutants with higher marginal damage costs, such as NO_x and SO₂, can yield more effective and cost-efficient mitigation outcomes.

Furthermore, the study highlights the importance of incorporating external cost considerations into port management, regulatory frameworks, and environmental policy development. The integration of economic and environmental assessment approaches can support more informed decision-making processes and contribute to the development of sustainable and resilient port systems.

This study contributes to the existing literature by bridging the gap between emission inventories and economic valuation methodologies. By providing an integrated assessment framework, it offers a practical tool for policymakers, port authorities, and researchers aiming to better understand and manage the environmental impacts of port operations.

KAYNAKLAR

- Ateto, A. G., Farag, H. A. I., Hassan, S. S., Mohamed, M. T., & Ahmed, M. M. (2026). Economic viability of green mining: Technology costs, policy, and case studies-a review. *Journal of Al-Azhar University Engineering Sector*, 21(78), 100–118.
- Gillen, D., Lawson, J., Waters II, W. G., & Zhang, A. (2006). Using measures of externality costs to obtain the full costs of transport modes. In *Australasian Transport Research Forum (ATRF)*, 29th, Gold Coast, Queensland, Australia.
- Kramel, D., Krey, V., Fricko, O., Maczek, F., Muri, H., & Strømman, A. H. (2026). Maritime sector pathways toward net-zero emissions within global energy scenarios. *Scientific Reports*.
- Lee, J. W., Lee, E. C., Li, Z. Y., & Chen, J. R. (2026). Evaluating the impact of emission control areas on fine particulate pollution in Incheon Port. *Maritime Business Review*, 1–16.
- Tsoi, K. H., & Loo, B. P. (2026). A multiscale assessment on negative transport externalities: Magnitude, composition and policy implications. *Research in Transportation Economics*, 116, 101732.
- Wang, J., Lee, K., Fu, X., & Yan, R. (2026). Data-driven decarbonization in the maritime industry: An integrative analytical review. *Communications in Transportation Research*.
- Wu, J., Guo, X., Peng, S., & Song, S. (2026). An adaptive technology portfolio optimization framework for port carbon and pollutants mitigation. *Journal of Cleaner Production*, 543, 147665.
- Zhou, X., & Damnjanovic, I. D. (2010). Valuing real estate externality-based option in development of transit system projects.

İZMİT KENT YERLEŞİM ALANININ MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ ÖZELLİKLERİNİN DEĞERLENDİRMESİ

Galip Cansu ÖGE¹ Özkan CORUK²

¹Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı,
galipoge41@gmail.com, ORCID: 0009-0005-9020-1053

²Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,
coruk@kocaeli.edu.tr, ORCID: 0000-0001-5072-200X

Özet

Kocaeli ili İzmit yerleşim alanı hem yüksek nüfus yoğunluğu hem de tektonik olarak aktif bir bölgede bulunması nedeniyle zemin ve kaya birimlerinin mühendislik jeolojisi özellikleri yerleşim planlaması ve deprem tehlikesi açısından kritik bir öneme sahiptir. Bu çalışma kapsamında, İzmit kenti yerleşim alanının mühendislik jeolojisi özellikleri sondaj verileri ve coğrafi bilgi sistemi yazılımları kullanılarak incelenmiştir. İzmit ve yakın çevresinde, yoğunluğu yerleşim alanında gerçekleştirilmiş 394 adet sondaj verisi değerlendirilmiştir. Bu veriler doğrultusunda zemin ve kaya birimlerinin ilçe sınırları içerisindeki dağılımı, zemin sınıfı ve kaya birimlerinin litolojik nitelikleri dikkate alınarak mühendislik özelliklerinin belirlenmesine dönük analizler yapılmıştır. Elde edilen verilerle oluşturulan coğrafi bilgi sistemi tabanlı haritalar, Uzay Mekiği Radar Topografya Misyonu (SRTM) tarafından üretilen sayısal yükseklik modeli (DEM) verileri ile karşılaştırılarak sorgulanmıştır. Bu haritalar aracılığıyla yerleşim alanındaki zemin-kaya geçiş zonları belirlenmiş ve mühendislik jeolojisi açısından kritik olabilecek kaya ortamları tanımlanmıştır. İncelemeler sonucunda, yerleşim alanının kuzey kesimlerinde kumtaşı ve kila taşı birimlerinin yaygın olduğu; kıyıya yakın bölgelerde ise yer yer kalınlaşan alüvyon karakterli zeminlerin baskın olduğu tespit edilmiştir. Alüvyon zeminlerin hâkim olduğu alanlarda yeraltı su seviyesinin en fazla 12 metre derinlikte bulunması, bu bölgelerde deprem sırasında sıvılaşma ve yapı yükleri etkisi altında konsolidasyona bağlı oturma problemlerinin gelişebileceğini göstermektedir. Çalışma alanının Kuzey Anadolu Fay Zonu üzerinde yer alması nedeniyle deprem sırasında zemin büyütmesi etkilerinin önemli olabileceği; özellikle yeterli mühendislik hizmeti almamış alçak katlı yapıların hasar görme riskinin artabileceği değerlendirilmektedir. Buna karşılık, kaya birimlerinin yayılım gösterdiği kuzey kesimlerde süreksizliklerin kaya kütlelerinin mühendislik davranışı üzerindeki etkisinin dikkate alınması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Elde edilen bulguların, yerleşim alanında afet risklerinin azaltılmasına yönelik planlama çalışmalarına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Mühendislik jeolojisi, İzmit kent yerleşim alanı, zemin özellikleri, Kuzey Anadolu Fay Zonu

ENGINEERING GEOLOGICAL ASSESMENT IN IZMIT URBAN SETTLEMENT AREA

Abstract

Due to its high population density and location in a tectonically active region, the engineering geological characteristics of the soil and rock units in the İzmit area of Kocaeli province are critically important for settlement planning and earthquake hazard assessment. In this study, the engineering geological characteristics of the İzmit urban area were investigated by analyzing borehole data in conjunction with Geographic Information System (GIS) applications. In İzmit and its surrounding areas, data from 394 boreholes, mostly located in settlement areas, were evaluated. Based on these data, analyses were conducted to determine the engineering properties of soil and rock units within the district boundaries, considering the distribution of soil and rock units, soil classification, and lithological characteristics of the rock units. The GIS-based maps generated from the dataset were further analyzed by integrating them with Digital Elevation Model (DEM) data derived from the Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). This integrated approach enabled the delineation of soil-rock transition zones within the settlement area and the identification of rock masses that may be critical from an engineering geology perspective. The results indicate that sandstone and claystone units are predominantly distributed in the northern parts of the settlement area, while alluvial soils with significant local thickness are dominant in the coastal zones. In areas underlain by alluvial deposits, the groundwater table is found at depths of up to 12 meters, indicating considerable susceptibility to earthquake-induced liquefaction and settlement related to compaction under structural loading. Because the study area is located along the North Anatolian Fault Zone, significant soil amplification effects are expected during seismic events. This condition is likely to increase the vulnerability of structures, especially those that have not received adequate engineering services, may be at increased risk of damage. In the northern sectors, where rock units predominate, the influence of discontinuities on engineering behavior of rock mass should be carefully considered. Overall, the findings of this study are expected to provide a scientific basis for planning and engineering practices to mitigate disaster risks within the settlement area.

Keywords: Engineering geology, İzmit urban settlement area, soil properties, North Anatolian Fault Zone

1. GİRİŞ

İzmit Körfezi'nin doğu kesiminde yer alan İzmit kent yerleşim alanı, Türkiye'nin en önemli sanayi ve ulaşım merkezlerinden biri olması nedeniyle hızlı bir kentsel gelişim süreci yaşamıştır. Bu durum, topoğrafik açıdan sınırlı düzlük alanlar ile eğimli yamaçların birlikte bulunduğu karmaşık bir morfolojik ortamda gerçekleşmiştir (İlze, 2013; Göney, 2014). İzmit ve yakın çevresinin Kuzey Anadolu Fay Zonu'nu oluşturan kesimde bulunması nedeniyle yüksek deprem tehlikesine sahiptir. 17 Ağustos 1999 Gölcük Depremi (M_w : 7.4) ile bölgedeki yerleşim alanlarının jeolojik ve jeoteknik özelliklerinin yapı güvenliği ve nüfus yoğunluğu üzerindeki belirleyici etkisi açık bir şekilde ortaya çıkmıştır (Karaesmen, 1999; Hayır, 2004). Dolayısıyla inceleme alanının konu aldığı İzmit kent yerleşim alanında mühendislik jeolojisi çalışmalarının önemi daha da artmıştır (Akyürek ve Arslan, 2018; İRAP, 2022). İklim değişikliğine bağlı olarak artan yağış, yüzeysel akış, erozyon ve yamaç hareketleri gibi süreçleri hızlandırarak kent yerleşim alanı üzerinde ek jeolojik riskler oluşturmaya devam etmektedir (İlze, 2013). Mühendislik jeolojisi verilerinin afet yönetimi, kentsel dönüşüm ve sürdürülebilir şehircilik politikaları ile bütünleştirilmesi, İzmit kentinin gelecekte daha güvenli ve dirençli bir yerleşim alanı olması için katkı sağlayacaktır.

Bölgedeki hızlı nüfus artışı ve sanayileşme süreci, doğal arazi kullanım dengesini önemli ölçüde değiştirdiğinden, özellikle plansız veya yoğun yapılaşmanın görüldüğü alanlarda mühendislik jeolojisi sorunları belirgin hale gelmiştir (Erener ve diğ., 2022; Tekin ve diğ., 2022). Dolgu alanları üzerinde inşa edilmiş veya inşa süreci devam eden yapılar, yetersiz drenaj sistemleri ve kontrolsüz kazı faaliyetlerinden kaynaklı zemin davranışını olumsuz etkileyen yerel ölçekte riskler oluşturmaktadır. Bu nedenle yeni yerleşim alanlarının planlanmasında ayrıntılı jeolojik-jeoteknik etütlerin yapılması ve arazi kullanım kararlarının bilimsel veriler doğrultusunda şekillendirilmesi için detaylı mühendislik jeolojisi ve jeoteknik değerlendirmelerinin önemi büyüktür (Zarif ve diğ., 1997; Mengüç ve diğ., 2015).

İzmit kent yerleşim alanını da kapsayan bölgenin büyük bir bölümü alüvyal çökeller, Neojen yaşlı sedimanter birimler ve yamaçlarda yer alan temel kayalardan oluşmaktadır. Bu farklı jeolojik yapı, litolojik çeşitlilik mühendislik jeolojisi açısından farklı özellikler ortaya çıkarmaktadır (Karaağaç ve diğ., 2016). Özellikle gevşek zeminlerin yaygın olduğu kıyı ve ova kesimlerinde taşıma gücü, oturma ve sıvılaşma sorunları ön plana çıkarken, eğimli kesimlerde ise uzun süreçte şev duraysızlığı ve heyelan riski gibi önemli mühendislik problemleri oluşturmaktadır. Bu çalışma kapsamında, İzmit kent yerleşim alanının mühendislik jeolojisi özellikleri genel anlamda incelenerek zemin dağılımı, jeolojik riskler ve yapılaşmaya etkileri bütüncül bir yaklaşımla değerlendirilmiştir. Özellikle yerleşimin yoğun olarak gözlemlendiği kesimlerde karşılaşılan killi birimlerin mühendislik jeolojisi açısından oluşturabileceği riskler vurgulanmıştır.

2. İZMİT KENT YERLEŞİM ALANI

İzmit, Marmara Bölgesi'nde yer alan, sanayi, ulaşım ve ticaret açısından stratejik öneme yoğun nüfusa sahip bir yerleşim merkezidir. Kentin çevresindeki ilçeler, özellikle sanayi faaliyetleri, kıyı yerleşimlerinde ekonomik çeşitliliğe katkı sağlamaktadır (Şekil 1). Bu bağlamda İzmit ve çevre ilçeleri, kentsel gelişim dinamikleri ile mühendislik jeolojisi etkileşimini CBS tabanlı yazılımlarla incelemek için bir araştırma alanı oluşturmaktadır (Uzun, 2014).



Şekil 1. İzmit ilçe sınırları yer bulduru haritası

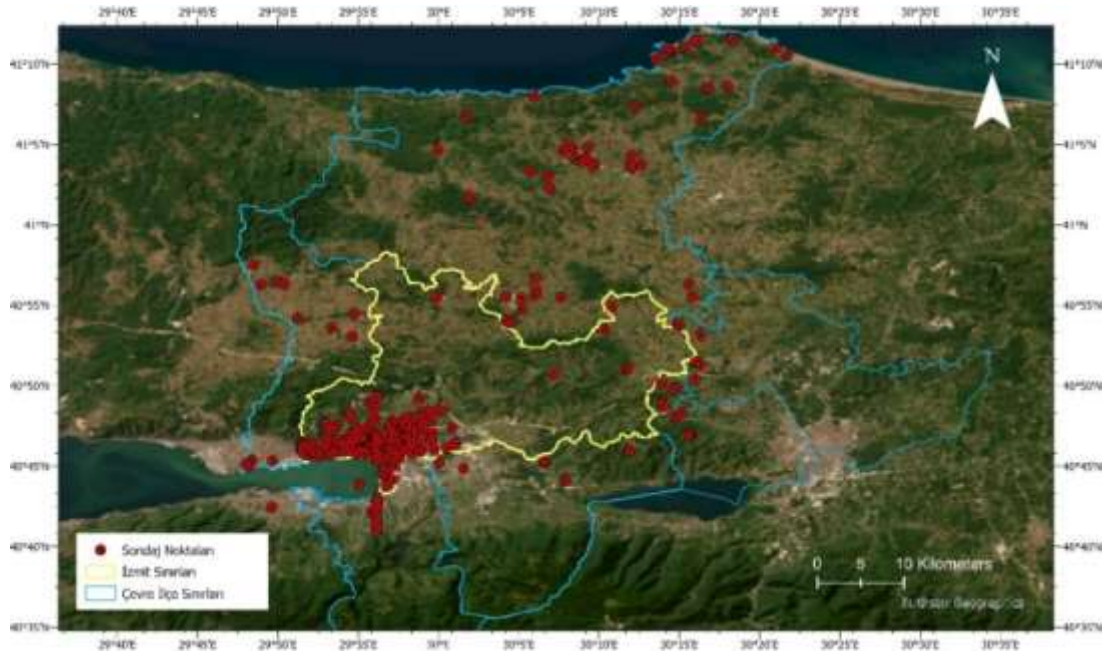
İzmit ve çevre ilçeleri, aktif fay hatlarına yakın konumları nedeniyle deprem tehlikesi açısından yüksek riskli bir ortam sunmaktadır. Bölgedeki litolojik birimler ve zemin özellikleri, özellikle taşıma gücü yenilmeleri, sıvılaşma, konsolidasyon ve zemin büyütme bakımından detaylı jeoteknik analizler gerektirmektedir (Karakaş ve Coruk, 2010; Ulutaş ve diğ., 2021). Bu nedenle, yerleşim ve altyapı planlamasında mühendislik jeolojisi ilkeleri doğrultusunda saha araştırmaları ve risk azaltma stratejilerinin uygulanması büyük önem taşımaktadır. Bu kapsamda CBS yazılımları kullanılarak stratigrafik dizilimin belirlenmesi için yapılan çalışmalar pratiklik sağlamaktadır (Bonham-Carter, 1994; Boggs, 2014). Bu kapsamda yapılan bu çalışmada İzmit yerleşim alanının genel mühendislik jeolojisi haritası oluşturulmuştur.

3. SONDAJ VERİLERİNİN DERLENMESİ

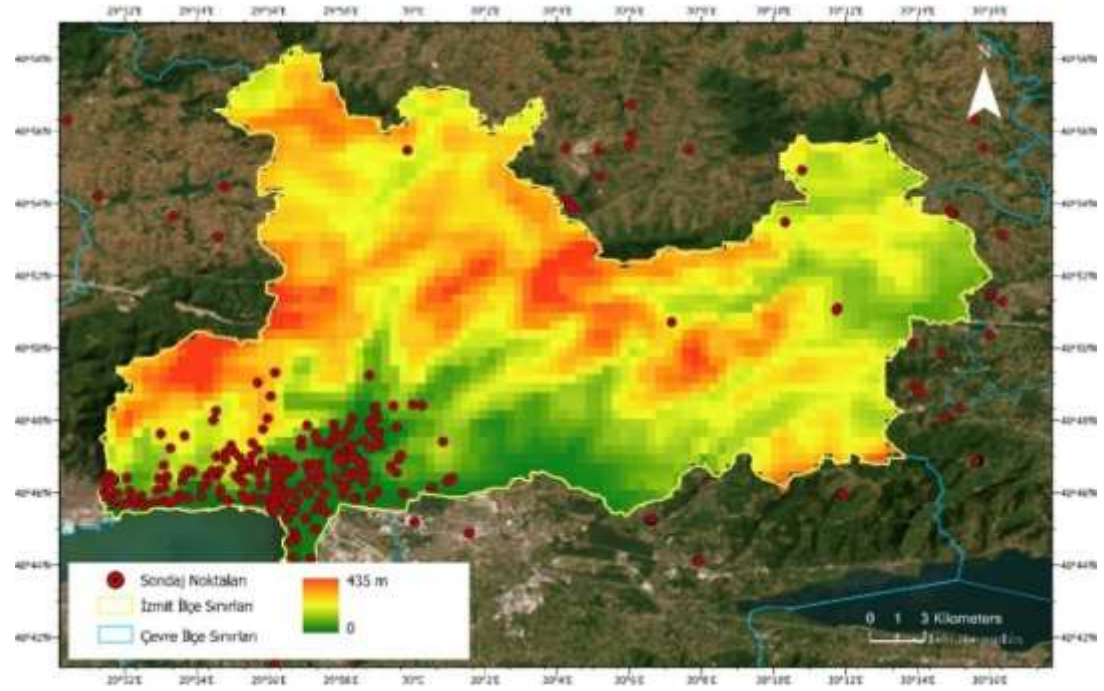
İzmit kent yerleşim alanının kıyı kesimlerinde yaygın olarak gözlenen alüvyon birimler, akarsu taşınımı ve denizel süreçlerin birlikte etkisiyle oluşmuş genç ve gevşek sedimanlardan meydana gelmiştir. Bu birimler genel olarak kum, silt, kil ve yer yer çakıl seviyelerinin düzensiz ardalanmasından oluşmakta olup, kısa

mesafelerde dahi önemli yanal ve düşey değişimler göstermektedir. Litolojik heterojenlik, zemin parametrelerinin sahadan sahaya yapı yükleri altında oluşacak mühendislik davranışlarında farklılıklar oluşturarak projelerde ayrıntılı arazi ve laboratuvar çalışmalarını zorunlu kılmaktadır. Özellikle ince taneli ve suya doygun seviyelerde düşük taşıma gücü, yüksek sıkışabilirlik ve farklı açisal oturma potansiyeli önemli mühendislik sorunları arasında yer almaktadır. Ayrıca yerleşim alanının hâkim birim olan kıyı alüvyonlarının bir diğer önemli özelliği olan yüksek yeraltı su seviyesi ve deprem etkilerine karşı duyarlılık göstermektedir. Ayrıca denize yakın alanlarda drenaj yetersizliği, taşkın riski ve zeminlerde tuzluluk etkisi gibi ek problemler oluşturmaktadır. Bu nedenle kıyı kesimlerde planlanan yapılaşmalarda detaylı zemin etütlerinin yapılması, uygun temel sistemlerinin seçilmesi ve gerektiğinde mühendislik özellikleri yetersiz zeminlerde iyileştirme yöntemlerinin uygulanması büyük önem taşımaktadır.

Bu amaçla, İzmit kent yerleşiminin yoğun olarak bulunduğu kesimlerde birimlerin mühendislik jeolojisi haritasının oluşturulması için İzmit Belediyesi ve çevre ilçe belediyelerinden daha önce yapılmış sığ temel araştırma sondaj verileri bir araya getirilerek derlenmiştir. Ağırlıklı olarak İzmit ilçe sınırlarında olmak üzere çevre ilçelerden alınan 394 adet sondaj verisi derlenmiştir. Şekil 2’de verilen harita olarak incelendiğinde sondaj noktalarının çok büyük kısmının İzmit kent yerleşim alanında kümелendiği ve koordinatların dar bir mekânsal bantta yoğunlaştığı görülmektedir. Bu durum, veri setinin İzmit için güçlü bir temsil kabiliyeti sunduğunu ve yapılacak yorumların doğrudan kentsel yerleşim karakterini yansıttığını göstermektedir. Yapılan sondajlar Şekil 3’de de verilen 30 metre çözünürlüklü SRTM-DEM haritasında da görüldüğü gibi deniz seviyesine oldukça yakın bir kesimde yer almaktadır. Bu alanda kuzeyden gelen gevşek alüvyon çökellerinin depolanması nedeniyle özellikle deprem etkisi altında mühendislik jeolojisi karakterine bağlı olarak önemli sorunlara yol açacağı açıktır.



Şekil 2. İzmit ilçe sınırları ve sondajların dağılımı



Şekil 3. Sondaj noktalarının dağılımı ve DEM haritasının görünümü

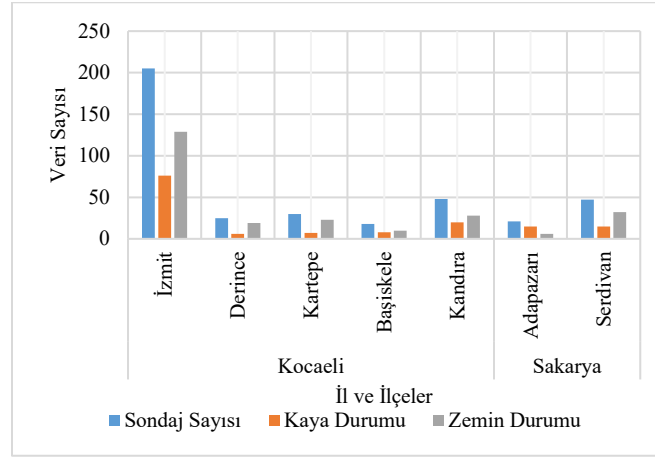
Şekillerde kırmızı noktalarla gösterilen sondajların derinlikleri değerlendirildiğinde, çoğunlukla 10 metre ile 25 metre arasında değiştiği, bazı noktalarda ise 30 metreye yaklaştığı görülmektedir. Bu aralık, mühendislik açısından yüzeysel ve orta derinlikteki zemin davranışlarını anlamak için yeterli bir profil sunmaktadır. İzmit özelinde bu derinlik aralığı, hem yapı temelleri hem de olası zemin büyütmesi etkilerinin değerlendirilmesi açısından kritik bir veri aralığı oluşturmaktadır. Bu bağlamda, sondajlarla kesilen zemin ve kaya ortamına ait

birimlerin üst tabaka kalınlıkları incelendiğinde, dolgu veya nebati toprak seviyelerinin yer yer 0,2 metre ile 1,5 metre arasında değiştiği görülmektedir. Ancak yer yer 1 m'yi aşan dolgu kalınlıkları, lokal zemin heterojenliği açısından önemlidir ve yapı bazlı farklı oturma davranışları oluşturabileceğinden dikkate alınması gereken bir konudur. Üst zonun litolojik yapısı genellikle ince taneli zeminlerden düşük-orta plastisiteli killi ve yer yer siltli birimlerden oluşmaktadır. Bu tür zeminlerin mühendislik davranışı, özellikle su içeriğine bağlı olarak önemli ölçüde değişebilmektedir. İzmit'te yüzeye yakın bu ince taneli yapı, drenaj problemleri ve mevsimsel hacim değişimleri bu bakımdan sorunlar oluşturacaktır.

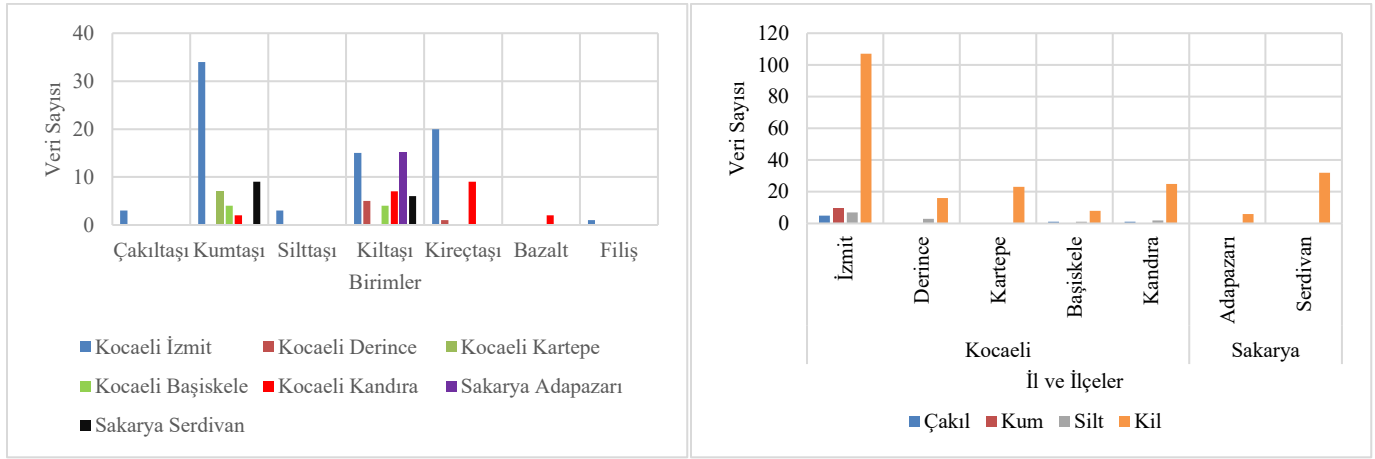
İkinci tabaka kalınlıklarının ise çoğunlukla 3 metre ile 10 metre arasında değiştiği ve bazı sondajlarda daha kalın seviyelere ulaştığı görülmektedir. Bu tabaka, veri setinde en yaygın ve en belirleyici zemin birimi olarak öne çıkmaktadır. İzmit kent yerleşimi açısından bu zon, yapıların taşıyıcı sistem davranışını doğrudan etkileyen ana mühendislik katmanı niteliğindedir. Sayısal olarak bakıldığında, ince taneli zeminlerin bu zon içerisindeki oranının yaklaşık %60–70 seviyelerinde olduğu söylenebilir; bu da İzmit'in genel olarak kil ve yer yer silt ağırlıklı bir zemin yapısına sahip olduğunu doğrulamaktadır.

Standart penetrasyon Deneyi N_{30} değerleri (SPT) veya benzeri dayanım göstergeleri de dolaylı olarak değerlendirildiğinde, üst ve orta zonlarda düşük-orta dayanım aralığı ($SPTN_{30} \approx 5-20$) hâkim görünmektedir. Bu değerler, zeminin sıkı olmayan ve yer yer yumuşak davranış gösterebileceğini ifade etmektedir. Özellikle SPT- N_{30} değerinin 10 ve altındaki değerlerin görüldüğü seviyeler, taşıma gücü ve oturma açısından mühendislik önlemleri gerektirmektedir. Daha derin seviyelere inildiğinde (10–20 metre ve sonrası), daha yüksek dayanımlı kil birimleri veya ayrılmış kaya seviyeleri ile karşılaşılacaktır. Bu seviyelerde dayanımın arttığı ve görece olarak daha stabil bir ortam davranışının gözlemlendiği söylenebilir.

Gerçekleştirilen 394 adet sondaj arasında İzmit ilçe sınırları dahilinde 205 tane sondaj yapılmıştır. Bu sondajlardan 76 tanesinde ilk tabaka veya dolgu altı tabaka kaya birimi, 129 tanesi de zemin biriminden oluşmaktadır. 76 tane kaya tabakasından; 3 tane çakıltaşı, 34 tane kumtaşı, 3 tane silttaşı, 15 tane kiltası, 20 tane kireçtaşı ve 1 tane de fliş birimi kesilmiştir. 129 tane zemin tabakasından; 5 tane çakıl, 10 tane kum, 7 tane silt ve 107 tane kil birimi kesilmiştir. Diğer 189 adet sondaj komşu ilçeler olan Derince, Kartepe, Başiskele, Adapazarı, Serdivan ve Kandıra sınırları içerisinde (Şekil 4 ve Şekil 5). Bu sondaj verileri jeolojik istif ve mühendislik jeolojisi tabakalarının CBS tabanlı sorgulamada devamlılığını tanımlamak amacıyla kullanılmıştır.



Şekil 4. Çalışma kapsamında kullanılan sondaj verilerinin özellikleri



Şekil 5. Çalışma kapsamında kullanılan sondaj verilerinin zemin durumu

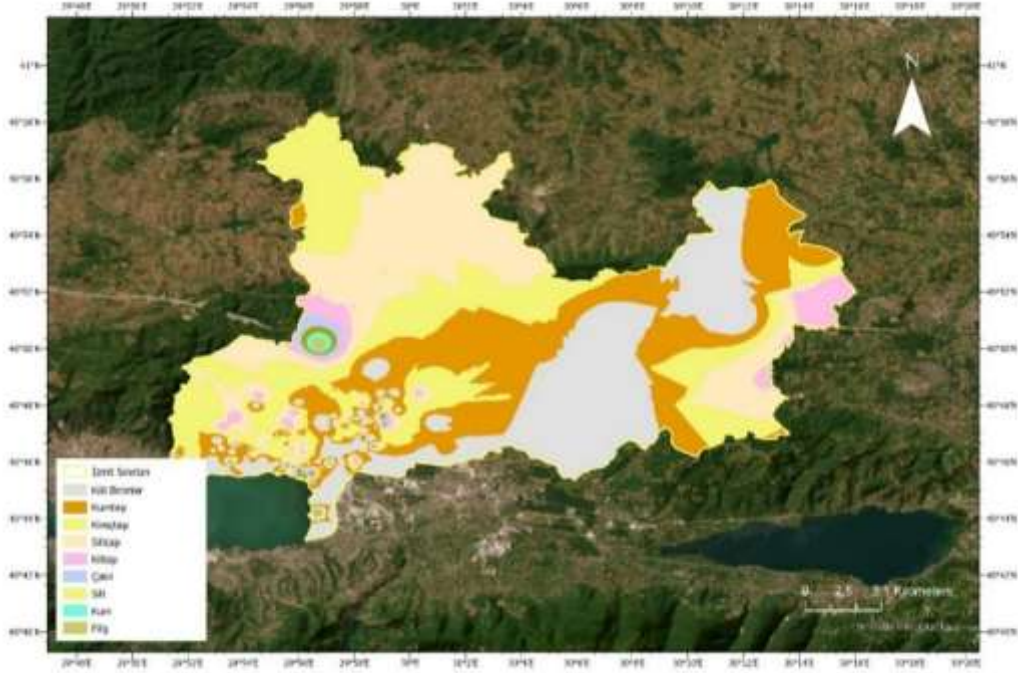
4. MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ İNCELEMESİ

İzmit kent yerleşim alanı, İzmit Körfezi'nin doğu ucunda yer alması nedeniyle kıyı ovası, vadi tabanları ve çevresindeki yükseltilerin birlikte gözlendiği karmaşık bir jeomorfolojik yapıya sahiptir. Bölgenin en belirgin jeomorfolojik unsurlarından biri, Kuzey Anadolu Fay Zonunun etkisiyle oluşmuş tektonik kontrollü çöküntü alanları ve buna bağlı çizgisel vadilerdir. İzmit Körfezi'nin oluşumu da büyük ölçüde bu tektonik rejim ile ilişkilidir. Faylanma süreçleri, hem topoğrafyanın şekillenmesinde hem de drenaj ağının yönlenmesinde önemli rol oynamıştır. Akarsular tarafından taşınan malzemeler, özellikle dere ağzları ve ova kesimlerinde birikerek alüvyal düzlüklerin gelişmesini sağlamıştır.

Bu bağlamda Çuvaş (2002) İzmit'i de kapsayan alanda gözlenen jeolojik istifleri tanımlamıştır. Buna göre, Holosen yaşlı alüvyon ile karşılaşmıştır. İçeriğinde genel olarak kum, kil ve çakıl bulunmaktadır. Bu birimin altında Pleyistosen yaşlı Şirintepe formasyonu ile karşılaşmıştır. İçeriğinde; kumtaşı ve kil bulunmaktadır. Bu birimin altında Eosen yaşlı Korucu formasyonu ile karşılaşmıştır. İçeriğinde; kumtaşı, marn ve şeyl bulunmaktadır. Paleosen yaşlı Şemsettin formasyonu ile karşılaşmıştır. İçeriğinde; beyaz-gri renkli, orta-ince

tabakalı mikritik kireçtaşı bulunmaktadır. Senoniyen yaşlı Kutluca formasyonu ile karşılaşmıştır. İçeriğinde; açık gri renkli, orta ince tabakalı, kireçtaşı bulunmaktadır. Senoniyen yaşlı Hereke Çakıltası ile karşılaşmıştır. İçeriğinde; kırmızı renkli, tane destekli, karbonat çimentolu konglomera bulunmaktadır. Triyas yaşlı Kapaklı formasyonu ile karşılaşmıştır. İçeriğinde; kırmızımsı ince tabakalı kumtaşı, kırmızımsı gri renkli, kalın tabakalı kireçtaşı, sarı-kırmızı marn kötü boylanmış, karbonat çimentolu konglomera bulunmaktadır. Erken Devoniyen yaşlı Çınarlı grubu ile karşılaşmıştır. İçeriğinde; şeyl, kireçtaşı ve grovak bulunmaktadır. Erken Ordovisiyen yaşlı Sopalı formasyonu karşılaşmıştır. İçeriğinde; orta tabakalı, gri renkli kuvarsit ve ince tabakalı, mor renkli arkozik kumtaşı bulunmaktadır.

İzmit kent yerleşim alanının kıyı kesimlerinde yayılım gösteren Kuvaterner yaşlı alüvyal çökeller, baskın olarak kil içerikli ince taneli zeminlerden oluşmakta ve bu özellikleri nedeniyle mühendislik jeolojisi açısından kritik birimler olarak değerlendirilmektedir (Şekil 6). Kil ağırlıklı alüvyonların en belirgin mühendislik problemi, düşük taşıma gücü ile birlikte yüksek sıkışabilirlik göstermeleridir. Özellikle normal konsolide veya zayıf aşırı konsolide kil seviyelerinde yapı yükleri altında zamana bağlı oturmalar gelişebilmekte, primer konsolidasyon sonrasında sekonder sıkışma etkileri uzun süre devam edebilmektedir. Bu durum, yüksek katlı yapılar, sanayi tesisleri ve geniş oturum alanına sahip mühendislik yapılarında servis performansını olumsuz etkileyebilmektedir. Ayrıca tabaka kalınlığındaki ve jeoteknik parametrelerdeki değişkenlik, diferansiyel oturma riskini artırarak temel sistemlerinde gerilme yoğunlaşmalarına, çatlaklara ve yapısal hasarlara yol açabilmektedir. Bu nedenle ön yükleme, düşey dren, derin karıştırma, jet grout veya kazıklı temel sistemleri gibi iyileştirme ve taşıma çözümlerinin proje bazında değerlendirilmesi gerekmektedir.



Şekil 6. Sondajlarla kesilen birimlerin yaygın olarak gözlemlendiği kesimlerinin dağılım haritası

Şekil 6’da sunulan dağılım, İzmit kent yerleşim alanının mühendislik jeolojisi açısından belirgin bir şekilde Holosen yaşlı alüvyonlarla kontrol edilen bir havza sistemi içerisinde geliştiğini ortaya koymaktadır. Harita genelinde özellikle körfez çevresi ve alçak kotlu topoğrafyalarda geniş alan kaplayan killi birimler, bölgenin çökelim ortamının düşük enerjili ve ince taneli sedimantasyona bağlı geliştiğini göstermektedir. Bu durum, genç ve yeterince konsolide olmamış zeminlerin yaygınlığına işaret ederek mühendislik davranışının zemin mekaniği parametreleri açısından zayıf bir çerçevede değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Killi birimlerin mühendislik davranışı, büyük ölçüde yüksek su muhtevası, düşük kesme dayanımı ve yüksek sıkışabilirlik ile karakterizedir. Bu zeminler, yükleme altında kısa vadede drenajsız davranış sergileyerek ani dayanım kayıplarına açık olabilirken, uzun vadede ise konsolidasyon süreçleriyle önemli oturmalar üretebilir. İzmit kent yerleşim alanında bu tür zeminlerin kalınlığının yer yer 10 metreyi aşması, yapı-zemin etkileşiminin zaman bağımlı olarak değerlendirilmesini zorunlu kılmaktadır.

Killi birimlerin yanal-düşey dağılımı ve sürekliliği, İzmit yerleşim alanında zemin özelliklerinin geniş ölçekte benzerlik gösterdiğini düşündürmekle birlikte, haritada gözlenen yerel litolojik geçişler bu homojenliğin sınırlı olduğunu ortaya koymaktadır (Şekil 7). Kil, silt, çakıl, silte, kilt, kilt ve yer yer kumtaşı katkılı seviyelerin dağılımı, çökelim ortamında zaman içinde değişen enerji koşullarını yansıtmaktadır. Bu tür yanal ve düşey heterojenlikler, mühendislik jeolojisi açısından farklı deformasyon modlarının aynı proje alanı içerisinde birlikte gelişmesine neden olabilecek kritik bir faktördür.

Kıyıya paralel uzanan kum ve çakıl katkılı zonlar, eski akarsu kanalları ve delta önü birikimlerini temsil etmekte olup, bu alanlar killi birimlere göre daha yüksek permeabilite ve görece daha iyi drenaj koşulları sunmaktadır. Ancak bu birimlerin süreksiz ve mercekli yapısı, mühendislik açısından öngörülebilirliği azaltmakta ve yerel ölçekte zemin parametrelerinin ani değişimlerine neden olmaktadır. Bu durum, özellikle temel tasarımında güvenli tarafta kalmayı zorunlu kılan bir belirsizlik unsuru yaratmaktadır. Haritanın kuzey ve güney kesimlerinde gözlenen kireçtaşı ve fliş birimleri, İzmit havzasını çevreleyen daha yaşlı ve daha dayanımlı jeolojik formasyonları temsil etmektedir. Bu birimler, yüksek taşıma gücü ve düşük sıkışabilirlik özellikleri ile mühendislik açısından avantajlı zemin koşulları sunmaktadır. Ancak bu sağlam birimlerle merkezdeki zayıf alüvyonlar arasındaki keskin geçişler, özellikle deprem sırasında empedans kontrastına bağlı olarak zemin büyütmesi ve dalga yansıması gibi etkilerin artmasına neden olabilecek kritik sınır zonlarını işaret etmektedir.



Şekil 7. Zemin ve kaya ortamlarının genel dağılım haritası

Şekil 7’de sunulan zemin–kaya ayrımı, litolojik çeşitliliğin sığ derinliklerde mühendislik açısından sadeleştirilmiş genel bir yorumunu sunmaktadır. Haritaya göre İzmit yerleşim alanının büyük bölümü zemin ortamı olarak sınıflandırılmakta olup, bu alanlar gevşek, suya doymuş ve mühendislik özellikleri bakımından zayıf birimler ile temsil edilmektedir. Kaya ortamının ise sığ derinlikler için daha sınırlı alanlarda ve genellikle topografik olarak daha yüksek kesimlerde yer aldığı görülmektedir. Zemin ve kaya ortamı arasındaki bu belirgin dağılım, İzmit kentinin büyük ölçüde mühendislik açıdan problemlili zeminler üzerinde bulunduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum, özellikle deprem etkileri altında zemin büyütmesi, periyot uzaması ve yapı hasarının artması gibi risklerin yaygın olabileceğini göstermektedir (Akkargan, 2005; Zor ve diğ., 2007; Yeşilyurt ve diğ., 2020).

Sonuç olarak, İzmit kent yerleşim alanı için mühendislik jeolojisi değerlendirmeleri; litolojik heterojenlik, yüksek suya duyarlılık, düşük dayanım ve deprem etkileri altında büyütme potansiyeli gibi faktörleri ileriiki çalışmalarda detaylı ve bütüncül bir şekilde ele almak gereklidir. Bu bağlamda, zemin iyileştirme tekniklerinin uygulanması, derin temel sistemlerinin tercih edilmesi ve detaylı yerel zemin etütlerine dayalı tasarım yaklaşımlarının benimsenmesi, bölgedeki yapılaşmanın güvenliği açısından kritik öneme sahiptir. Çevre ilçelerden gelen sınırlı sayıdaki veri ile karşılaştırma yapıldığında, İzmit'teki zemin profilinin genel olarak benzer litolojik özellikler taşıdığı ancak ince taneli birimlerin sürekliliğinin daha belirgin olduğu dikkat çekmektedir. Bu da İzmit kent merkezinde zemin davranışının daha homojen ancak mühendislik açısından daha hassas bir karakter sergilediğini ortaya koymaktadır.

SONUÇLAR

İzmit kent yerleşim alanında yaygın olarak gözlenen Holosen yaşlı alüvyonlar, mühendislik jeolojisi açısından genç, tam konsolide olmamış ve büyük ölçüde killi-siltli zeminlerden oluşmaktadır. Bu tür zeminler, jeolojik yaşlarının genç olması nedeniyle henüz yeterli sıkışma ve dayanım kazanamamış olup, yüksek boşluk oranı ve suya doygunluk gibi özellikler sergileyebilmektedir. İzmit'te yapılan sondaj verileriyle de uyumlu biçimde, bu alüvyonların yüzeye yakın seviyelerde düşük dayanım ve yüksek deformasyon potansiyeli gösterdiği anlaşılmaktadır. Bu killi birimlerin en belirgin mühendislik özelliği düşük permeabilite ve yüksek suya duyarlılık göstermeleridir. İnce taneli yapı nedeniyle suyun zeminden drene olması oldukça yavaş gerçekleşir; bu da yükleme durumunda uzun süreli konsolidasyon oturmalarının ortaya çıkmasına neden olacaktır. İzmit kent yerleşim alanında gözlenen 3–10 m kalınlığındaki kil seviyeleri, özellikle yapı yükleri altında zamanla gelişen oturmalar açısından önemli bir risk oluşturmaktadır. Bu nedenle, mühendislik projelerinde kısa vadeli değil uzun vadeli zemin davranışının dikkate alınması gerekmektedir. İzmit gibi kıyıya yakın ve yeraltı su seviyesinin nispeten yüksek olduğu bir alanda, bu durum temel sistemlerinde diferansiyel oturma ve yapısal hasar riskini artıracaktır. Bu nedenle, bu tür zeminlerde temel tasarımı yapılırken plastisite özellikleri mutlaka dikkate alınmalıdır. Deprem etkisi altında değerlendirildiğinde, Holosen alüvyonların killi karakteri zemin büyütmesi ve dinamik davranış açısından kritik bir rol oynayacaktır. Düşük dayanımlı ve suya doygun ince taneli zeminler, sismik dalgaların genliğini artırarak yüzeyde daha şiddetli hareketlere neden olacaktır. İzmit'in aktif fay hatlarına yakınlığı göz önüne alındığında, bu tür zeminlerin deprem performansı açısından dikkatle analiz edilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Akkargan, Ş. (2005). İzmit Körfezi Sismik Verilerinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 198458.
- [2] Akyürek, Ö., Arslan, O. (2018). Kocaeli İli ve Çevresinde (1900-2016) Yılları Arasında Gerçekleşen Tarihsel Depremlerin Konumsal İstatistik Analizi. Geomatik, 3(1), 48-62.
- [3] Boggs, S. (2014). Principles of Sedimentology and Stratigraphy. Boston: Pearson.
- [4] Bonham-Carter, G.F. (1994). Geographic Information Systems for Geoscientists: Modelling with GIS. Oxford: Pergamon Press.
- [5] Çuvaş, N. (2002). İzmit Civarının Jeolojisi ve Coğrafi Bilgi Sistemi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 129454.
- [6] Erener, A., Aşçı, M., Gülsoy, G., Üstün, A., Güvenaltın, M., Şentürk, E., Yalvaç, S., Çomut, F.C., Irmak, T.S., Konak, H., Nehbit, P.K., Kaya, E., Kotan, B., Öye, S. (2022). İzmit Körfezi ve Çevresinde Bina Yoğunluk ve Sıvılaşma Yayılımının Mekansal Analizi. Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 8(1), 111-121.
- [7] Göney, S. (2014). İzmit Körfezi ve Kuzey Kıyıların Jeomorfolojisi. Türk Coğrafya Dergisi, 1(22-23), 187-204.
- [8] Hayır, K.M. (2004). Depremin Kocaeli Nüfusuna Etkileri. Sakarya Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Dergisi, 6(1), 135-144.
- [9] İlze, S. (2013). İzmit Körfezi Havzası'nın Jeomorfolojisi. Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, 340383.
- [10] Karaağaç, S., Karakaş, A., Coruk, Ö. (2016). İzmit Tavşantepe Doğusunda Meydana Gelen Kaya Kaymasının Mühendislik Jeolojisi Kapsamında Değerlendirilmesi. Uygulamalı Yerbilimleri Dergisi, 12(1), 1-9.
- [11] Karaesmen, E. (1999). Kocaeli Depremi. Türkiye Mühendislik Haberleri, 403(5), 24-36.
- [12] Karakaş, A., Coruk, Ö. (2010). Liquefaction Analysis of Soils in The Western Izmit Basin, Turkey. Environmental and Engineering Geoscience, 16(4), 411-430.
- [13] Kocaeli Valiliği Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü. (2022). İl Afet Risk Azaltma Planı (İRAP). Kocaeli Valiliği.
- [14] Mengüç, G., Günler, O., Cevher, M. (2015). Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Sınırlarında Deprem Tehlike ve Riskinin Belirlenmesi. İller ve Belediyeler Dergisi.
- [15] Tekin, S., Okuyan A.S., Zülfiyar, A.C. (2022). Kocaeli İline Ait Yapılaşma Değişiminin Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Değerlendirilmesi. Dirençlilik Dergisi, 6(1), 163-169.
- [16] Ulutaş, E., Coruk, Ö., Karakaş, A. (2021). Local Geology Effects on Soil Amplification and Predominant Period in Düzce Basin, NW Turkey. Kocaeli Journal of Science and Engineering, 4(2), 160-170.

- [17] Uzun, S.M. (2014). İzmit Körfezi Doğu Kıyısındaki Kıyı Alanı ve Kıyı Çizgisinde Meydana Gelen Zamansal Değişimlerin CBS ve Uzaktan Algılama Teknikleri İle İncelenmesi. The Journal of International Social Research, 7(33), 440-457.
- [18] Yeşilyurt, A., Akram, M.R., Zülfikar, A.C. (2020). Site Classification of Kocaeli Region Based on HVSR Method. Academic Platform Journal of Natural Hazards and Disaster Management, 1(1), 25-34.
- [19] Zarif, İ.H., Tuğrul, A., Gürpınar, O., Temel, F., (1997). İzmit Genç Çökellerinin Jeoteknik Özellikleri. Geosound, 1(30), 361-369.
- [20] Zor, E., Cevher, M., Mengüç, G., Soydaş, M., Bilgiç, A., Ayan, E., Özalaybey, S. (2007). Kocaeli İlinde Zemin Sınıflaması ve Sismik Tehlike Değerlendirme Çalışmaları. 6. Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul, Türkiye, Ekim 2007.

DİJİTAL TERSANE VE YOL HARİTASI ÜZERİNE BİR İNCELEME

Ar. Gör., Oğuz ÖZTÜRK ¹/ Doc. Dr., Eda TURAN²

¹Yıldız Teknik Üniversitesi, Gemi İnşaat ve Gemi Makineleri Mühendisliği, ozturk.ogu@gmail.com,
<https://orcid.org/0000-0001-7321-9159>

²Yıldız Teknik Üniversitesi, Gemi İnşaat ve Gemi Makineleri Mühendisliği, edaturan@yildiz.edu.tr,
<https://orcid.org/0000-0002-8965-1744>

Özet

Bu çalışma, gemi inşa sektöründe Endüstri 4.0 teknolojileri doğrultusunda gelişen dijital tersane kavramını incelemekte ve yeni kurulacak bir tersane için uygulanabilir bir dijitalleşme yol haritası önermektedir. Geleneksel tersaneler; yüksek maliyet, uzun üretim süreleri ve karmaşık organizasyon yapıları ile karakterize edilirken, dijital dönüşüm bu süreçleri daha verimli, izlenebilir ve entegre hale getirmektedir.

Çalışmada, dijital tersane modeli; nesnelerin interneti (IoT), yapay zeka (AI), dijital ikiz, siber-fiziksel sistemler (CPS), ERP/MES entegrasyonu ve artırılmış/sanal gerçeklik gibi temel teknolojiler çerçevesinde ele alınmış ve bu teknolojilerin tersane süreçlerine etkileri değerlendirilmiştir. Bu kapsamda, dijitalleşmenin üretim süresinde azalma, hata oranlarında düşüş, verimlilik artışı ve gerçek zamanlı izlenebilirlik gibi önemli kazanımlar sağladığı ortaya konmuştur.

Ayrıca çalışma, dijitalleşmenin yalnızca teknolojik bir dönüşüm olmadığını, aynı zamanda organizasyonel ve stratejik bir yeniden yapılanma süreci olduğunu vurgulamaktadır. Bu doğrultuda, kısa, orta ve uzun vadeli hedefleri içeren aşamalandırılmış bir yol haritası önerilmiş; ERP ve MES entegrasyonu, IoT tabanlı veri toplama sistemleri ve dijital ikiz uygulamaları öncelikli adımlar olarak belirlenmiştir.

Sonuç olarak, dijital tersane modeli, uygun planlama, nitelikli insan kaynağı ve sürdürülebilir finansman ile desteklendiğinde, tersaneler için rekabet gücünü artıran ve uzun vadeli ekonomik fayda sağlayan stratejik bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir.

Anahtar kelimeler: Dijital Tersane, Endüstri 4.0, Gemi İnşa Sanayi, Dijital Dönüşüm, Yol Haritası

A STUDY ON DIGITAL SHIPYARDS AND DIGITAL TRANSFORMATION ROADMAPS

Abstract

This study investigates the concept of the digital shipyard within the framework of Industry 4.0 technologies and proposes a practical digital transformation roadmap for newly established shipyards. Traditional shipyards are characterized by high costs, long production cycles, and complex organizational structures, whereas digital transformation enables more efficient, traceable, and integrated production processes.

The digital shipyard model is examined through key enabling technologies, including the Internet of Things (IoT), artificial intelligence (AI), digital twin, cyber-physical systems (CPS), ERP/MES integration, and augmented/virtual reality (AR/VR). The study evaluates the impact of these technologies on shipyard operations and demonstrates that digitalization leads to reduced production time, lower error rates, improved productivity, and enhanced real-time monitoring capabilities.

Furthermore, the study highlights that digital transformation is not only a technological shift but also an organizational and strategic restructuring process. In this context, a phased roadmap covering short-, medium-, and long-term objectives is proposed. Priority areas include ERP and MES integration, IoT-based data acquisition systems, and digital twin applications.

In conclusion, the digital shipyard model, when supported by proper planning, a skilled workforce, and sustainable financing, represents a strategic approach that enhances competitiveness and provides long-term economic benefits for shipyards.

Keywords: Digital Shipyard, Industry 4.0, Shipbuilding Industry, Digital Transformation, Technology Roadmap

1. GİRİŞ

Dijital tersane kavramı, yalnızca teknolojik bir modernizasyonu değil; aynı zamanda stratejik bir yeniden yapılanmayı ifade eder. Gemi inşa süreçlerinin daha izlenebilir, esnek, entegre ve veri odaklı hale getirilmesi, global pazarlarda rekabet edebilirlik açısından kaçınılmaz hale gelmiştir. Bu bildiri, Endüstri 4.0 ilkeleri doğrultusunda yeni kurulacak bir dijital tersanenin planlamasına yönelik olarak hazırlanmıştır. Amaç, yatırımcının stratejik karar alma sürecini destekleyecek teknik, ekonomik ve organizasyonel altyapıyı sunmak; olası fırsatlar, riskler ve yol haritasını profesyonel temellere dayandırmaktır. Konuya ilişkin olarak önce şu sorulara cevap aranmalıdır.

- Dijital bir tersane nasıl tanımlanır ve neden gereklidir?
- Hangi teknolojiler, gemi inşa süreçlerinde dönüşüm yaratmaktadır?
- Bu dönüşümün maliyeti, riski ve potansiyel getirisi nedir?
- Uygulama adımları nasıl planlanmalı, hangi öncelikler gözetilmelidir?
- Türkiye’de dijital tersane yatırımı için hangi destek mekanizmaları ve iş gücü hazırlıkları gereklidir?

Yatırımcının dijital dönüşüm sürecinde teknolojik farkındalık, stratejik öngörü ve uygulanabilir planlama açısından kararlarını şekillendirecek nitelikte inceleme yapmak önemlidir. Gemi inşa sektörü, yıllar boyunca yüksek sermaye, uzun proje süreleri ve karmaşık üretim organizasyonları ile karakterize edilen geleneksel bir sanayi dalı olmuştur. Ancak günümüzde yaşanan teknolojik gelişmeler, üretim anlayışını temelden değiştirmiştir. Bu değişim, sanayi devrimlerinin dördüncü evresi olarak adlandırılan Endüstri 4.0 süreci ile hız kazanmış ve tersaneler açısından yeni bir paradigma oluşturmuştur.

1.1. Dijital Tersanenin Tanımı, İşlevi

Dijital tersane, fiziksel üretim süreçlerinin dijital teknolojilerle entegre edildiği, tasarımdan teslimata kadar tüm aşamaların veri tabanlı, otomasyon destekli ve gerçek zamanlı izlenebilir hale getirildiği tersane modelidir. Başlıca teknolojik bileşenler: IoT, Dijital İkiz, Yapay Zeka, CPS (Siber Fiziksel Sistemler), Büyük Veri, AR/VR, ERP-MES entegrasyonu olarak sayılabilir. Endüstri 4.0 ilkeleri doğrultusunda sıfırdan kurulacak bir dijital tersane için: teknik, stratejik, ekonomik ve organizasyonel altyapının profesyonel ve bilimsel temellere dayalı olarak planlanması önemlidir. Dijital tersane için karar vericilerin cevap aradığı sorular ve genel kapsamlı cevapları şunlardır.

Sorular

Dijital tersane neden gereklidir?
Hangi teknolojiler dönüşüm yaratıyor?
Maliyet, risk ve yatırım getirisi nedir?
Uygulama adımları nasıl planlanmalı?
Türkiye özelinde avantajlar ve engeller nelerdir? Teşvikler, iş gücü durumu, mevzuat

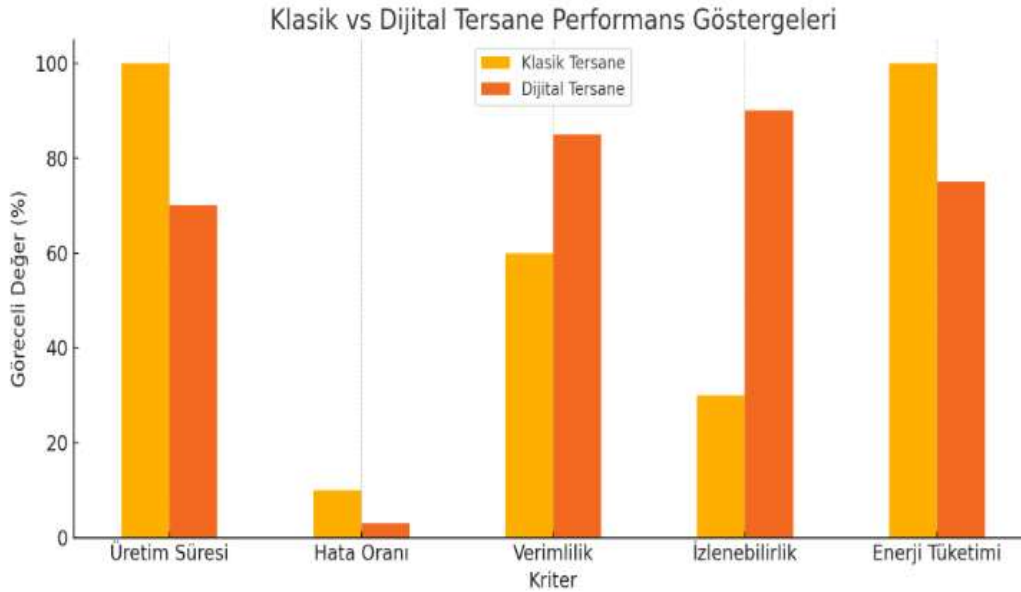
Kapsamlı Yanıtlar

Global rekabet, sürdürülebilirlik, verim
IoT, Dijital İkiz, AI, CPS vb.
CAPEX/OPEX analizi, ROI tahminleri
Yol haritası: kısa, orta ve uzun vadeli

Dijitalleşmede stratejik hedeflerin ve beklenen katkıların belirlenmesi gerekir. Genel anlamda hedefler ve elde edilmesi beklenen katkılar şunlardır:

Stratejik Hedef	Dijital Tersane ile Elde Edilen Katkı
Verimlilik Artışı	Üretim sürelerinin azalması, kayıpların minimize edilmesi
Kalite ve İzlenebilirlik	Anlık veri ile kalite kontrol ve süreç takibi
Entegre Tedarik Zinciri	ERP ve MES ile entegre planlama ve kaynak yönetimi
Risk Yönetimi	Simülasyon ve dijital ikizle olasılık senaryoları
Uluslararası Rekabet Gelişimi	Yeni pazarlara açılma ve müşteri beklentilerine hızlı yanıt

Dünya genelinde tersaneler, özellikle son on yılda dijitalleşmeye yönelik önemli yatırımlar gerçekleştirmiştir. Birçok ülke tersanesinde dijitalleşme yolunda çalışmalarına başlanmış veya başlama aşmasına gelinmiştir. Örneğin, Güney Kore, Almanya, Japonya, Norveç, Çin gibi ülkeler dijital tersane dönüşümünde öncü konumdadır. Bu ülkeler, Endüstri 4.0 teknolojilerini üretim süreçlerine entegre ederek gemi inşa sürelerini kısaltmakta, kaliteyi artırmakta ve tedarik zinciri entegrasyonunu güçlendirmektedir. Şekil 1 'e görüldüğü gibi klasik tersaneye göre dijital tersane performansta iyileşme sağlamaktadır (1, 2). Şekilde üretim süresi, hata oranı, verimlilik, izlenebilirlik ve enerji tüketimi açılarından dijital tersanenin klasik tersaneye göre göreceli değerleri verilmiştir. Elen alınan ve göreceli olarak değerlendirilen tüm kriterler açısından dijital tersanelerin avantajlı olduğu görülmektedir.



Şekil 1. Klasik ve Dijital Tersanede Performans

Dijital tersanelerde sağlanan gelişmelere örnek vermek gerekirse,

Hyundai Heavy Industries (G. Kore); Dijital ikiz sistemleri ile blok montaj süresi %20 azalmıştır. IoT ve otomasyon destekli vinç sistemleri ile iş güvenliği ve verimlilik artışı sağlanmıştır. MES (Manufacturing Execution System) kullanımı ile kaynak planlamasında %15 iyileşme gözlenmiştir.

Norveç, özellikle otonom gemiler ve çevreci gemi üretimi alanında dijital üretim teknolojilerini kullanırken, Almanya tersaneleri modüler üretim ve robotik kaynak sistemleri konusunda öncüdür. Türkiye’de aktif olan yaklaşık 84 adet ticari ve askeri tersane, Marmara, Ege ve Karadeniz bölgelerinde yoğunlaşmıştır. Gemi inşa sektörü, 2023 yılı itibarıyla 2 milyar doları aşkın ihracat gerçekleştirmiş, ancak dijital dönüşüm seviyesi hâlâ sınırlı kalmıştır.

2. ENDÜSTRİ 4.0 TEKNOLOJİLERİ VE TERSANE UYGULAMALARI

Dijital tersane modeli, üretim süreçlerinin fiziksel altyapılarla birlikte veri tabanlı, bağlantılı ve otonom sistemlerle entegre edildiği bir yapıyı ifade eder. Bu model, dijital ikiz, IoT destekli izleme, robotik otomasyon, MES/ERP entegrasyonu ve yapay zekâ destekli karar sistemlerini kapsar. Amaç, tasarımdan üretime, tedarikten teslimata kadar tüm süreci gerçek zamanlı ve entegre bir şekilde yönetmektir.

Endüstri 4.0, üretim süreçlerinin dijitalleştirilmesiyle fiziksel dünya ile sanal dünyanın entegrasyonunu amaçlamaktadır. Tersaneler gibi çok disiplinli ve kompleks üretim ortamları, bu dönüşümden doğrudan etkilenen sektörlerin başında gelmektedir. Bu bölümde, tersane özelinde uygulanabilecek temel Endüstri 4.0 teknolojileri ve sağladıkları kazanımlar sistematik şekilde ele alınmaktadır.

2.1. Nesnelerin İnterneti (IoT)

Nesnelerin interneti, fiziksel nesnelerin sensörler ve internet bağlantısı ile veri toplaması ve iletmesi prensibine dayanır (3, 4).

Tersane Uygulaması:

- Vinç, forklift, montaj istasyonlarının sensörlerle izlenmesi
- Depo stoklarının RFID ile anlık takibi
- Kritik ekipmanların sıcaklık, titreşim gibi verilerle izlenmesi

Kazanımlar:

- Arıza öncesi uyarı ve bakım planlaması
- Stok kayıplarının önlenmesi
- İş güvenliği takibi

Tersanede montaj sahasında IoT tabanlı vinç izleme sistemleri ile maksimum yük altında çalışma süreleri analiz edilerek bakım döngüleri optimize edilir.

2.2. Yapay Zeka (AI) ve Makine Öğrenmesi

Yapay zeka, makinelerin insanlar gibi karar vermesi; makine öğrenmesi ise veriyle öğrenerek süreçleri iyileştirmesidir.

Tersane Uygulaması:

- Kalite kontrol sistemlerinde otomatik hata tespiti

- Üretim verimliliği tahmin modelleri
- Tedarik planlamasında talep tahmini

Kazanımlar:

- Hataların erken teşhisi
- Üretim planlamasında isabet artışı
- İnsan hatalarının azaltılması

Yapay zekâ, özellikle dijital ikiz sistemleri ile birlikte kullanıldığında gerçek zamanlı karar destek sistemleri kurulabilir.

2.3. Dijital İkiz Teknolojisi

Fiziksel bir ürün veya sistemin gerçek zamanlı dijital kopyasının oluşturulmasıdır (5, 6).

Tersane Uygulaması:

- Gemi tasarımı ve üretim simülasyonu
- Blok montaj aşamalarının sanal olarak denenmesi
- Bakım simülasyonları

Kazanımlar:

- Hataların oluşmadan simülasyonla görülmesi
- Eğitim amaçlı sanal sistem kullanımı
- Proje süresi ve maliyet düşüşü

Rolls Royce, dijital ikiz ile çalışan otonom gemi sistemleri geliştirmiş ve tersane aşamasından itibaren tüm testleri sanal ortamda gerçekleştirmiştir.

2.4. Siber Fiziksel Sistemler (CPS)

Fiziksel bileşenlerin sensörler ve yazılımlar aracılığıyla dijital sistemlerle entegre çalıştığı sistemlerdir.

Tersane Uygulaması:

- Akıllı üretim hatları (kaynak, kesim, boyama)
- Gerçek zamanlı üretim verisi toplama
- Üretim kararlarını otomatik optimize eden sistemler

Kazanımlar:

- Gerçek zamanlı veri ile karar alma
- İş gücünün verimli kullanımı
- Üretimde bütünleşik kalite kontrol

2.5. ERP, MES ve PLM Sistemleri Entegrasyonu

- **ERP:** Kaynak planlama
- **MES:** Üretim yürütme sistemi
- **PLM:** Ürün yaşam döngüsü yönetimi

Tersane Uygulaması:

- Sipariştten sevkiyata kadar tüm sürecin yazılım tabanlı yönetimi
- Üretim izleme panelleri ile güncel durum takibi
- Parça yaşam döngüsü ve versiyon kontrolü

Kazanımlar:

- İzlenebilirlik
- Tedarik zinciri entegrasyonu
- Planlama doğruluğu artışı

MES sistemleri, iş emri bazında üretimi izleyerek tersane içi kaynak kullanımını optimize eder.

2.6. Artırılmış Gerçeklik (AR) ve Sanal Gerçeklik (VR)

Tersane Uygulaması:

- Teknik personelin eğitiminde sanal simülasyonlar
- Karma gerçeklik ile montaj destek sistemleri
- Uzaktan denetim ve müşteri sunumları

Kazanımlar:

- Eğitim süresinin kısalması
- Karmaşık montaj adımlarında hata azalması
- Müşteri ile görsel iletişim artışı

Tersanelerde VR gözlüklerle eğitim alan teknisyenler, gemi içi boru hattı montajını sanal olarak gerçekleştirmektedir (7, 8).

2.7. Robotik Sistemler ve Otonom Ekipmanlar

Tersane Uygulaması:

- Otomatik kaynak robotları
- Yüzey temizleme robotları
- Depo ve malzeme taşıma robotları

Kazanımlar:

- Sürekli ve standart kalite
- İş güvenliğinde iyileşme

- İş gücü maliyetlerinde azalma

3. DİJİTALLEŞMEDE ÖNERİLEN YOL HARİTASI VE UYGULAMA PLANI

Dijital tersane yatırımı, sadece teknolojik bir geçiş değil; aynı zamanda kültürel, yapısal ve stratejik bir dönüşüm sürecidir. Bu dönüşümün başarılı olabilmesi için planlama süreci kısa vadeli müdahalelerden çok daha ötesini kapsamalı; aşamalandırılmış, izlenebilir ve risk kontrollü bir yol haritası ile ilerlenmelidir. Bunu sağlamak için çok yönlü ve geniş kapsamlı olarak kısa, orta ve uzun vadeli hedeflerin belirlenmesi yarar sağlar. Fazlara göre yol haritası değişik vadeler açısından belirlenirken, belirli hazırlıkların ve çalışmaların yapılması gerekir. Endüstri 4.0 teknolojilerinin tersanelere entegrasyonu yalnızca makine ve yazılımla değil, aynı zamanda yeni yetkinliklere sahip insan kaynağıyla mümkün olabilir. Dijitalleşme süreci, iş gücünde sadece teknik bilgi değil; veri okuryazarlığı, sistem entegrasyonu bilgisi ve dijital problem çözme becerileri gibi alanlarda da dönüşüm gerektirmektedir.

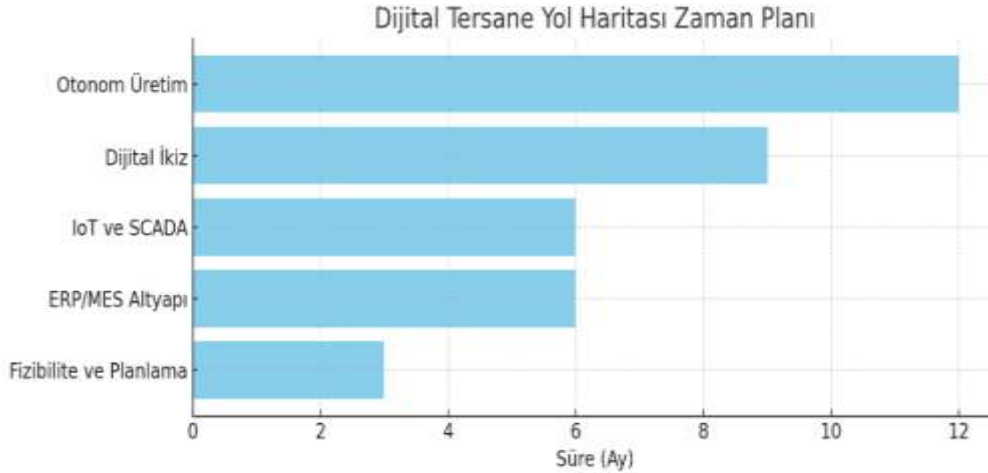
Aşağıda bunlar maddeler halinde verilmektedir.

3.1. Aşamalandırılmış Yol Haritası (Fazlara Göre)

3.1.1 Kısa Vadeli Hedefler (0–12 Ay)

- Fizibilite raporlarının tamamlanması
- Finansman kaynaklarının netleştirilmesi
- Yatırım teşvik belgesi ve resmi izinlerin alınması
- Yerleşim planının hazırlanması (dijital akış öncelikli)
- ERP ve MES sistemi ön hazırlığı
- İş gücü eğitim programlarının planlanması
- Pilot atölye (örneğin dijital kaynak istasyonu) kurulumu

Tesane hedefler doğrultusunda kurulacak olan sistemlerin gerektirdiği süreler farklıdır. Fizibilite ve planlama, ERP/MES altyapı, IOT ve SCADA, Dijital ikiz, otonom üretim için yol haritası tahmini ve yaklaşık zaman planı Şekil 2’de görülmektedir.



Şekil 2. Dijital Tersane Zaman Planı

3.1.2 Orta Vadeli Hedefler (1–3 Yıl)

- ERP-MES-PLM entegrasyonunun tamamlanması
- IoT sensör altyapısının saha montajı
- Dijital ikiz platformunun aktif çalışır hale getirilmesi
- SCADA sistemleriyle üretim hatlarının kontrolü
- Robotik otomasyon sistemlerinin uygulanması
- AR/VR destekli personel eğitim modüllerinin başlatılması
- İlk dijital üretim hattı üzerinde KPI izleme sisteminin devreye alınması

3.1.3 Uzun Vadeli Hedefler (3+ Yıl)

- Tüm üretim birimlerinde tam dijital entegrasyon
- Otomatik tedarik–depo–üretim zinciri kurulumu
- Yapay zeka destekli karar destek sistemleri
- Sürekli öğrenme merkezi (dijital akademi) kurulması
- Uluslararası standartlara tam uyum (ISO 27001, IMO Cyber Risk, vb.)
- Projenin dış pazarlara örnek model olarak tanıtılması

Dijital tersanede yol haritası zaman planında verilen uygulamalar oldukça önemlidir ve birbirini tamamlayıcıdır. Bu nedenle aşağıda her bir uygulamanın ne tür yararlar sağladığı veya hangi avantajlara sahip olduğu maddeler halinde ve stratejik öncelik sıralamasına göre verilmektedir.

Öncelik Uygulama Başlığı**Neden Önemli?**

1	ERP + MES Entegrasyonu	Tüm dijital altyapının omurgası
2	IoT Sensör ve SCADA Sistemi	Süreçlerin görünür ve ölçülebilir olması
3	Eğitim ve Yetkinlik Dönüşümü	Teknolojinin etkin kullanımını sağlar
4	Dijital İkiz / Simülasyon	Hataların önceden görülmesi, verim artışı
5	Robotik Üretim Sistemleri	Hız, kalite ve maliyet avantajı

Uygulama sürecinde başarının sürdürülebilmesi için ölçülebilir göstergeler ve geri bildirim döngüsü kurulmalıdır:

İzleme Aracı**Amaç**

KPI Dashboard	Üretim süresi, hata oranı, enerji tüketimi vb. metriklerin anlık izlenmesi
Haftalık Durum Raporları	Uygulama ekibi ve yönetim arasındaki iletişimin sürdürülmesi
Aylık Revizyon Toplantıları	Yol haritasının güncellenmesi, hedef sapmalarının değerlendirilmesi
Çevik Proje Yönetimi	SCRUM/Kanban gibi çevik araçlarla esnek uygulama takibi
Bağımsız Denetim Raporları	Dış gözle doğrulama ve uluslararası standartlara uyum kontrolü

Dijital tersane modelinin, klasik tersane anlayışından farklı olarak hangi özelliklere sahip olması gerektiği ise şu şekilde maddeler halinde verilebilir. Dijital tersane modelinde,

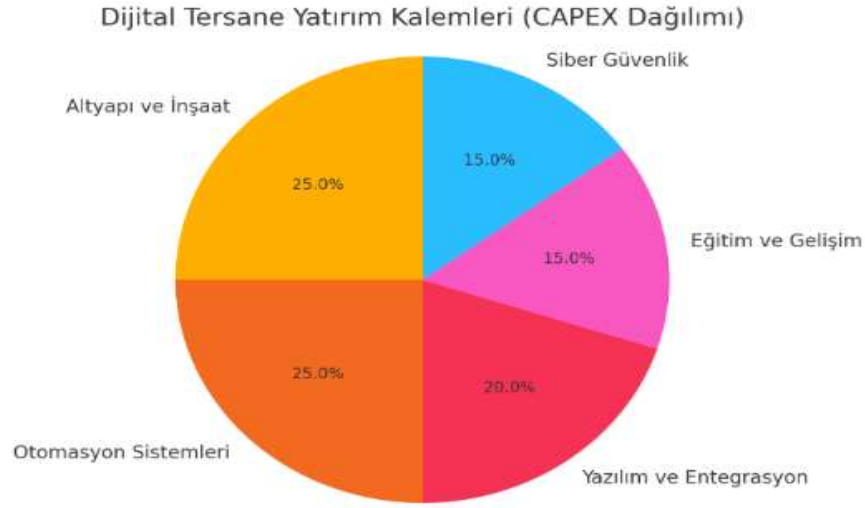
- Gerçek zamanlı veri ile yönetilen,
- Simülasyon destekli karar mekanizmalarına sahip,
- Entegre tedarik ve üretim zinciriyle çalışan,
- İnsan-makine iş birliğini önceleyen,
- Hataları en aza indiren ve verimliliği maksimize eden,

Yapının oluşturulması söz konusudur. Endüstri 4.0 yüksek teknolojiye dayalı bir üretim merkezi olarak tanımlanmıştır. Bu modelin uygulanabilirliği; doğru planlama, sürdürülebilir finansman, eğitilmiş iş gücü ve güçlü siber güvenlik altyapısıyla doğrudan ilişkilidir. Tüm bu bulgular doğrultusunda, dijital tersane yatırımı; teknik olarak uygulanabilir, stratejik olarak gerekli ve ekonomik olarak yönetilebilir bir projedir. Karar vericilere tavsiyemiz; bu dönüşümü sadece teknoloji yatırımı olarak değil, kurumsal bir rekabet sıçraması fırsatı olarak değerlendirmeleridir (9).

Dijital bir tersane yatırımı, yüksek teknoloji altyapı kurulumu, yazılım lisansları, otomasyon sistemleri ve insan kaynağı eğitimi gibi çeşitli bileşenleri içermektedir. Bu kapsamlı yatırım, kısa vadede yüksek maliyetler doğursa da orta ve uzun vadede verimlilik, kalite ve sürdürülebilirlik avantajlarıyla kendini telafi etmektedir. Dijital tersanenin yatırım kalemlerinin toplam bedeldeki oranları farklıdır, bu oranlar genel anlamda Şekil 3’de verilmektedir.

Örneğin 100 milyon TL’lik bir dijital tersane yatırımı planlandığında, sadece yazılım ve dijital kontrol sistemleri için ortalama 25–30 milyon TL ayrılması gerekebilir. Dijital tersaneler, daha yüksek ilk yatırım

gerektirse de, süreç verimliliği, fire azalması, bakım optimizasyonu ve iş gücü tasarrufu sayesinde daha kısa sürede kendini amorti eder.



Şekil 3. Dijital Tersane Yatırım Bileşenleri

Dijital tersaneler mevcut deneyimlerden elde edilen sonuçlara göre, üretim süresinde %30 azalma, hata oranında %70 düşüş, verimlilikte %25 artış sağlıyor. İzlenebilirlik ve enerji verimliliği açısından da ciddi avantajlar sunuyor. Yatırımın ise %50'si fiziksel altyapı ve otomasyona, %20'si yazılım sistemlerine gidiyor. Eğitim ve siber güvenlik de yatırımın %30'unu oluşturuyor. Tüm dönüşüm iyi birplanlama ve uygulama ile yaklaşık 3 yıl içinde tamamlanabilir. İlk 6 ayda temel planlama ve altyapı yatırımları, sonrasında ise dijital ikiz ve otonom üretim modülleri devreye girer.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Tersanelerde dijitalleşme tüm Denizcilik sektörüyle ilişkili işlerde giderek önem kazanmaktadır. Dünyadaki uygulamaları göreceli olarak sınırlı olsa da önümüzdeki yıllarda artış olması kaçınılmazdır. Çünkü kurulum maliyeti, süresi, yeni teknolojiye uyum gibi sorunlar aşıldığında, oldukça geniş bir aralıkta fayda sağlamaktadır. Daha prestijli, güvenli, verimli ve ekonomik bir tersane işletimi söz konusu olmaktadır. Çalışmada, dijitalleşme ve Endüstri 4.0 ile ilişkili bu hususlar incelenerek, konuya dikkat çekilmektedir. Ayrıca bu konuya yeni başlangıç yapacaklar için onlara fiki verecek özet bir yol haritasının küçük bir bölümü verilmeye çalışılmaktadır.

KAYNAKLAR

1. A. R. Rivas, "Navantia's Shipyard 4.0 model overview," Ship Science and Technology, Scientific and Technological Research Articles, Mar., 2018.
2. O. Vidal-Balea, O. Blanco-Novoa, P. Fraga-Lamas, et al., "Creating Collaborative Augmented Reality Experiences for Industry 4.0 Training and Assistance Applications: Performance Evaluation in the Shipyard of the Future," Dec. 2020.
3. Naya, S., 2017. Industry 4.0: An opportunity for the relationship between university and shipbuilding in the future. In: *Proceedings of the 25th Pan-American Conference of Naval Engineering (COPINAVAL)*. Springer Nature.
4. Centobeli, P., et al., 2023. Sailing through a digital and resilient shipbuilding supply chain: An empirical investigation. *Journal of Business Research*, 158, 113686.
5. Pournara, A., Konstantinidis, F., 2021. Shipyards, shipbreaking industry and the contribution of Industry 4.0. In: *17th International Conference on Environmental Science and Technology*, Athens, Greece, September 1–4.
6. Morales, A.B., 2021. Towards a Shipyard 4.0: A case study on the intended utilization of digital transformation and Industry 4.0 mechanisms in a Colombian shipyard. MSc Thesis, Department of Technology Leadership and Innovation, West Lafayette, Indiana.
7. Çil, İ., et al., 2021. Challenges and trends in shipbuilding industry: Digitization of SEDEF Shipyard in Turkey. In: *5th International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT)*, Ankara, Turkey, October 21–23.
8. Strandhagen, J.W., Alfnes, E., Strandhagen, J.O., Vallandingham, L.R., 2017. The fit of Industry 4.0 applications in manufacturing logistics: A multiple case study. *Advances in Manufacturing*, 5, 344–358.
9. Munin-Doce, A., Díaz-Casás, V., Trueba, P., Ferreno-González, S., Vilar-Montesinos, M., 2020. Industrial Internet of Things in the production environment of a Shipyard 4.0. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 108, 47–59.

SÜRDÜRÜLEBİLİR KENTLEŞME AÇISINDAN TÜRKİYE’DE YEŞİL BİNA UYGULAMALARI

Prof. Dr., Kemal YAMAN ^{1/} Yüksek Lisans, Ömer Furkan ŞAHAN²

¹Karabük Üniversitesi, Kentleşme ve Çevre Sorunları, kyaman@karabuk.edu.tr,

ORCID: 0000-0001-9844-4264

¹Karabük Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Kentleşme ve Çevre Sorunları,

²o.f.s.han2366@gmail.com, ORCID: 0009-0002-2255-0153

Özet

Türkiye’de hızlı kentleşme süreci; plansız yapılaşma, artan enerji tüketimi ve doğal kaynakların aşırı kullanımı gibi sorunları beraberinde getirmiştir. Bu süreç, kentleşme politikalarının sürdürülebilirlik temelinde yeniden ele alınmasını zorunlu kılmaktadır. Sürdürülebilir kentleşme yaklaşımının yapı ölçeğindeki en önemli araçlarından biri olan yeşil binalar, enerji ve kaynak verimliliğini artırmayı ve çevresel etkileri azaltmayı hedefleyen uygulamalar olarak öne çıkmaktadır. Ancak Türkiye’de yeşil bina uygulamalarının çoğunlukla teknik ve piyasa temelli bir çerçevede ele alındığı, kentleşme politikalarıyla yeterince bütünleşmediği görülmektedir. Bu durum çalışmanın temel sorun alanını oluşturmaktadır. Bu çalışmanın amacı, Türkiye’de yeşil binaların sürdürülebilir kentleşme politikaları bağlamındaki rolünü ve katkılarını değerlendirmektir. Araştırmada yöntem olarak, konuya ilişkin ulusal ve uluslararası akademik makalelere dayalı nitel bir literatür incelemesi yapılmıştır. Literatür taraması kapsamında sürdürülebilir kentleşme, yeşil bina kavramı, sertifikasyon sistemleri ve politika boyutu birlikte ele alınmıştır. Çalışma sonucunda, yeşil binaların enerji verimliliği, su yönetimi ve çevresel performansın artırılması yoluyla sürdürülebilir kentleşmeye önemli katkılar sunduğu tespit edilmiştir. Ancak bu katkıların yaygın, kalıcı ve kullanılabilir olabilmesi için yeşil bina yaklaşımının hem ulusal hem de yerel kentleşme politikalarıyla daha bütüncül ve bağlayıcı biçimde ele alınması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Söz konusu bütünleşme süreci, sadece çevresel kazanımları değil, aynı zamanda kent sakinlerinin yaşam kalitesini ve ekonomik verimliliği de doğrudan etkileyecek bir potansiyele sahiptir. Bu bağlamda, teşvik mekanizmalarının yasal mevzuatla güçlendirilmesi, Türkiye’nin küresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmasında kritik bir eşik olarak değerlendirilmektedir.

Anahtar kelimeler: Çevresel sürdürülebilirlik, kentleşme politikaları, sürdürülebilir kentleşme, yeşil binalar

GREEN BUILDING PRACTICES IN TÜRKİYE FROM THE PERSPECTIVE OF SUSTAINABLE URBANIZATION

Abstract

The rapid urbanization process in Türkiye has brought forth challenges such as unplanned construction, increased energy consumption, and the excessive use of natural resources. This process necessitates the reconsideration of urbanization policies on the basis of sustainability. As one of the most significant tools of the sustainable urbanization approach at the building scale, green buildings stand out as practices aimed at increasing energy and resource efficiency while reducing environmental impacts. However, it is observed that green building practices in Türkiye are predominantly handled within a technical and market-based framework, failing to integrate sufficiently with urbanization policies. This situation constitutes the core problem area of the study. The purpose of this research is to evaluate the role and contributions of green buildings within the context of sustainable urbanization policies in Türkiye. As a methodology, a qualitative literature review based on national and international academic articles related to the subject was conducted. Within the scope of the literature review; sustainable urbanization, the concept of green buildings, certification systems, and the policy dimension were addressed together. The study concludes that green buildings contribute significantly to sustainable urbanization by enhancing energy efficiency, water management, and environmental performance. However, for these contributions to be widespread, permanent, and applicable, it is concluded that the green building approach must be handled in a more holistic and binding manner with both national and local urbanization policies. The integration process in question has the potential to directly affect not only environmental gains but also the quality of life of urban residents and economic efficiency. In this regard, strengthening incentive mechanisms through legal legislation is considered a critical threshold for Türkiye to achieve its global sustainability goals.

Keywords: Environmental sustainability, green buildings, sustainable urbanization, urbanization policies

1. GİRİŞ

Kentleşme süreci, modern toplumların ekonomik ve toplumsal gelişiminde önemli bir rol oynamakla birlikte, özellikle hızlı ve plansız biçimde gerçekleştiğinde ciddi çevresel sorunları da beraberinde getirmektedir. Türkiye’de son yıllarda artan nüfus, yoğun yapılaşma ve kentlerin mekânsal olarak kontrolsüz büyümesi; enerji tüketiminin artması, doğal kaynakların aşırı kullanımı ve çevresel bozulmalar gibi sorunları daha görünür hâle getirmiştir. Bu durum, kentleşme politikalarının yalnızca mekânsal büyümeyi değil, aynı zamanda çevresel ve toplumsal sürdürülebilirliği de gözeten bir çerçevede ele alınmasını zorunlu kılmaktadır.

Sürdürülebilir kentleşme yaklaşımı, kentlerin bugünkü ihtiyaçlarını karşılarken gelecek kuşakların yaşam olanaklarını riske atmadan gelişmesini hedefleyen bütüncül bir perspektif sunmaktadır. Bu yaklaşımın yapı ölçeğindeki en somut uygulama alanlarından biri ise yeşil binalardır. Yeşil binalar, enerji ve su verimliliği, çevresel etkilerin azaltılması ve yaşam kalitesinin artırılması gibi hedefleriyle sürdürülebilir kentleşmenin önemli araçları arasında yer almaktadır.

Ancak Türkiye’de yeşil bina uygulamalarının çoğunlukla teknik standartlar ve sertifikasyon sistemleri çerçevesinde ele alındığı, kentleşme politikalarıyla yeterince bütünleşmediği görülmektedir. Bu çalışma, yeşil binaların Türkiye’de sürdürülebilir kentleşme politikaları bağlamındaki rolünü inceleyerek, mevcut durumun değerlendirilmesini ve politika düzeyinde karşılaşılan temel sorunların ortaya konulmasını amaçlamaktadır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma, Türkiye’de yeşil binaların sürdürülebilir kentleşme politikaları içindeki yerini ve önemini anlamaya yönelik nitel bir araştırma olarak kurgulanmıştır. Araştırmada, sayısal verilerden ya da saha çalışmalarından ziyade, konuya ilişkin mevcut akademik birikimin değerlendirilmesine odaklanılmıştır. Bu doğrultuda yöntem olarak literatür incelemesi tercih edilmiştir. Literatür incelemesi, yeşil binalar ve sürdürülebilir kentleşme arasındaki ilişkiyi kuramsal ve politik boyutlarıyla ele almak açısından uygun bir zemin sunmaktadır.

Çalışmanın temel materyalini, sürdürülebilir kentleşme, yeşil bina kavramı ve yeşil bina sertifikasyon sistemleri üzerine yazılmış ulusal ve uluslararası akademik makaleler oluşturmaktadır. Bu kapsamda, hakemli dergilerde yayımlanan çalışmalar başta olmak üzere, konuya ilişkin kuramsal tartışmaları ve Türkiye’deki uygulamaları ele alan araştırmalar incelenmiştir.

Literatür seçiminde özellikle yeşil binaların yalnızca teknik özelliklerini değil, aynı zamanda kentleşme politikalarıyla olan ilişkisini irdeleyen çalışmalara öncelik verilmiştir. Ayrıca Türkiye’de uygulanan örnek projelere yer veren akademik ve kurumsal yayınlar, konunun somutlaştırılması amacıyla destekleyici materyal olarak değerlendirilmiştir.

Araştırma sürecinde veri toplama, sistematik bir literatür taraması yoluyla gerçekleştirilmiştir. Tarama sırasında Türkçe ve İngilizce yayınlara yer verilmiş; “sürdürülebilir kentleşme”, “yeşil bina”, “yeşil bina sertifikasyon

sistemleri”, “LEED (Sürdürülebilir Bina Çözümleri ve Yeşil Bina Sertifikasyonu)”, “BREEAM (Yapı Araştırma Kuruluşu Çevresel Değerlendirme Yöntemi)” ve “Türkiye’de yeşil binalar” gibi anahtar kelimeler kullanılmıştır.

Seçilen çalışmaların güncel, akademik niteliğe sahip ve araştırmanın amacıyla doğrudan ilişkili olmasına dikkat edilmiştir. Özellikle Türkiye odaklı yayınlar, yerel uygulamaların ve politika bağlamının daha sağlıklı değerlendirilebilmesi açısından önemli görülmüştür.

Toplanan veriler, betimsel ve karşılaştırmalı analiz yöntemiyle ele alınmıştır. Bu çerçevede öncelikle sürdürülebilir kentleşme ve yeşil bina kavramlarına ilişkin kuramsal yaklaşımlar incelenmiş, ardından Türkiye’deki yeşil bina uygulamalarının bu yaklaşımlar çerçevesinde nasıl şekillendiği değerlendirilmiştir.

Sertifikasyon sistemlerine ilişkin literatür ise karşılaştırmalı biçimde analiz edilerek, bu sistemlerin Türkiye’de yeşil bina uygulamalarını hangi ölçüde yönlendirdiği ve kentleşme politikalarıyla ne tür ilişkiler kurduğu tartışılmıştır. Analiz sürecinde literatürde sıkça vurgulanan ortak temalar ve sorun alanları belirlenmiş, bulgular bu temalar etrafında yorumlanmıştır.

3. SÜRDÜRÜLEBİLİR KENTLEŞME KAVRAMI

Sürdürülebilir kentleşme kavramı, kentlerin ekonomik gelişme hedefleri ile çevresel koruma ve toplumsal refah arasındaki dengeyi gözeten bütüncül bir yaklaşımı ifade etmektedir. Hızlı nüfus artışı, yoğun yapılaşma ve doğal kaynakların aşırı kullanımı, kentlerin çevresel taşıma kapasitesini zorlamakta ve bu durum sürdürülebilirlik temelli politikaların gerekliliğini ortaya koymaktadır. Günümüzde sürdürülebilir kentleşme, yalnızca fiziksel mekânın düzenlenmesiyle sınırlı olmayan; çevresel, ekonomik ve sosyal boyutları birlikte ele alan çok katmanlı bir politika alanı olarak değerlendirilmektedir.

Akademik literatürde sürdürülebilir kentleşme, kentlerin bugünkü ihtiyaçlarını karşılarken gelecek kuşakların yaşam olanaklarını riske atmadan gelişmesini hedefleyen bir süreç olarak tanımlanmaktadır. Bu yaklaşım, kentlerin enerji tüketimi, atık üretimi ve doğal kaynak kullanımı gibi alanlarda daha rasyonel ve çevreye duyarlı uygulamaları benimsemesini zorunlu kılmaktadır. Özellikle yapı sektörü, kentlerin çevresel etkilerinde önemli bir paya sahip olduğu için sürdürülebilir kentleşme tartışmalarının merkezinde yer almaktadır (Bayat & Küçükali, 2020:330-332).

Sürdürülebilir kentleşmenin temel bileşenlerinden biri çevresel sürdürülebilirliktir. Kentlerde artan enerji tüketimi ve karbon salımı, iklim değişikliği ile mücadelede yerel ölçeğin önemini artırmıştır. Bu bağlamda sürdürülebilir kentleşme politikaları, enerji verimliliği, yenilenebilir enerji kullanımı ve kaynak tasarrufunu önceleyen yaklaşımları içermektedir. Yapı ölçeğinde geliştirilen çevre dostu uygulamalar, kentlerin ekolojik ayak izinin azaltılmasına katkı sağlamaktadır (Karademir & Dağ, 2021:67-68).

Sürdürülebilir kentleşme yalnızca çevresel değil, aynı zamanda ekonomik ve sosyal boyutları da kapsayan bir kavramdır. Ekonomik açıdan sürdürülebilir kentleşme, uzun vadede maliyetleri azaltan ve kaynak kullanımında verimliliği artıran uygulamaları öne çıkarmaktadır. Sosyal boyutta ise yaşam kalitesinin yükseltilmesi, sağlıklı ve güvenli kentsel çevrelerin oluşturulması temel hedefler arasında yer almaktadır. Akademik çalışmalar, sürdürülebilir kentleşmenin ancak bu üç boyutun birlikte ele alınmasıyla anlamlı sonuçlar üretebileceğini vurgulamaktadır (Yılmaz & Balyemez, 2020:16-18).

Türkiye’de sürdürülebilir kentleşme tartışmaları, özellikle 2000’li yıllardan itibaren çevre sorunlarının görünür hâle gelmesiyle hız kazanmıştır. Ancak literatürde, sürdürülebilirlik yaklaşımının çoğu zaman politika belgelerinde yer almasına rağmen uygulamada sınırlı kaldığı ifade edilmektedir. Bu durum, sürdürülebilir kentleşmenin çoğunlukla söylemsel düzeyde ele alındığını, uygulamaya yönelik araçların ise yeterince geliştirilmediğini göstermektedir. Yapı sektöründe yeşil bina uygulamaları bu noktada sürdürülebilir kentleşmenin somut araçlarından biri olarak değerlendirilmektedir (Bayat & Küçükali, 2020:345).

Sonuç olarak sürdürülebilir kentleşme kavramı, kentlerin çevresel sorunlarına çözüm üretmenin yanı sıra uzun vadeli bir yaşam stratejisi geliştirmeyi amaçlamaktadır. Bu stratejinin başarısı, yapı ölçeğinden kent bütününe uzanan politikaların bütüncül biçimde tasarlanmasına bağlıdır. Yeşil binalar, sürdürülebilir kentleşme hedeflerinin hayata geçirilmesinde önemli bir araç olarak bu çerçeveye içinde değerlendirilmektedir.

4. YEŞİL BİNA KAVRAMI VE TEMEL ÖZELLİKLERİ

Yeşil bina kavramı, yapıların tasarım, inşa ve kullanım süreçlerinde çevresel etkileri azaltmayı hedefleyen; enerji ve su tüketimini düşürürken kullanıcı konforu ve iç mekân kalitesini gözetken bir yaklaşım olarak ele alınmaktadır. Literatürde yeşil bina; daha az kaynak kullanan, daha az atık üreten ve aynı zamanda konfor ile sağlığı dikkate alan sürdürülebilir yapı anlayışıyla ilişkilendirilmektedir (Bayat & Küçükali, 2021:325). Bu yönüyle yeşil bina, yalnızca “çevre dostu teknoloji” uygulaması değil; sürdürülebilir kentleşme hedefleri içinde yapı sektörünün dönüştürülmesine yönelik bir politika aracı olarak da değerlendirilebilir.

Yeşil binaların temel özellikleri çoğunlukla dört ana ekseninde toplanmaktadır: Bunlar enerji verimliliği, su tasarrufu, malzeme/atık yönetimi ve iç mekân çevre kalitesi şeklinde sıralanabilir. Enerji verimliliği, yeşil bina yaklaşımının merkezindeki unsurlardan biridir. Çünkü binalar, kentlerin toplam enerji tüketiminde önemli bir paya sahiptir ve enerji performansındaki iyileştirmeler, çevresel sürdürülebilirlik açısından doğrudan sonuç üretir. Yeşil bina tasarımında amaç, konfordan ödün vermeden enerji tüketimini düşürmek; bunu da yalıtım, doğal aydınlatma/iklimlendirme stratejileri ve uygun sistem seçimleriyle sağlamaktır (Bayat & Küçükali, 2021:325-326).

Su yönetimi, özellikle iklim krizi ve kentsel su stresi tartışmaları bağlamında yeşil binaların ikinci kritik boyutudur. Yeşil bina yaklaşımında su verimliliği; düşük debili armatürler, yağmur suyu kullanımı ve peyzajda

su ihtiyacını azaltan çözümlerle desteklenmektedir. Aşkar'ın Türkiye'de LEED verilerine dayalı değerlendirmesinde de yeşil bina anlayışının, enerji kadar su tasarrufu ve çevresel performans ölçütlerini içeren bir tasarım yaklaşımına dönüştüğü vurgulanmaktadır (Akşar, 2025:45).

Malzeme seçimi ve atık yönetimi ise yeşil binaların yaşam döngüsü mantığını güçlendiren özelliklerdir. Bu çerçevede yerel/geri dönüştürülebilir malzeme kullanımı, şantiye atıklarının azaltılması ve yapı ömrü boyunca çevresel yükün düşürülmesi öne çıkar. Bu özellikler, yeşil bina kavramının yalnızca “enerji tasarrufu” ile sınırlı olmadığına; kaynak kullanımının bütüncül biçimde ele alındığına işaret eder.

Yeşil binaların tanınmasını ve yaygınlaşmasını sağlayan en önemli mekanizmalardan biri de sertifikasyon sistemleridir. Türkiye'de literatürde en sık tartışılan sistem LEED'dir. Karademir ve Dağ'ın çalışması, LEED'in uluslararası ölçekte yaygınlaştığını ve Türkiye'de de yoğun biçimde kullanıldığını; ayrıca Türkiye'deki LEED projelerine ilişkin sayısal bir görünüm sunarak sertifikasyonun yayılımına dair somut bir çerçeve sağlamaktadır (Karademir & Dağ, 2021:71). Sertifikasyon sistemleri yalnızca ölçme-değerlendirme aracı değil, aynı zamanda sektör aktörleri için bir standartlaştırma ve yönlendirme mekanizmasıdır. Nitekim BREEAM, LEED ve DGNB (yapıların sürdürülebilirlik performansını çevresel, ekonomik, sosyokültürel, teknik ve fonksiyonel açılardan bütüncül biçimde değerlendiren bir yeşil bina sertifikasyon sistemi) gibi sistemlerin karşılaştırmalı olarak ele alındığı çalışmalarda, bu sistemlerin kapsam, kriter ağırlıkları ve değerlendirme kurguları bakımından farklılaştığı gösterilmektedir (Uruk & Külünkoğlu İslamoğlu, 2019:144).

Sonuç olarak yeşil bina kavramı; enerji ve su verimliliği, malzeme/atık yönetimi ve iç mekân kalitesi gibi temel özellikleriyle sürdürülebilir yapı üretimini somutlaştıran bir çerçeve sunmaktadır. Bu çerçevenin Türkiye'deki görünürlüğü ve kurumsallaşması ise büyük ölçüde sertifikasyon sistemleri üzerinden izlenebilmekte; aynı zamanda kentleşme politikalarıyla bütünleştiği ölçüde sürdürülebilir kentleşme hedeflerine daha güçlü katkı üretebilmektedir.

5. DÜNYADA YEŞİL BİNALARIN GELİŞİMİ

1990'lı yıllar, yeşil bina anlayışının kurumsallaşmaya başladığı bir dönem olarak değerlendirilmektedir. Bu dönemde çevresel tasarım, enerji verimliliği ve yaşam döngüsü yaklaşımı, yapı üretim süreçlerinin temel bileşenleri hâline gelmiştir. Özellikle ABD ve Avrupa ülkelerinde geliştirilen yeşil bina sertifikasyon sistemleri, bu yaklaşımın yaygınlaşmasında belirleyici rol oynamıştır. LEED (ABD) ve BREEAM (Birleşik Krallık) gibi sistemler, yapıların çevresel performansını ölçmeye yönelik standartlar sunarak yeşil bina kavramının küresel ölçekte tanınmasını sağlamıştır (Cole, 2005:456-458).

Yeşil binalar, küresel sürdürülebilirlik gündeminin önemli bir bileşeni haline gelmiş olup, enerji verimliliği ve çevresel etkilerin azaltılmasına yönelik bütüncül yaklaşımların yapı ölçeğinde somutlaştığı uygulamalar olarak tanımlanmaktadır. Bu kavramın ortaya çıkışı, 20. yüzyılın ikinci yarısında artan çevresel sorunlar ve enerji

krizleriyle paralel olarak gelişmiş ve kısa sürede mimarlık ile inşaat sektörlerinde uluslararası kabul görmeye başlamıştır (Lu, 2025:2-3). Yeşil bina uygulamaları, sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle ilişkilendirilmiş; bu da yapı sektörünü sadece fiziksel tasarım ve malzeme seçimi açısından değil, aynı zamanda çevresel, ekonomik ve sosyal etkileri birlikte ele alan bir disiplin hâline getirmiştir.

Son yıllarda yapılan bilimsel derlemeler, yeşil bina araştırmalarının sadece klâsik teknik performans ölçütleriyle sınırlı kalmadığını; bunun ötesinde enerji tasarrufu, çevresel sürdürülebilirlik ve yapıların toplumsal etkilerini de kapsadığını göstermektedir (Lu, 2025:2-3). Bu literatürde ayrıca, yeşil bina uygulamalarının kentleşme politikalarıyla entegre edilmesinin önemine vurgu yapılmakta; politik araçların, ekonomik teşviklerin ve yerel yönetişimin, yeşil bina gelişimini güçlendiren unsurlar olduğu belirtilmektedir.

Yeşil bina araştırmalarında bir diğer önemli odak, sürdürülebilir bina malzemelerinin etkin kullanımıdır. Malzeme seçimindeki çevresel kriterler, yaşam döngüsü analizleri ve düşük emisyonlu ürünlerin tercih edilmesi gibi uygulamalar sürdürülebilir yapının temel unsurları arasında sayılmaktadır (Shivakumar, 2024:1-3). Bu eğilim, küresel ölçekte yapı sektörünün çevresel ayak izini azaltmayı hedefleyen çok boyutlu bir yaklaşımın parçasını oluşturur.

Sonuç olarak yeşil binaların gelişimi, küresel ölçekte çevresel krizlere yanıt veren, uluslararası standartlarla desteklenen ve sürdürülebilir kentleşme stratejileriyle uyumlu bir süreç olarak devam etmektedir. Bu süreç, bilimsel araştırmaların ve politika uygulamalarının birlikte ilerlemesiyle daha güçlü bir etki alanı yaratmaktadır.

6.TÜRKİYE'DE YEŞİL BİNALARIN GELİŞİMİ

Türkiye'de yeşil binaların gelişimi, sürdürülebilirlik kavramının kentleşme ve yapı sektöründe daha görünür hâle gelmeye başladığı 2000'li yıllarla birlikte ivme kazanmıştır. Hızlı kentleşme, artan enerji tüketimi ve çevresel baskılar, yapı sektörünün çevresel performansının sorgulanmasına yol açmış; bu süreçte yeşil bina yaklaşımı, çevre dostu yapı üretiminin temel araçlarından biri olarak gündeme gelmiştir. Literatür verileri, Türkiye'de yeşil bina uygulamalarının başlangıçta sınırlı sayıda proje ile ortaya çıktığını, zamanla özellikle büyük kentlerde yaygınlaştığını ortaya koymaktadır (Bayat & Küçükali, 2021:321-325).



Görsel 1: Galataport İstanbul (Kaynak:Galataport.com, 2026)

Türkiye’de yeşil bina uygulamalarının gelişiminde sertifikasyon sistemleri belirleyici bir rol oynamıştır. Özellikle LEED sertifikası, uluslararası geçerliliği ve yatırımcılar açısından sağladığı prestij nedeniyle Türkiye’de en yaygın kullanılan sistem hâline gelmiştir. Karademir ve Dağ’ın çalışması, Türkiye’de LEED sertifikalı bina sayısının yıllar içinde istikrarlı biçimde arttığını ve bu artışın ağırlıklı olarak ofis, alışveriş merkezi ve büyük ölçekli konut projelerinde yoğunlaştığını göstermektedir (Karademir & Dağ, 2021:69-73). Bu durum, yeşil bina uygulamalarının Türkiye’de büyük ölçüde özel sektör odaklı geliştiğine işaret etmektedir.

Akademik çalışmalar, Türkiye’de yeşil bina yaklaşımının çoğunlukla enerji verimliliği ve çevresel performans kriterleri üzerinden ele alındığını, sosyal ve yönetsel boyutların ise görece geri planda kaldığını vurgulamaktadır. Bayat ve Küçükali’ye göre, yeşil bina kavramı Türkiye’de daha çok teknik bir uygulama alanı olarak algılanmakta; sürdürülebilir kentleşme politikalarıyla bütüncül biçimde ilişkilendirilmesi sınırlı kalmaktadır (Bayat & Küçükali, 2021:321-332). Bu durum, yeşil binaların kent ölçeğinde dönüştürücü bir etki yaratmasını zorlaştırmaktadır.

Kamu politikaları açısından bakıldığında, Türkiye’de yeşil binaları doğrudan hedefleyen kapsamlı ve bağlayıcı bir ulusal politika çerçevesinin bulunmadığı görülmektedir. Yeşil bina uygulamaları daha çok enerji verimliliği, çevre koruma ve iklim değişikliğiyle mücadeleyle yönelik genel düzenlemeler çerçevesinde dolaylı olarak desteklenmektedir. Literatürde, bu yaklaşımın yeşil bina uygulamalarının yaygınlaşmasını teşvik etmekle birlikte, standartlaşma ve bütüncül planlama açısından yetersiz kaldığı belirtilmektedir (Yılmaz & Balyemez, 2020:5-11).

Türkiye’de yeşil binaların mekânsal dağılımı da dikkat çekici bir özelliktir. Akademik çalışmalar, yeşil bina projelerinin büyük ölçüde İstanbul, Ankara ve İzmir gibi metropol kentlerde yoğunlaştığını ortaya koymaktadır (Görsel 2). Bu durum, yeşil bina uygulamalarının bölgesel eşitsizlikler bağlamında değerlendirilmesini gerekli

kılmaktadır. Ayrıca yeşil binaların çoğunlukla üst gelir gruplarına yönelik projelerde yer alması, sürdürülebilirliğin sosyal boyutunun zayıf kaldığı yönündeki eleştirileri güçlendirmektedir.



Görsel 2: Ankara Hızlı Tren Garı (Kaynak:Limak.com.tr, 2026)

Sonuç olarak Türkiye’de yeşil binaların gelişimi, küresel eğilimlerle paralel biçimde ilerlemekle birlikte, büyük ölçüde piyasa dinamikleri ve sertifikasyon sistemleri üzerinden şekillenmiştir. Yeşil binaların sürdürülebilir kentsel hedeflerine daha güçlü katkı sunabilmesi için, bu yaklaşımın ulusal ve yerel kentsel politikalarıyla daha bütüncül biçimde ilişkilendirilmesi ve sosyal boyutunun güçlendirilmesi gerekmektedir.

7. TÜRKİYE’DE YEŞİL BİNALARIN KENTLEŞME POLİTİKALARI AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Türkiye’de yeşil binalar, kentsel politikaları bağlamında değerlendirildiğinde, sürdürülebilirlik hedeflerinin yapı ölçeğinde somutlaşmasını sağlayan bir araç olarak öne çıkar; ancak bu aracın kent ölçeğine yayılan politika tasarımına tam olarak eklenmesi hâlâ sınırlıdır. Uygulamada “yeşil bina” çoğu zaman proje bazında, sertifikasyon odaklı ve özellikle büyük kentlerde yoğunlaşan bir pratik biçiminde görünür. Bu nedenle yeşil binaların kentsel politikalarına katkısını tartışırken, yalnızca çevresel performans değil; planlama, dönüşüm, teşvik ve kurumsal kapasite başlıkları birlikte ele alınmalıdır. Literatürde yeşil binaları temel araştırma konusu olarak ele alan çok sayıda araştırma yer almaktadır. Bunların bazıları arasında Akca (2011), Aydın (2013), Bengü. (2012), Çelik (2009), Gökçen ve Perker (2022), Görgün (2012), Kobaş. (2011), Lelebici (2015), Özcan ve Temizbaş (2010), Şentürk (2014), Topçu (2010), Türk. (2024), Yaman ve Özenir (2025)’in çalışmaları yer almaktadır.

Kentsel politikaları açısından ilk kritik alan, sertifika sistemlerinin Türkiye’deki rolüdür. Konut ölçeğinde BREEAM, LEED ve B.E.S.T.(Binalarda Ekolojik Ve Sürdürülebilir Tasarım Konut ve Ticari Sertifikası) gibi

sistemleri karşılaştıran çalışma, bu araçların enerji, su ve malzeme gibi kaynak başlıklarında yapı sektörüne bir “ölçme-değerlendirme dili” kazandırdığını; fakat uygulamada çoğu zaman piyasa sinyalleriyle (prestij/değer artışı) ilerlediğini göstermektedir (Deligöz, Kabak, & Sağlam, 2020). Benzer biçimde BREEAM–LEED–DGNB karşılaştırması, sertifikasyonun kriter seti ve puanlama mantığı üzerinden teknik bir çerçeve sunduğunu, ancak yerel planlama araçlarıyla doğrudan bağının her zaman kurulamadığını ima eder (Uruk & Külünkoğlu İslamoğlu, 2019:145-154).

İkinci kritik alan kentsel dönüşümdür. Türkiye’de kentsel dönüşüm pratiği, büyük ölçüde fiziksel yenileme ve risk azaltımı ekseninde yürürken, yeşil bina yaklaşımının bu süreçlere sistematik biçimde gömülmesi sınırlı kalabilmektedir. Yeşil bina konseptinin kentsel dönüşüm uygulamalarında ele alınmasını tartışan çalışma, fırsatların (enerji verimliliği, yaşam kalitesi, çevresel etkilerin azaltılması) yanında; maliyet, mevzuat ve uygulama kapasitesi gibi sınırlılıkların da altını çizer.

Üçüncü alan, kamu projeleri ve enerji verimliliği üzerinden politika kapasitesidir. Binalarda enerji verimliliği kapsamındaki projeleri inceleyen makale, kamu öncülüğünün (pilot uygulamalar, mevzuat uyumu, kapasite geliştirme) yaygın etki üretebileceğini göstermekte; bu yönüyle yeşil bina yaklaşımının yalnızca “özel sektör projesi” değil, aynı zamanda politika aracı olarak tasarlanabileceğine işaret etmektedir.

Sonuç olarak, Türkiye’de yeşil binaların kentleşme politikalarıyla ilişkisi güçlenmektedir; ancak sertifikasyonun kent planlama, dönüşüm ve kamu teşvikleriyle bütünleştiği ölçüde daha kapsayıcı ve ölçeklenebilir bir politika etkisi üretmesi mümkündür.

8. TÜRKİYE’DE YEŞİL BİNALARIN SÜRDÜRÜLEBİLİR KENTLEŞMEYE KATKILARI

Türkiye’de sürdürülebilir kentleşme tartışmaları, hızlanan kentleşme süreciyle birlikte artan enerji tüketimi, su kaynakları üzerindeki baskı ve çevresel bozulma gibi sorunlar etrafında şekillenmektedir. Bu bağlamda yeşil binalar, yapı ölçeğinde çevresel etkilerin azaltılması yoluyla sürdürülebilir kentleşme hedeflerine katkı sunan önemli araçlar arasında yer almaktadır. Yeşil bina yaklaşımı, yalnızca yeni yapı üretiminde değil, mevcut yapı stokunun iyileştirilmesinde de kentlerin çevresel performansını artırma potansiyeline sahiptir.

Yeşil binaların sürdürülebilir kentleşmeye katkılarının başında enerji ve kaynak verimliliği gelmektedir. Binalar, kentlerin toplam enerji tüketiminde önemli bir paya sahip olduğundan, yapı ölçeğinde sağlanan verimlilik kazanımları kent ölçeğinde anlamlı sonuçlar üretmektedir. Binalarda enerji verimliliği odaklı projeleri inceleyen çalışmalar, enerji tüketiminin azaltılmasının hem çevresel sürdürülebilirliği desteklediğini hem de uzun vadede ekonomik faydalar sağladığını ortaya koymaktadır. Bu yönüyle yeşil binalar, sürdürülebilir kentleşmenin çevresel ve ekonomik boyutlarını birlikte güçlendirmektedir.

Su yönetimi, yeşil binaların sürdürülebilir kentleşmeye katkı sunduğu bir diğer önemli alandır. Türkiye’de özellikle büyük kentlerde artan nüfus ve iklim değişikliğinin etkileri, su kaynaklarının daha etkin yönetilmesini

zorunlu kılmaktadır. Yeşil bina uygulamalarında yer alan yağmur suyu kullanımı, su tasarruflu donanımlar ve peyzaj çözümleri, kentsel su talebinin azaltılmasına katkı sağlamaktadır. Kentsel su yönetimi ile yeşil binalar arasındaki ilişkiyi ele alan çalışmalar, bu tür uygulamaların kentlerin çevresel taşıma kapasitesini güçlendirdiğini vurgulamaktadır.

Yeşil binaların sürdürülebilir kentleşmeye katkısı, sertifikasyon sistemleri aracılığıyla ölçülebilir hâle gelmektedir. BREEAM, LEED ve DGNB gibi sistemleri karşılaştıran araştırmalar, bu araçların çevresel performansı standartlaştırdığını ve yapı sektöründe sürdürülebilirlik farkındalığını artırdığını göstermektedir (Uruk & Külünkoğlu İslamoğlu, 2019:145-154). Ancak bu katkının kent ölçeğinde kalıcı olabilmesi, sertifikasyonun planlama ve yerel politika araçlarıyla bütünleşmesine bağlıdır.

Sonuç olarak yeşil binalar, Türkiye’de sürdürülebilir kentleşmeye enerji verimliliği, su yönetimi ve çevresel performansın artırılması yoluyla önemli katkılar sunmaktadır. Bununla birlikte bu katkıların yaygın ve kapsayıcı hâle gelebilmesi için yeşil bina yaklaşımının kentleşme politikalarıyla daha güçlü biçimde ilişkilendirilmesi gerekmektedir.

9. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışma, Türkiye’de yeşil binaların sürdürülebilir kentleşme politikaları bağlamındaki rolünü ve katkılarını incelemeyi amaçlamıştır. Literatür incelemesine dayalı olarak yürütülen analizler, yeşil bina yaklaşımının enerji verimliliği, su yönetimi, çevresel etkilerin azaltılması ve yaşam kalitesinin artırılması gibi alanlarda sürdürülebilir kentleşmeye önemli katkılar sunduğunu ortaya koymaktadır. Yapı ölçeğinde elde edilen bu kazanımlar, kentlerin çevresel performansını iyileştirme potansiyeline sahip olup, sürdürülebilirlik hedeflerinin somutlaşmasına katkı sağlamaktadır.

Araştırma bulguları, Türkiye’de yeşil bina uygulamalarının büyük ölçüde sertifikasyon sistemleri ve proje bazlı girişimler üzerinden geliştiğini göstermektedir. Özellikle LEED gibi uluslararası sertifikasyon sistemleri, yapı sektöründe çevresel farkındalığın artmasına ve belirli standartların benimsenmesine katkı sunmuştur. Bununla birlikte, yeşil bina yaklaşımının kentleşme politikalarıyla yeterince bütünleşmediği; planlama mevzuatı, kentsel dönüşüm uygulamaları ve yerel yönetim politikalarıyla sınırlı düzeyde ilişki kurabildiği görülmektedir. Bu durum, yeşil binaların kent ölçeğinde daha yaygın ve kapsayıcı bir dönüşüm yaratmasını engelleyen temel sorunlardan biri olarak öne çıkmaktadır.

Çalışmada ayrıca, yeşil binaların Türkiye’de yoğunlukla büyük kentlerde ve belirli gelir gruplarına yönelik projelerde yoğunlaştığı tespit edilmiştir. Bu durum, sürdürülebilirliğin sosyal boyutunun geri planda kaldığını ve yeşil bina uygulamalarının mekânsal eşitsizlikleri azaltma potansiyelinin yeterince değerlendirilemediğini göstermektedir. Oysa sürdürülebilir kentleşme, çevresel olduğu kadar toplumsal adalet ve kapsayıcılık ilkelerini de içeren bir yaklaşımı gerektirmektedir.

Sonuç olarak yeşil binalar, Türkiye’de sürdürülebilir kentleşme hedeflerine ulaşmada önemli bir araç olmakla birlikte, bu potansiyelin etkin biçimde kullanılabilmesi için politika düzeyinde daha bütüncül bir yaklaşımın benimsenmesi gerekmektedir. Yeşil bina uygulamalarının planlama süreçlerine entegre edilmesi, yerel yönetimlerin bu alandaki kurumsal kapasitesinin güçlendirilmesi ve kamu öncülüğünde teşvik mekanizmalarının geliştirilmesi, sürdürülebilir kentleşme açısından kritik öneme sahiptir. Gelecekte yapılacak çalışmaların, yeşil binaların kent ölçeğindeki sosyal ve ekonomik etkilerini ampirik verilerle incelemesi, politika üretim süreçlerine önemli katkılar sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Akşar, S. (2025), Türkiye’de yeşil bina sertifikasyonu: LEED verileri üzerinden bir değerlendirme, *Sürdürülebilir Mühendislik Uygulamaları ve Teknolojik Gelişmeler Dergisi*, 8(1), 45–60.
- Akca, S. (2011). LEED Yeşil Bina Değerlendirme Sistemi Ölçütlerinin Tasarım Ölçekleri Kavramsal Kademelenme ve Kaynak Kullanımı Düzeyinde Tutarlılığının Ölçülmesi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi.
- Aydın, T. K. (2013). Yeşil Bina Sertifikasyonları Kapsamında Yerel Sistem Gerekliliğinin Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi.
- Bayat, F. ve Küçükali, U. F. (2021), Sürdürülebilirlik bağlamında yeşil binaların ulusal ve uluslararası boyutta değerlendirilmesi, *Anadolu Bil Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 16(64), 321–347.
- Bengü, D. (2012). Yapı Üretim Sürecinde LEED Yeşil Bina Sertifika Sisteminin Değerlendirilmesi, Türkiye’den Örnekler. Yüksek Lisans Tezi.
- Cole, R. J. (2005), Building environmental assessment methods: Redefining intentions and roles, *Building Research & Information*, 33(5), 455–467.
- Çelik, E. (2009). Yeşil Bina Sertifika Sistemlerinin İncelenmesi Türkiye’de Uygulanabilirliklerinin Değerlendirilmesi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi.
- Galataport. (2026), Galataport Istanbul Awarded Leed Platinum Certification, 30 Mart 2026 tarihinde Galataport sitesi: <https://galataport.com/en/press-releases/galataport-istanbul-awarded-leed-platinum-certification> adresinden alındı.
- Gökçen, T. & Perker, Z. S. (2022). Yeşil Bina Oluşturma Deneyimi Üzerine Fenomenolojik Bir Araştırma. *Mimarlık Ve Yaşam*. <https://doi.org/10.26835/my.966992>, 449-465.
- Görgün, B. (2012). Enerji Verimli Yeşil Bina Sertifikasyonunda Yol Haritasının Belirlenmesi İçin LEED ve BREEAM Örneklerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi.
- Karademir, A. Ç. ve Dağ, A. (2021), Sürdürülebilirlik uygulaması olarak yeşil bina ve LEED sertifikasyonu, *Academia Journal of Nature and Human Sciences*, 7(1), 63–83.

- Kobaş, B. (2011). Oluşturulmakta Olan Türk Yeşil Bina Değerlendirme Sisteminin Malzeme Kategorisi İçin BREEAM ve LEED Örneklerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi.
- Leblebici, N. (2015). Yeşil Binalarda Proje Geliştirme ve Sertifikalandırma Süreçlerinin İncelenmesi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Dönem Projesi.
- Limak. (2026), Ankara Yüksek Hızlı Tren Garı, 30 Mart 2026 tarihinde Limak sitesi: <https://www.limak.com.tr/sektorler/altyapi-yatirimlari/altyapi-projeleri/ankara-yuksek-hizli-tren-gari> adresinden alındı.
- Özcan, Ö. & Temizbaş, A. (2010). Yeşil Bina. 1. Proje ve Yapım Yönetimi Kongresi, (s. 1243). Ankara-Türkiye.
- Lu, Y. (2025), A literature review of sustainable building research, Buildings, 15(19), 3609.
- Shivakumar, G. S. (2024), Green building materials, International Journal of Engineering Research and Technology, 13(6), 1120–1126.
- Şentürk, S. H. (2014). Yeşil Bina Vergi Teşvikleri: Amerika Örneği Ve Türkiye İçin Çıkarılabilecek Sonuçlar, Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, 89-102.
- Topçu, G. (2010). Türkiye’de Sertifikalı Yeşil Bina Uygulamasının Örnek Bir Bina Üzerinde İrdelenmesi. Yüksek Lisans Tezi.
- Türk., S. M. (2024). Yeşil Teknoloji. Çağdaş Yerel Yönetimler.33 (1) 33-48 USGBC. (2005). LEED for New Construction & Major Renovations.
- Uruk, Z. F. ve Külünkoğlu İslamoğlu, A. K. (2019), BREEAM, LEED ve DGNB yeşil bina sertifikasyon sistemlerinin standart bir konutta karşılaştırılması, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (15), 143–154.
- Yaman, K. Ve Özenir, C. (2024) "Enerji Değişimi ve Yeşil Binalar", 6. International Liberty Interdisciplinary Studies Conference , Newyork, ABD
- Yılmaz, E. ve Balyemez, S. (2020), Türkiye’de yeşil bina sertifikasyon sistemleri, Anadolu Bil Meslek Yüksekokulu Dergisi, 15(57), 1–18.

METROPOL YÖNETİM ALANLARININ KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ: İSTANBUL VE MADRİD ÖRNEKLERİ

Prof. Dr., Kemal YAMAN ^{1/} Doktorant, Shamil HUSEYNLI ²

¹Karabük Üniversitesi, Kentleşme ve Çevre Sorunları, kyaman@karabuk.edu.tr,

ORCID: 0000-0001-9844-4264

¹Karabük Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Kentleşme ve Çevre Sorunları,

²shamil7872@gmail.com, ORCID: 0000-0003-2587-6183

Özet

Günümüz metropollerinde yaşanan devasa demografik ve mekansal genleşme, klasik merkeziyetçi idare pratiklerini işlevsiz hale getirerek "fonksiyonel kentsel alan" krizini doğurmuştur. Kağıt üzerindeki idari sınırlarla fiili kent yaşamı arasındaki bu derin kopukluk, çok aktörlü ve katılımcı bir yönetim mimarisini zorunlu kılmaktadır. Bu çalışma, söz konusu idari krizi aşmak için farklı devlet geleneklerinin ürettiği kurumsal çözümleri, İstanbul ve Madrid metropol yönetim alanları üzerinden karşılaştırmalı olarak incelemektedir. Araştırmada; her iki kentin idari sınır kurguları, mekansal planlama yöntemleri, demokratik temsil mekanizmaları ve mali özerklik kapasiteleri analiz edilmektedir. Bu çalışmada araştırma yöntemi olarak nitel bir analiz yaklaşımı benimsenmiş olup çalışma farklı aşamalardan oluşmaktadır. İlk adımda, metropol yönetim alanı ve yönetim kavramlarını kuramsal bir zemine oturtup üniterden çok kademeli yapılara kadar farklı modeller incelenmiştir. Ardından İstanbul ve Madrid metropoliten bölgelerinin tarihsel gelişimlerine, idari şemalarına ve kentleşme deneyimlerine kadar detaylı bir inceleme yapılmıştır. Son aşamada ise bu iki metropoliten alan; kurumsal kapasite, mekansal planlama, demokratik temsil ve mali özerklik gibi önemli göstergeler üzerinden kıyaslayarak, elde edilen bulgular genel olarak değerlendirilmiştir. İnceleme sonuçları, 6360 sayılı yasa ile şekillenen İstanbul modelinin aşırı merkeziyetçi, sivil katılımı kısıtlayan ve mali açıdan merkeze bağımlı katı bir dikey vesayet ürettiğini göstermektedir. Buna karşılık, İspanya'nın ademi merkeziyetçi anayasal altyapısından beslenen Madrid modelinin; üstte yasama yetkisine sahip bölgesel bir parlamento, alta mali otonomisi tam ilçe konseyleri ve entegre konsorsiyumlar ile yatay müzakereye dayalı, esnek bir yönetim başarısı sergilediği tespit edilmiştir. Çalışma, çağdaş metropol idarelerinde mekansal bütünleşmenin, idari sınırları yukarıdan aşağıya dayatan hukuki müdahalelerle değil; tabandan beslenen demokratik temsil, bölgesel koordinasyon ve yerel mali bağımsızlık ile sağlanabileceğini ortaya koymaktadır.

Anahtar kelimeler: Metropol yönetimi, fonksiyonel kentsel alan, İstanbul, Madrid

COMPARATIVE ANALYSIS OF METROPOLITAN ADMINISTRATIVE AREAS: CASE OF ISTANBUL AND MADRID

Abstract

The massive demographic and spatial expansion in contemporary metropolises has rendered classical centralized administration practices dysfunctional, giving rise to the "functional urban area" crisis. This profound disconnect between administrative boundaries on paper and actual urban life necessitates a multi-actor and participatory governance architecture. To overcome this administrative crisis, this study comparatively examines the institutional solutions produced by different state traditions through the metropolitan management areas of Istanbul and Madrid. The research analyzes the administrative boundary constructs, spatial planning methods, democratic representation mechanisms, and financial autonomy capacities of both cities. This study adopts a qualitative analysis approach as its research method and consists of different stages. In the first step, the concepts of metropolitan administrative area and governance are established on a theoretical basis, and different models, ranging from unitary to multi-tiered structures, are examined. Then, a detailed examination is conducted of the historical development, administrative schemes, and urbanization experiences of the Istanbul and Madrid metropolitan areas. In the final stage, these two metropolitan areas are compared based on important indicators such as institutional capacity, spatial planning, democratic representation, and financial autonomy, and the findings are evaluated. The findings indicate that the Istanbul model, shaped by Law No. 6360, produces a highly centralized, strict vertical tutelage that restricts civil participation and remains financially dependent on the central government. In contrast, the Madrid model, nourished by Spain's decentralized constitutional infrastructure, demonstrates a flexible governance success based on horizontal negotiation, featuring a regional parliament with legislative power at the top, financially autonomous district councils at the bottom, and integrated consortiums. The study reveals that spatial integration in contemporary metropolitan administrations can be achieved not through top-down legal interventions that impose administrative boundaries, but through grass-roots democratic representation, regional coordination, and local financial independence.

Keywords: Metropolitan management, functional urban area, Istanbul, Madrid.

INTERNATIONAL PATIENT PROCESS MANAGEMENT

Assoc. Prof. Dr. Mehmet YORULMAZ¹ / Master Student Osman EKENEL²

¹Selcuk University, Health Care Management, Konya, Turkey, mtyorulmaz@hotmail.com,

ORCID: 0000-0001-6670-165X

²Selcuk University, Health Care Management, Konya, Turkey, oekenel@yahoo.com,

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-3903-4734>

Abstract

International patient process management refers to the planning, coordination, and monitoring of the entire treatment journey of individuals who travel across borders to receive healthcare services. This process includes all stages from selecting a healthcare provider to pre-assessment, treatment planning, travel arrangements, in-hospital services, discharge, and post-treatment follow-up. Effective management requires not only clinical services but also the integration of communication, cultural adaptation, language support, and patient experience. With the integration of multimodal data, including medical images, electronic health records, and demographic information, patients' clinical conditions can be evaluated more comprehensively, leading to improved accuracy and efficiency in diagnosis and treatment processes. In this context, international patient process management plays a critical role in enhancing operational efficiency, patient satisfaction, and overall service quality.

Keywords: Health Tourism, International Patient, Health Management.

ULUSLARASI HASTA SÜREÇLERİ YÖNETİMİ

Doç. Dr. Mehmet YORULMAZ¹ / Y.L. Öğrenci Osman EKENEL

¹Selçuk Üniversitesi, Sağlık Yönetimi, Konya, Türkiye, mtyorulmaz@hotmail.com,

ORCID: 0000-0001-6670-165X

²Selçuk Üniversitesi, Sağlık Yönetimi, Konya, Türkiye, oekenel@yahoo.com,

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-3903-4734>

Uluslararası hasta süreçleri yönetimi, sağlık hizmeti almak amacıyla ülke sınırlarını aşan bireylerin tüm tedavi yolculuğunu planlama, koordine etme ve izleme sürecini ifade eder. Bu süreç; hastanın sağlık kuruluşunu seçmesinden başlayarak ön değerlendirme, tedavi planlaması, seyahat organizasyonu, hastane içi hizmetler, taburculuk ve sonrasındaki takip aşamalarını kapsamaktadır. Etkin bir yönetim için yalnızca klinik hizmetlerin değil; aynı zamanda iletişim, kültürel uyum, dil desteği ve hasta deneyimi gibi unsurların da bütüncül şekilde ele alınması gerekmektedir. Günümüzde sağlık hizmetlerinde farklı veri türlerinin (tıbbi görüntüler, elektronik sağlık kayıtları, demografik bilgiler vb.) birlikte kullanılması, uluslararası hasta süreçlerinin daha etkin yönetilmesine önemli katkılar sağlamaktadır. Özellikle multimodal veri entegrasyonu sayesinde hastaların klinik durumu daha kapsamlı değerlendirilmekte, tanı ve tedavi süreçlerinde doğruluk ve hız artmaktadır. Bu yaklaşım, hasta kabulünden tedavi planlamasına kadar tüm aşamalarda daha doğru kararlar alınmasını desteklemektedir. Uluslararası hasta süreçleri yönetimi aynı zamanda koordinasyon odaklı bir yapıya sahiptir. Hastaneler, sigorta kuruluşları, aracı kurumlar ve ulaşım, konaklama hizmetleri arasında etkin bir iş birliği gerektirir. Bu nedenle süreç yönetimi; operasyonel verimlilik, hasta memnuniyeti ve hizmet kalitesi açısından kritik bir rol oynamaktadır. Sonuç olarak, uluslararası hasta süreçleri yönetimi; klinik, yönetsel ve teknolojik bileşenlerin entegrasyonunu gerektiren multidisipliner bir alandır. Gelişen veri analitiği ve yapay zekâ uygulamaları ile birlikte bu süreçlerin daha akıllı, hızlı ve hasta odaklı hale gelmesi mümkün görünmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sağlık Turizmi, Uluslararası Hasta, Sağlık Yönetimi.

1. INTRODUCTION

Over the past decade, artificial intelligence has shifted from largely theoretical promise to a transformative force in how health systems are organised and administered (Bekbolatova et al., 2024). In parallel, international patient mobility has become an increasingly visible component of global health service delivery, particularly in countries that position themselves as competitive destinations for medical tourism. International patients do not experience healthcare only as a clinical encounter; rather, they pass through a complex journey involving provider selection, remote communication, pre-assessment, travel planning, admission, treatment, discharge, follow-up, and post-treatment evaluation (Crooks et al., 2010; Xu et al., 2020). International patient process management therefore requires a broader managerial perspective than conventional hospital service delivery. Previous studies indicate that medical tourists' experiences are shaped not only by treatment outcomes but also by trust, communication quality, cultural sensitivity, perceived service value, continuity of care, and risk management (Connell, 2013; Hanefeld et al., 2014; Raoofi et al., 2024). For this reason, international patient management should be conceptualised as an integrated care pathway rather than a fragmented set of administrative procedures. The patient journey in medical tourism is also characterised by uncertainty. Patients often make decisions before physically reaching the destination, relying on digital information, facilitator advice, online consultation, accreditation signals, and perceived destination image (Lunt & Carrera, 2010). This creates a need for structured pre-arrival assessment, transparent communication, multilingual support, and reliable clinical documentation. Inadequate coordination may increase the risk of treatment delays, dissatisfaction, legal disputes, discontinuity of care, and post-treatment complications (Johnston et al., 2010; Ormond & Sulianti, 2017). Recent developments in digital health and data analytics provide new opportunities to improve this process. The integration of electronic health records, medical images, laboratory findings, demographic information, patient-reported data, and clinical notes enables a more comprehensive evaluation of patient needs. Multimodal data fusion has been shown to improve diagnostic accuracy, clinical decision-making, risk prediction, and treatment planning by combining complementary data sources (Huang et al., 2020; Teoh et al., 2024). This gap is important because international patient management requires both clinical accuracy and administrative coordination. A patient-centred, data-supported process model may contribute to safer, faster, and more efficient service delivery. Based on this background, the present study aims to conceptualise international patient process management as a multidimensional field that combines clinical care, administrative coordination, patient experience, and digital decision support. From a health management perspective, medical tourism requires the integration of clinical services with logistical and organizational processes, including patient coordination, travel arrangements, and post-treatment follow-up. This integrated

structure highlights the complexity of managing international patients and emphasizes the importance of quality, safety, and continuity of care.

2. CONCEPTUAL FRAMEWORK

2.1. Health Tourism

Health tourism refers to the mobility of individuals across borders with the primary intention of obtaining health-related services, including medical treatment, rehabilitation, and wellness-oriented care. Unlike traditional tourism, which is largely driven by leisure motivations, health tourism is shaped by a combination of necessity, cost considerations, quality expectations, and accessibility of healthcare services (Connell, 2013). Health tourism refers to the movement of individuals across borders for the purpose of receiving healthcare services. In this context, health tourism aims to protect, improve health, and provide treatment through travel-related activities (Yorulmaz et al., 2025).

The concept of health tourism has evolved significantly in recent decades, becoming a global phenomenon linked to disparities in healthcare systems, long waiting times, and high treatment costs in developed countries. Patients increasingly travel abroad to access timely, affordable, and high-quality healthcare services, indicating that health tourism is both a demand-driven and system-induced form of mobility (Lunt & Carrera, 2010). This mobility is not only limited to clinical interventions but also includes preventive care, wellness services, and alternative treatments. From a theoretical perspective, health tourism can be conceptualized within the broader framework of tourism consumption, where healthcare services become the core product of the travel experience. Similar to other niche tourism types, individuals engage in health tourism based on specific motivations and expected outcomes, such as improved health status, reduced costs, or enhanced service quality. In this sense, health tourism represents a hybrid structure combining elements of healthcare delivery and tourism experience.

Furthermore, the rapid expansion of health tourism has raised important policy and ethical considerations, particularly regarding equity, regulation, and the impact on national health systems. Cross-border patient mobility may create both opportunities and challenges, including revenue generation for destination countries and potential strain on local healthcare resources (Hanefeld et al., 2014). Therefore, health tourism is not only an economic activity but also a complex phenomenon intersecting with health policy, governance, and global health dynamics.

Just as a city brands itself as a "cultural capital" or "gastronomy hub," medical tourism destinations position themselves as "robotic surgery centers" or "thermal therapy destinations." In both cases, this "label" is not merely a service, it is the gateway to a network where treatment, travel, and identity experiences converge.

2.1.1. Medical Tourism

Medical tourism refers to the cross-border mobility of patients who travel with the primary intention of receiving medical treatment. This form of tourism is shaped not only by clinical needs but also by broader socio-economic and structural differences between healthcare systems, including cost, accessibility, and service quality. Within the broader tourism framework, medical tourism can be interpreted as a dynamic interaction between place, service, and experience. Tourism is not a passive consumption activity; rather, it actively constructs and reconstructs places through ongoing interactions among individuals, institutions, and environments (Rabbiosi, 2016). In this context, healthcare services become part of a broader experiential and spatial network where treatment, travel, and destination identity are intertwined. Medical tourism is also closely linked to place branding processes. Destinations position themselves by emphasizing specific healthcare capabilities, technological infrastructure, and service quality to attract international patients. Similar to how tourism destinations selectively construct their identity through symbolic and material elements, medical tourism destinations highlight particular strengths to create a competitive advantage. This selective representation plays a critical role in influencing patient decision-making.

2.1.2. Spa Wellness Tourism

Spa and wellness tourism refers to travel motivated by the enhancement of physical, mental, and emotional well-being through preventive and holistic health-oriented services. This form of tourism includes activities such as thermal spa treatments, relaxation therapies, fitness programs, and alternative healing practices aimed at improving quality of life rather than treating acute medical conditions. Historically, travel for well-being has long been practiced, particularly through spa and thermal therapies in Europe since the 18th century (Connell, 2006). Unlike medical tourism, which focuses on clinical interventions, wellness tourism emphasizes experience-oriented and lifestyle-based health improvement. In this context, the concept of “tourism experience” becomes central, as individuals seek not only health benefits but also psychological satisfaction, relaxation, and destination-based experiences. Similar to medical tourism, where patient experience is shaped by multiple dimensions such as service quality, infrastructure, and destination attractiveness (Ghosh & Mandal, 2019), spa and wellness tourism is also influenced by the overall service environment, cultural context, and ease of access. Spa and wellness tourism refers to travel undertaken for the purpose of maintaining, improving, and restoring physical and mental well-being through non-invasive and preventive health services. This form of tourism includes thermal treatments, spa applications, rehabilitation, and relaxation-oriented activities. In this context, thermal and spa-wellness tourism involves the use of thermo-mineral waters, mud baths, physical therapy, and exercise programs, often combined with recreational and leisure activities (Yorulmaz et al., 2025). Unlike medical tourism, which focuses on clinical interventions, spa and wellness tourism emphasizes holistic

health, relaxation, and quality of life. Practices such as balneotherapy (use of mineral waters), thalassotherapy (use of sea water and marine climate), climatotherapy, and hydrotherapy are key components of this tourism type, reflecting its multidimensional therapeutic structure (Yorulmaz et al., 2025). Moreover, spa and wellness tourism is driven by increasing demand for preventive healthcare, stress management, and healthy aging. Individuals participate in these services not only for treatment but also to achieve psychological relaxation, physical rejuvenation, and overall well-being. In addition, the availability of modern spa-wellness centers equipped with advanced technologies and high service quality enhances destination attractiveness and competitiveness in the global health tourism market (Yorulmaz et al., 2025). In summary, spa and wellness tourism represents a holistic and experience-oriented dimension of health tourism, integrating natural resources, therapeutic practices, and tourism services to support sustainable health and well-being.

2.1.3. Elderly and Disabled Tourism

Elderly and disabled tourism refers to travel activities designed to meet the specific needs of older adults and individuals with physical, sensory, or cognitive limitations, ensuring accessibility, safety, and comfort throughout the travel experience. This form of tourism has gained increasing importance due to global demographic changes, particularly the rapid growth of aging populations and the rising awareness of inclusive tourism practices (Darcy & Buhalis, 2011). From a health management perspective, elderly and disabled tourism requires an integrated approach that combines healthcare services, social support systems, and tourism planning to ensure equitable access and enhance overall patient and traveler satisfaction.

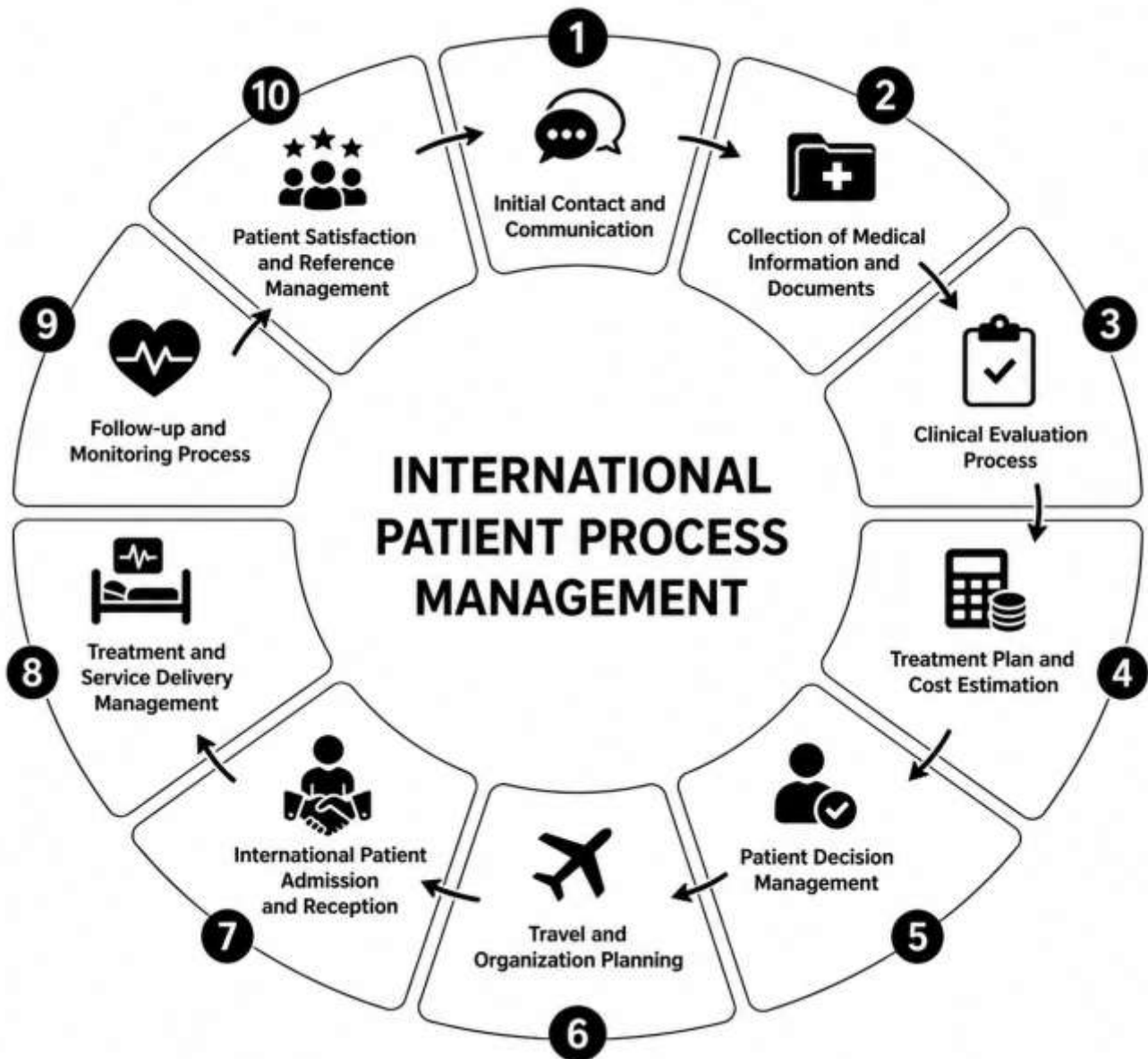
3. INTERNATIONAL PATIENT PROCESS MANAGEMENT MODEL

The effective management of international patient processes, which requires the seamless coordination of clinical, administrative, and logistical functions across multiple stakeholders and jurisdictions is operationalized through this model, a comprehensive framework that explains how the process unfolds from the emergence of healthcare needs through post-treatment follow-up, while clarifying what actions must be taken at each stage.

The global medical tourism market has been gaining increasing significance as a strategic component of international health services trade and destination economies. According to Global Market Insights Inc. (2026), the market was valued at \$76.1 billion in 2025 and is projected to reach \$174.1 billion by 2035, with an annual average growth rate of 8.4%; the key drivers of this growth include price differentials between high treatment costs in developed countries and affordable, high-quality healthcare services in developing nations. In particular, the Asia-Pacific region emerged as the largest regional segment of the market with \$33.7 billion in revenue in 2025 (Global Market Insights Inc., 2026). Similarly, Grand View Research (2026) reported that the market was valued at \$34 billion in 2025 and is expected to reach \$126.2 billion by 2035, with a compound

annual growth rate of 14.1%; cosmetic treatments constituted the largest treatment segment with a 24.2% share in this growth. These data demonstrate that health tourism holds strategic importance on a global scale not merely as individual patient mobility, but also as a significant source of foreign exchange revenue, an employment engine, and a tool for creating international competitive advantage for national economies (Grand View Research, 2026).

Figure 1. International Patient Process Management Model



3.1. Initial Contact and Communication

Initial contact and communication involve establishing the first interaction with the international patient to identify their medical needs and initiate data exchange for further clinical evaluation, which is essential for enabling informed decision-making and personalized care planning (Teoh et al., 2024).

3.2. Medical Information and Document Collection

Medical information and document collection involve gathering patients' clinical data such as medical history, diagnostic reports, and imaging results to enable accurate evaluation and support data-driven clinical decision-making (Teoh et al., 2024).

3.3. Clinical Evaluation Process

The clinical evaluation process involves the systematic assessment of the patient's medical condition by healthcare professionals to determine diagnosis, treatment suitability, and potential risks, forming the basis for evidence-based care planning (Hanefeld et al., 2014).

3.4. Treatment Planning and Cost Estimation

Treatment planning and cost estimation involve developing a personalized treatment protocol and providing transparent financial information, enabling patients to evaluate available options and make informed decisions regarding their healthcare journey (Ghosh & Mandal, 2019).

3.5. Travel and Accommodation Organization

Travel and accommodation organization involves coordinating transportation, lodging, and related logistics to ensure a seamless and efficient healthcare journey for international patients (Lunt & Carrera, 2010).

3.6. Hospital Admission and Treatment Process

The hospital admission and treatment process involve the coordinated delivery of clinical services, including patient registration, diagnosis, intervention, and in-hospital care, ensuring quality, safety, and continuity throughout the treatment journey (Smith et al., 2011).

3.7. International Patient Admission and Reception

International patient admission and reception involve welcoming the patient upon arrival, completing administrative procedures, and ensuring a smooth transition into the healthcare facility, which is critical for establishing trust and enhancing the overall patient experience (Crooks et al., 2010).

3.8. Treatment and Service Process Management

Treatment and service process management involve coordinating and monitoring all clinical and non-clinical services during the patient's stay to ensure quality care delivery, patient safety, and continuity of services (Hopkins et al., 2010).

3.9. Discharge and Follow-up Process

The discharge and follow-up process involves ensuring continuity of care after treatment by providing medical guidance, coordinating post-treatment monitoring, and facilitating communication between healthcare providers to manage potential complications and support recovery (Hanefeld et al., 2014).

3.10. Patient Satisfaction and Referral Management

Patient satisfaction and referral management involve leveraging positive patient experiences to generate word-of-mouth communication and referrals, as medical tourists are primarily influenced by recommendations from friends, family, and physicians when selecting healthcare providers (Yeoh et al., 2013).

4. RECOMMENDATION AND CONCLUSION

The management of international patient processes necessitates a paradigm shift from fragmented administrative procedures toward integrated, patient-centered care pathways that coordinate clinical, logistical, and experiential dimensions across organizational boundaries. The present study conceptualizes international patient process management as a multidimensional framework encompassing ten sequential stages, from initial contact through post-treatment follow-up, each requiring distinct yet interdependent competencies. This model aligns with the broader evidence on care coordination, which demonstrates that structured inter-organizational interventions particularly those involving designated care coordinators, multi-professional hand-over meetings, and systematic post-discharge follow-up significantly reduce care gaps and improve health-related outcomes for complex patient populations (Haggerty et al., 2003). In the context of international patients, where geographical distance, cultural differences, and information asymmetry amplify coordination challenges, the designation of specialized international patient coordinators emerges as a critical mechanism for ensuring continuity of care. These coordinators should function as navigators, organizing diagnostic and therapeutic processes while maintaining communication bridges between patients, clinical teams, and external service providers (Rudd et al., 2017).

From a systems perspective, the effective operationalization of this model requires the establishment of healthcare control centres that integrate bed management, case management, transport coordination, and admission services under unified governance structures. Such centres facilitate real-time decision-making and resource allocation, thereby enhancing operational efficiency and patient flow across the care continuum (Lovett et al., 2016). Furthermore, the integration of multimodal data sources including electronic health records, medical imaging, and patient-reported outcomes should be leveraged not only for clinical decision support but also for predictive analytics that anticipate patient needs, optimize treatment planning, and personalize the care experience. This data-driven approach resonates with contemporary developments in digital health, where artificial intelligence and machine learning applications are increasingly deployed to enhance diagnostic accuracy and operational efficiency in complex healthcare environments (Teoh et al., 2024).

The global medical tourism market, projected to exceed \$126–174 billion by 2035, underscores the economic and strategic imperative for destinations to invest in robust process management infrastructures (Global Market Insights Inc., 2026; Grand View Research, 2026). However, financial growth should not overshadow the ethical and quality imperatives inherent in cross-border healthcare delivery. Destinations must

ensure that the pursuit of competitive advantage through selective branding positioning themselves as specialized centres for robotic surgery, thermal therapy, or cosmetic procedures does not compromise patient safety, informed consent, or equitable access to care. Regulatory frameworks should be strengthened to standardize quality assurance, accreditation, and accountability mechanisms across international patient services (Hanefeld et al., 2014).

Future research should focus on empirically validating the proposed ten-stage model through longitudinal studies that measure patient-reported experience measures (PREMs) and clinical outcomes across diverse destination contexts. Additionally, the development of culturally adapted assessment tools and the examination of artificial intelligence applications in pre-arrival risk stratification represent promising avenues for advancing both theoretical understanding and practical implementation in this field. Ultimately, international patient process management should be understood not merely as a logistical exercise but as a complex, interdisciplinary endeavour that situates clinical excellence within a broader network of trust, communication, and patient-centered value creation (Crooks et al., 2010; Connell, 2013). And The increasing use of artificial intelligence in healthcare also raises important ethical and governance considerations, particularly regarding data privacy, transparency, and accountability (Zhang & Zhang, 2023).

Note:"This study used artificial intelligence-based tools, such as ChatGPT (OpenAI), solely for language editing, improving readability, and providing formatting support."

REFERENCES

- Bekbolatova, M., Mayer, J., Ong, C. W., & Toma, M. (2024). Transformative potential of AI in healthcare: Definitions, applications, and navigating the ethical landscape and public perspectives. *Healthcare*, 12(2).
- Connell, J. (2013). Contemporary medical tourism: Conceptualisation, culture and commodification. *Tourism Management*, 34.
- Crooks, V. A., Kingsbury, P., Snyder, J., & Johnston, R. (2010). What is known about the patient's experience of medical tourism? A scoping review. *BMC Health Services Research*, 10.
- Crooks, V. A., Turner, L., Snyder, J., Johnston, R., & Kingsbury, P. (2010). Promoting medical tourism to India: Messages, images, and the marketing of international patient travel. *Social Science & Medicine*, 70(5).
- Darcy, S., & Buhalis, D. (2011). Conceptualising disability: Medical, social or WHO? In D. Buhalis & S. Darcy (Eds.), *Accessible tourism: Concepts and issues* (pp. 9–37). Channel View Publications.
- Ghosh, T., & Mandal, S. (2019). Medical tourism experience: Conceptualization, scale development, and validation. *Journal of Travel Research*, 58(8).
- Global Market Insights Inc. (2026). *Medical tourism market size & share, 2026–2035*. <https://www.gminsights.com/industry-analysis/medical-tourism-market>
- Grand View Research. (2026). *Medical tourism market size & share, 2035 industry report*. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/medical-tourism-market>
- Haggerty, J. L., Reid, R. J., Freeman, G. K., Starfield, B. H., Adair, C. E., & McKendry, R. (2003). Continuity of care: A multidisciplinary review. *BMJ*, 327(7425).
- Hanefeld, J., Smith, R., Horsfall, D., & Lunt, N. (2014a). What do we know about medical tourism? A review of the literature with discussion of its implications for the UK National Health Service as an example of a public health care system. *Journal of Travel Medicine*, 21(6).
- Hanefeld, J., Lunt, N., Smith, R., & Horsfall, D. (2014b). Why do medical tourists travel to where they do? The role of networks in determining medical travel. *Social Science & Medicine*, 124.
- Hopkins, L., Labonté, R., Runnels, V., & Packer, C. (2010). Medical tourism today: What is the state of existing knowledge? *Journal of Public Health Policy*, 31(2).
- Huang, S., Yang, J., Fong, S., & Zhao, Q. (2020). Artificial intelligence in healthcare: A review of applications and challenges. *Journal of Medical Systems*, 44(3).
- Johnston, R., Crooks, V. A., & Snyder, J. (2010). “I didn’t even know what I was looking for”: A qualitative study of the decision-making processes of Canadian medical tourists. *Globalization and Health*, 6.

- Lovett, P. B., Illg, M. L., & Sweeney, B. E. (2016). A successful model for a comprehensive patient flow management center at an academic health system. *Journal of Healthcare Management*, 61(2).
- Lunt, N., & Carrera, P. (2010). Medical tourism: Assessing the evidence on treatment abroad. *Maturitas*, 66(1).
- Ormond, M., & Sulianti, D. (2017). More than medical tourism: Lessons from Indonesia and Malaysia on South–South intra-regional medical travel. *Current Issues in Tourism*, 20(1).
- Rabbiosi, C. (2016). Place branding performances in tourist local food shops. *Annals of Tourism Research*, 60.
- Raoofi, S., Khodayari-Zarnaq, R., & Vatankhah, S. (2024). Healthcare provision for medical tourism: A comparative review. *Journal of Education and Health Promotion*, 13.
- Rudd, A. G., Hoffman, A., Irwin, P., Lowe, D., & Pearson, M. G. (2017). Stroke unit care in the UK: What is working, what is not, and what is next? *International Journal of Stroke*, 12(1).
- Smith, R., Martínez Álvarez, M., & Chanda, R. (2011). Medical tourism: A review of the literature and analysis of a role for bilateral trade. *Health Policy*, 103(2–3).
- Teoh, J. R., Dong, J., Zuo, X., Lai, K. W., Hasikin, K., & Wu, X. (2024). Advancing healthcare through multimodal data fusion: A comprehensive review of techniques and applications. *PeerJ Computer Science*, 10.
- Xu, T., Li, Y., Liu, X., & Zhang, Y. (2020). Patients' experience in medical tourism: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(17), 6264.
- Yeoh, E., Othman, K., & Ahmad, H. (2013). Understanding medical tourists: Word-of-mouth and viral marketing as potent marketing tools. *Tourism Management*, 34.
- Yorulmaz, M., Aksoy, M. R., & Çiftçi, İ. (2025). A SWOT analysis on halal medical tourism market in Türkiye. *International Journal of Health Management and Tourism*, 10(3).
- Zhang, J., & Zhang, Z.-M. (2023). Ethics and governance of trustworthy medical artificial intelligence. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 23(1).

ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLICATIONS IN HEALTHCARE ADMINISTRATION IN DEVELOPING COUNTRIES: A NARRATIVE REVIEW OF USES, BENEFITS, AND CHALLENGES

Assoc. Prof. Dr. Mehmet YORULMAZ¹ / PhD Student Olebeng Mpho MACKENZIE²

¹Selcuk University, Health Care Management, Konya, Turkey, mtvorulmaz@hotmail.com,

ORCID: 0000-0001-6670-165X

²Selcuk University, Health Care Management, Konya, Turkey, olebengmackenzie@yahoo.com,

ORCID: 0000-0002-8567-1967

Abstract

Health systems in low- and middle-income countries (LMICs) are under severe administrative strain due to chronic workforce shortages, fragmented data infrastructures, inadequate financing, and a disease burden that exceeds system capacity. This narrative review summarizes the evidence for the application of AI to healthcare administration in LMICs, including documented applications, benefits, and barriers to adoption. A comprehensive search was conducted on PubMed, Scopus, Web of Science, and Google Scholar for grey literature from 2018 to 2025, and results were synthesized thematically across six administrative domains. Results are further organized around documented benefits and three categories of challenges including infrastructure, connectivity, and resource constraints; organizational, workforce, and governance barriers; and data quality, privacy, and security, and cross-cutting findings on algorithmic bias, fairness, and ethical and legal governance. Where enabling conditions exist, AI has led to measurable gains in diagnostic accuracy, operational efficiency, supply chain performance, and healthcare access. However, these gains are limited by poor and fragmented data quality, limited transferability of models trained in high-income settings, algorithmic bias, regulatory deficits, low digital literacy among health workers, and financing that is rarely sustained beyond pilot phases. Realizing the potential of AI in LMICs will require the validation of context-specific tools, locally representative training data, equity-oriented governance frameworks, and sustained institutional investment.

Keywords: artificial intelligence, machine learning, healthcare administration, developing countries

YAPAY ZEKA UYGULAMALARININ GELİŞMEKTE OLAN ÜLKELERDE SAĞLIK YÖNETİMİNDE KULLANIMI: KULLANIM ALANLARI, FAYDALAR VE ZORLUKLAR ÜZERİNE BİR DERLEME

Doç. Dr. Mehmet YORULMAZ¹ / Dr. Öğrencisi Olebeng Mpho MACKENZIE²

¹Selçuk Üniversitesi, Sağlık Yönetimi, Konya, Türkiye, mtyorulmaz@hotmail.com, ORCID: 0000-0001-6670-165X

²Selçuk Üniversitesi, Sağlık Yönetimi, Konya, Türkiye, olebengmackenzie@yahoo.com, ORCID: 0000-0002-8567-1967

Özet

Düşük ve orta gelirli ülkelerdeki (LMIC) sağlık sistemleri, kronik iş gücü yetersizlikleri, parçalı veri altyapıları, yetersiz finansman ve sistem kapasitesini aşan hastalık yükü nedeniyle ciddi bir yönetsel baskı altındadır. Bu anlatı derlemesi, LMIC bağlamında sağlık yönetiminde yapay zekâ uygulamalarına ilişkin kanıtları; belgelenmiş uygulamaları, raporlanan faydaları ve benimsenmeye yönelik kalıcı engelleri özetlemektedir. 2018-2025 yılları arasında yayımlanan çalışmalar için PubMed, Scopus, Web of Science ve Google Scholar'daki gri literatürü kapsayan kapsamlı bir tarama gerçekleştirilmiş; elde edilen bulgular, triyaj ve klinik karar destek sistemleri, sohbet robotları ve mobil sağlık, operasyon ve kaynak yönetimi, tedarik zinciri ve lojistik, sağlık bilgi sistemleri ile hastalık süreyansı ve tele-tıp olmak üzere altı yönetsel alan çerçevesinde tematik olarak sınıflandırılmıştır. Bulgular ayrıca, belgelenmiş faydalar ile üç temel zorluk kategorisi etrafında yapılandırılmıştır: altyapı, bağlantı ve kaynak kısıtları; örgütsel, iş gücü ve yönetim engelleri; veri kalitesi, mahremiyet ve güvenlik sorunları; buna ek olarak algoritmik önyargı, adalet ile etik ve hukuki yönetim konularına ilişkin kesitsel değerlendirmeler de sunulmuştur. Uygun koşulların sağlandığı durumlarda, yapay zekâ uygulamaları tanısal doğrulukta, operasyonel verimlilikte, tedarik zinciri performansında ve sağlık hizmetlerine erişimde ölçülebilir iyileşmeler sağlamıştır. Bununla birlikte, bu kazanımlar; zayıf ve parçalı veri kalitesi, yüksek gelirli ülkelerde eğitilmiş modellerin sınırlı aktarılabilirliği, algoritmik önyargı, düzenleyici eksiklikler, sağlık çalışanları arasında düşük dijital okuryazarlık düzeyi ve pilot uygulama aşamasının ötesine nadiren taşınabilen finansman yapıları nedeniyle sınırlandırılmaktadır. LMIC bağlamında yapay zekânın potansiyelinin tam anlamıyla gerçekleştirilebilmesi; bağlama özgü araçların doğrulanmasını, yerel olarak temsil edici eğitim verilerinin kullanılmasını, eşitlik odaklı yönetim çerçevelerinin geliştirilmesini ve sürdürülebilir kurumsal yatırımları gerektirmektedir.

Anahtar Kelimeler: yapay zeka, makine öğrenmesi, sağlık yönetimi, gelişmekte olan ülkeler

1. INTRODUCTION

Over the past decade, artificial intelligence has shifted from largely theoretical promise to a transformative force in how health systems are organised and administered (Bekbolatova et al., 2024). Artificial intelligence in healthcare administration can be conceptualized as the application of computational systems designed to emulate human cognitive processes in the execution of administrative and managerial functions within health organizations. These functions include, but are not limited to, appointment scheduling, billing processes, health record management, and the optimization of organizational workflows. Such systems typically draw on advanced techniques, including machine learning, natural language processing, and data analytics, to enhance efficiency, accuracy, and decision-making capacity within healthcare administrative operations (Alhejaily, 2024; Bekbolatova et al., 2024; Hassan et al., 2023). Literature has concentrated on clinical diagnostics and therapeutic decision-making, yet the administrative dimensions of AI application carry enormous potential especially in resource-constrained settings (Bohr & Memarzadeh, 2020). Developing countries are dealing with health workforce deficits, underfunded infrastructure, and data systems ill-suited to informing systemic improvement (Schwalbe & Wahl, 2020). AI holds the promise of automating routine processes and strengthening healthcare administration through better management of patient flow, more rational supply chain logistics, and improved revenue cycle functions. However, these possibilities are faced with difficulties, among them the digital divide, inconsistent data quality, and pressing ethical concerns about algorithmic bias and patient privacy (Wahl et al., 2018).

The benefits of AI are currently focused in high-income settings. Global investment in medical AI was predicted to near USD 6.6 billion by 2021, with cost savings from healthcare AI predicted to reach USD 150 billion by 2026. However, AI use in medicine is much more visible in developed countries than in Africa and most of the developing world (Owoyemi et al., 2020), a troubling development considering that LMICs constitutes the greatest global disease burden while spending the least on health (Monlezun et al., 2024). International bodies, including the World Health Organization, have identified AI as a technology with real potential to close system-level gaps and reduce health inequalities across LMICs. On the other hand, many AI-driven health applications have been created and tested in high-income contexts, and their use in lower-resource settings remains limited, supported by few evaluations that are both methodologically sound and grounded in the realities of those environments (Alami et al., 2020).

This narrative review maps AI applications across six administrative domains in LMIC health systems and synthesises the reported benefits these applications have generated, describes three categories of structural barriers to adoption, considers two cross-cutting themes that the evidence indicates are particularly influential,

and concludes with strategic recommendations for policymakers, health administrators, and technology developers.

2. METHODOLOGY

2.1 Design and Rationale

This study used a narrative review design. The design was chosen because the research on AI in LMIC healthcare administration was too diverse to be synthesized through either a systematic review or meta-analysis (Green et al., 2006), which require some degree of methodological homogeneity across included studies. A narrative approach allows for the synthesis of a greater variety of types of evidence, ranging from randomized evaluations of specific digital tools to comprehensive policy analyses and grey literature program reports. In contrast, a systematic review or meta-analysis may be more restrictive and unable to accommodate the integration of different conceptual frameworks while maintaining the analytical rigor required to achieve the core objectives of the review. This study did not pre-register the protocol, which is also not a requirement for a narrative review.

2.2 Search Strategy

Three major electronic databases including PubMed, Scopus and Web of Science were searched in April 2026. The search included studies published between 2018 and 2025, with a special emphasis on publications after 2020 because of the concentration of AI during that period. To reduce publication bias and incorporate real-world implementation data, the database search was expanded to include grey literature from Google Scholar.

The search strategy was built around three concepts. The first addressed AI and related technologies, encompassing terms such as artificial intelligence, machine learning, natural language processing, predictive analytics, and clinical decision support. The second covered administrative and operational functions, including healthcare administration, resource allocation, patient flow, supply chain management, and operations management. The third cluster focused on geographic and economic context, drawing on LMICs, developing countries, Global South, sub-Saharan Africa, and Southeast Asia. Reference lists of selected publications were manually examined to broaden the literature retrieved through snowballing.

2.3 Inclusion and Exclusion Criteria

Studies that specifically focused on AI applications within the operational or administrative structures of health systems in LMIC settings with some aspect of workforce management, logistics, and health informatics were included. Studies that focused mainly on clinical diagnostics or medical procedures with no apparent administrative component were excluded. The review only included English-language publications.

2.4 Analytical Approach

The retrieved literature was thematically synthesized across four analytical categories namely uses of AI by administrative domain, reported benefits and outcome evidence, systemic barriers and constraints, and cross-cutting concerns including algorithmic bias, fairness, and ethical and governance frameworks. Findings were initially organised by the six administrative domains identified in the search strategy, before broader thematic patterns across benefits, challenges, and ethical considerations were synthesised. While the focus of this review is qualitative synthesis, specific quantitative results from individual studies were reported where they were useful to illustrate the magnitude of observed effects within particular contexts.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Uses of AI in Healthcare Administration in Developing Countries

3.1.1. Triage and Decision Support

In developing countries, AI applications are rapidly increasing and are diverse, including clinical decision support systems, triage assistants, and health chatbots (Ciecierski-Holmes et al., 2022). With AI playing a more significant role in diagnosis, prognosis prediction, patient management, hospital administration, and community healthcare, many health systems have become more efficient, particularly in high patient load and limited resource environments (Zuhair et al., 2024). Within clinical medicine, AI has emerged as a meaningful contributor to diagnostic accuracy, personalised treatment selection, and cost efficiency (Krishnan et al., 2023). Notably, more than half of health professionals surveyed in resource-limited settings reported that AI would be applicable for diagnosis and treatment within their organisations (Dangi et al., 2024), pointing to a genuine openness among clinicians in developing-country contexts to AI-assisted decision-making tools (Kasaye et al., 2025). These clinical gains carry direct implications for healthcare administration, particularly where systemic resource constraints shape how care is organised and delivered.

Across administrative domains, AI has extended clinical decision support into settings where physician shortages create bottlenecks in timely triage, and where restricted specialist availability makes AI-assisted tools particularly valuable. In a large-scale pilot including 108 public healthcare institutions in Puyang Prefecture, China, an AI-assisted diagnostic system achieved results that were 20.72 percent more accurate than conventional methods, reduced reporting time to 0.2 seconds, and cut health insurance expenditure by between 85.7 and 92.9 percent (Kong et al., 2025).

3.1.2. Chatbots and Mobile Health

Within the domain of chatbots and mobile health, AI is reshaping how patients, health workers and administrators access information and services in resource-limited settings. According to a systematic review of AI and digital health in LMIC primary care settings, mobile health interventions were widely used, simple to

use, and enhanced patient satisfaction, record-keeping, and service delivery (Saif-Ur-Rahman et al., 2023). AI is being used in Tanzania for mental health assistance, health education, predictive analytics, and diagnostics (Mwogosi, 2025). Taken together, these applications illustrate the breadth of AI's reach across healthcare functions in developing countries, from frontline service delivery to backend administration. The wider potential of mobile health to transform care delivery and patient engagement-particularly when combined with AI-driven decision support-is considerable (Periáñez et al., 2024). Yet scaling these tools meaningfully requires confronting persistent challenges: questions of trust, privacy, and data scarcity are not resolved by financial investment alone but demand a broader cultural shift in how health workers and patients relate to digital technologies (Esmaeilzadeh, 2024).

3.1.3. Operations and Resources

Beyond the clinical use, AI presents the administrative layer of health systems with a revolutionary opportunity. Inefficiencies, manual procedures, and stressful data management requirements often slow down administrative functions that are critical to the efficient operation of any healthcare facility (Almagadi, 2025). By lowering operating costs, minimizing errors, and increasing patient satisfaction through quicker, more dependable service delivery, robotic process automation, predictive analytics, and natural language processing can directly address these issues (Almagadi, 2025). Additionally, it is anticipated that AI will lessen the administrative load on medical professionals, allowing them to spend more time with patients (Ahmed et al., 2023). AI is thought to be especially promising for population health management, service accessibility, operations management, health financing, and personalized medicine in Southeast Asian health systems (Wibowo et al., 2025). These regional patterns reflect a broader global shift in which operational efficiency, rather than clinical innovation alone, is increasingly driving AI adoption in health systems.

In a post-pandemic landscape defined by intensified pressure on waiting times and system-wide efficiency, AI has an increasingly important role in supporting clinicians and health administrators to streamline care pathways and deliver timely, high-quality services (Ahmed et al., 2023). In Saudi Arabia, adoption challenges spanning operational, tactical, and strategic levels-institutional readiness, data privacy concerns, and regulatory compliance among them-continue to constrain AI integration in public healthcare supply chains, illustrating how local operational context shapes the pace of adoption even where political will exists (Ahmed et al., 2023; Kumar, R., et al., 2025).

3.1.4. Supply Chain and Logistics

In many developing countries, healthcare supply chains are structurally weak, and AI provides tangible solutions to long-standing problems of resource allocation and logistics. In Ghana, AI has enhanced supply chain efficiency and supported advances toward the Sustainable Development Goals (Damoah et al., 2021). In

sub-Saharan Africa, where geographic scale, logistical constraints, and inadequate infrastructure result in many children not being vaccinated, AI could be used to streamline inventory management and logistics across vaccine supply chains, with applications already recorded in Nigeria, Malawi, Rwanda, and Ghana (Musa et al., 2025). In Sierra Leone, a decision-aware learning algorithm that combined machine learning for demand forecasting with optimisation for allocation decisions showed that an integrated approach could reduce unmet demand by 50 percent across 1,040 health facilities (Chung et al., 2022).

3.1.5. Health Information Systems

Health information systems represent a particularly productive domain for AI-enabled administrative gains. Natural language processing tools have been used to automate clinical coding, extract structured data from free-text records, and ease the documentation burden on health workers (Ciecierski-Holmes et al., 2022). In contexts with strong data infrastructure, particularly in higher-income or better-resourced settings, deep learning models applied to EHR data have allowed for more nuanced risk stratification and resource planning. Among LMICs, India and Rwanda have the highest AI administrative capacity, a position that is owed to national investments in digital health infrastructure that have created the data ecosystems supporting such applications (Periáñez et al., 2024). These examples illustrate that advances in health information systems are not accidental: they reflect deliberate, government-led digitisation strategies.

3.1.6. Surveillance & Telemedicine

AI-assisted disease surveillance has emerged as a crucial resource for health systems that lack the laboratory infrastructure and epidemiological capacity to detect outbreaks through traditional means. In sub-Saharan Africa, machine learning models, including Random Forest and gradient-boosted classifiers, have been applied to syndromic surveillance data with promising results. In Ghana, a Random Forest model for predicting measles outbreak had a sensitivity of 0.88, specificity of 0.96, and overall accuracy of 0.92 (Gyebi et al., 2023). Across the sub-Saharan African context, ensemble and tree-based machine learning methods have been shown to be effective in predicting the risk of cholera outbreak across several countries (Tshimula et al., 2024). These applications are particularly relevant for countries where delayed outbreak response worsens mortality and economic burden.

One of the more established examples of AI-enabled access expansion is telemedicine, particularly when augmented by AI-powered triage and virtual scheduling, which has scaled in several LMIC contexts. An example case is the eSanjeevani platform in India, which had completed over 276 million teleconsultations by 2024, with some evidence that it has helped to reduce systemic inequalities in access to care, although concerns about the quality of triage, inadequate training of health workers, and sub-optimal referral pathways have rightly questioned sustained efficacy (Dastidar et al., 2024). These programmes show that AI-enhanced

telemedicine can serve as a structural equaliser in systems where geographic and workforce maldistribution severely limits service access. However, the reach of these platforms remains contingent on smartphone availability, reliable internet connectivity, and sufficient digital literacy, infrastructural and social preconditions that continue to limit the effectiveness of both telemedicine and AI-assisted surveillance in the poorest and most geographically marginalised settings.

3.2. Benefits of AI in Developing-Country Health Systems

AI carries genuine and considerable potential to reshape healthcare delivery in resource-limited settings and to address some of the most entrenched system-level challenges (Wahl et al., 2018). Africa, with its population of over a billion, is uniquely positioned to harness digital technologies, AI among them-to tackle health challenges spanning maternal and child health and both infectious and non-communicable diseases (Owoyemi et al., 2020). As health digitalisation deepens, propelled by AI software and advancing computing power, it represents a meaningful counterweight to the rising disease burden in LMICs (Monlezun et al., 2024; Owoyemi et al., 2020).

Among the most consequential opportunities AI offers is the prospect of democratising access to healthcare. Were health systems able to overcome the workforce shortages that presently constrain care availability, AI could help enable a substantially more equitable global health landscape (Weissglass, 2022). In moral terms, the case for medical AI is perhaps most compelling precisely in LMICs: whatever efficiency gains AI delivers in wealthy countries are unlikely to compare with the potential of bringing meaningfully better care to populations that currently receive the least of it (Weissglass, 2022). The economic case is equally compelling, and evidence from multiple LMIC contexts suggests that these equity gains can be accompanied by measurable improvements in cost efficiency and service quality.

From an economic perspective, AI in healthcare can create significant value for low-income countries in terms of direct cost savings, improved quality of care, and patient safety (Mikava & Mamulaidze, 2023). Evidence from China illustrates how AI has standardised data, enabled regional medical cooperation, shortened diagnostic turnaround, and reduced insurance expenditure, allowing less developed regions to access more efficient and equitable medical resources (Kong et al., 2025). In Uganda, health leaders also identified the potential of AI to enhance diagnostic accuracy, strengthen service delivery, and optimize clinical workflows (Kyambade & Namatovu, 2025), which is supported by a systematic review of LMIC primary healthcare settings that confirmed that technologies such as AI are enablers of stronger services in resource-limited settings (Saif-Ur-Rahman et al., 2023).

Although still somewhat limited in breadth, quantitative evidence of efficiency gains suggests improvements in health system performance where AI has been used under enabling conditions. In one

operational management context, a Bayesian decision support system produced an 18.2 percent increase in bed utilisation and a 31.5 percent decrease in patient waiting time compared with manual planning, and AI outperformed conventional approaches in all comparable analyses in which sufficient data quality was available (Kumar, A., et al., 2025). In LMIC hospital settings, where inefficient use of beds and workforce means unmet demand and preventable patient deterioration, these are administratively significant gains. The workforce relief dimension is also significant. AI-powered automation of scheduling, inventory management, and report generation can expand productive capacity without proportionate increases in staffing—an effect that can be particularly valuable where health worker shortages are structural rather than cyclical (Zuhair et al., 2024). Overall, the evidence indicates that the potential of AI to improve developing-country health systems is real, measurable, and multi-dimensional, encompassing efficiency, access, economic value, and workforce capacity, although all of these benefits are conditional on the infrastructure, data quality, and governance conditions that many LMICs have yet to fully establish.

3.3. Challenges to AI Implementation in Developing Countries

3.3.1. Infrastructure, Connectivity, and Resource Constraints

Despite the real potential of AI, the evidence consistently points to significant barriers to the adoption of AI in LMICs. Unlike high-income settings that tend to have the financial and infrastructural resources to absorb and adapt new healthcare technologies, developing countries faces challenges including insufficient and unsustainable funding, ageing or inadequate digital infrastructure, limited digitized health data, and restricted access to high-performance computing resources and local technical expertise (Alami et al., 2020; Ciecierski-Holmes et al., 2022; Zuhair et al., 2024). These structural barriers are illustrated at the country level. In Tanzania, the adoption of AI and related digital innovations in the health sector has been associated with infrastructural limitations and other resource constraints, especially in primary care and rural settings (Mwogosi, 2025). In LMICs more broadly, the top barriers to data sharing for AI development and deployment mentioned across studies were unreliable internet connectivity, power interruptions, lack of equipment and appropriate software and uneven distribution of financial and technical resources (Ciecierski-Holmes et al., 2022; Kaushik et al., 2024).

3.3.2. Organisational, Workforce, and Governance Barriers

Physical infrastructure represents only part of the challenge; the reviewed evidence also reveals substantial human and organisational barriers. A comprehensive analysis of AI implementation obstacles in healthcare identified eleven conceptual domains spanning three implementation phases—planning, implementation, and sustained use—encompassing leadership, stakeholder buy-in, change management, finance and human resources, training, data governance, and maintenance (Nair et al., 2024). In Uganda, institutional

capacity for change management emerged as a distinct barrier category, covering resistance to change, a shortage of technical expertise, inadequate leadership support, and concerns about AI's implications for job security and data confidentiality (Kyambade & Namatovu, 2025).

The attitudes and perceptions of healthcare professionals constitute a particularly significant barrier, one that the literature recommends should be addressed centrally and explicitly in both policy design and strategic planning (Mikava & Mamulaidze, 2023). Health professionals surveyed in Ethiopia expressed concerns about data privacy and security, the ethics of AI deployment, and doubts about the accuracy of AI-generated outputs (Kasaye et al., 2025). Psycho-cultural factors-including public misconceptions about AI and rigid or non-transparent organisational structures-can also impede the transition toward an AI-enabled healthcare sector, as the Vietnamese experience has shown (Vuong et al., 2019). Collectively, these human and organisational barriers help explain why, despite AI technologies having been available in healthcare for several decades, uptake has remained uneven and slower than anticipated, with both visible and less visible barriers constraining integration into practice (Ahmed et al., 2023).

3.3.3. Data Quality, Privacy, and Security

A pervasive challenge running through the literature is the poor quality, fragmentation, and inaccessibility of health data in LMICs. Key obstacles include improving existing data sources, developing AI solutions trained on locally relevant data, and establishing appropriate policies around privacy, security, informed consent, ethical use, liability, confidentiality, trust, equity, and accountability (Lopez et al., 2022). Medical data in these settings is predominantly unstructured and lacks standardised annotation, and the quality of data directly shapes the quality of any AI models built upon it (Zhang & Zhang, 2023).

The challenges include technical, political, legal, policy, and organisational barriers that prevent the sharing of data to enable AI development and deployment. Solutions proposed in the literature include robust IT infrastructure, funding mechanisms, user-friendly software, and mechanisms that incentivise healthcare organisations and staff to enter into data-sharing arrangements (Kaushik et al., 2024). Country-specific evidence from Thailand illustrates the texture of these challenges: inconsistent data systems, limited staff time, low health data literacy, complex policies, and cybersecurity concerns were all significant impediments, with proposed remedies including shared data input platforms ensuring cross-facility uniformity, standardised data-sharing guidelines, and clear compensation arrangements for data breach victims. A supportive digital ecosystem encompassing these elements is an equally necessary foundation for sustainable AI deployment (Kaushik et al., 2024).

3.3.4. Algorithmic Bias, Fairness, and Generalisability

Among the most pressing concerns to emerge from this review is the risk that AI systems developed in high-income settings will introduce harmful algorithmic bias when applied in developing countries. When the context of training data differs substantially from the deployment context, what might aptly be termed contextual bias can render the unreflective application of HIC-developed AI in LMIC settings not merely ineffective but actively harmful (Weissglass, 2022). While AI algorithms have attracted considerable enthusiasm as potential instruments for expanding access to quality care in underserved communities and for improving health equity, a growing body of scholarship raises legitimate concerns that their implementation may propagate existing biases and amplify healthcare disparities rather than reduce them (Nazer et al., 2023).

These fairness concerns extend beyond context mismatch to the biases embedded within AI systems themselves, which can produce disparities in diagnostic and treatment outcomes across demographic groups even where deployment conditions are otherwise appropriate (Chinta et al., 2025). Identifying the sources of bias at each stage of AI development—from problem framing and data collection through pre-processing, model development, validation, and deployment—and implementing appropriate mitigation strategies is essential for advancing health equity across all populations (Nazer et al., 2023). The necessity of diverse datasets, fairness-aware algorithms, and robust regulatory frameworks to ensure equitable healthcare delivery cannot be overstated (Chinta et al., 2025).

3.3.5. Ethical, Legal, and Governance Considerations

The ethical dimensions of AI in developing-country healthcare represent a well-documented and actively debated area of concern. A systematic review of empirical studies identified nine major themes, of which data privacy and justice were most frequently raised, followed by patient safety, autonomy, and cybersecurity; recurring concerns also centred on bias, fairness, discrimination, algorithmic transparency, and data protection (Junaid et al., 2025). The opacity of many AI algorithms erodes the trust that both patients and clinicians place in these systems, and errors or security vulnerabilities can translate into real threats to patient welfare. As AI becomes more embedded in clinical practice, questions of professional autonomy, human dignity, and liability in the event of harm become increasingly difficult to resolve (Junaid et al., 2025; Zhang & Zhang, 2023).

The long-term trajectory of AI in global healthcare will depend substantially on how these ethical challenges are addressed, and both national and international regulatory frameworks must be developed to ensure equitable, just, and health-protective outcomes (Kerasidou, 2021). AI-based clinical decision-support tools carry real potential for improving patient care, but ethical, legal, and social implications must be considered at the design stage—not retrospectively—if patient safety, algorithmic transparency, and appropriate

regulation are to be safeguarded (Čartolovni et al., 2022). Governance frameworks are not optional refinements; they are critical prerequisites for healthcare professionals to place meaningful trust in AI systems (Al Kuwaiti et al., 2023).

Given that biased algorithms may perpetuate or even exacerbate health disparities (Pham, 2025), questions of responsibility and fairness require ongoing attention as AI systems become increasingly autonomous. Achieving medical AI that is truly trustworthy will require that its ethical value of human health is embedded as a foundational design principle, combined with the legal structures that hold humans accountable and regulatory mechanisms that enhance data quality management, algorithmic transparency, and traceability (Zhang & Zhang, 2023). The AI Deployment Paradox, which describes the tension between deploying AI to address health disparities in LMICs and the risks that deployment can introduce, requires a socio-political understanding of challenges and ethical frameworks that go beyond technical solutions (Yu & Zhai, 2024). There is a need for multi-stakeholder dialogue, rigorous risk assessment, and strengthened international cooperation (Zhang & Zhang, 2023).

4. RECOMMENDATION AND CONCLUSION

4.1. Policy Recommendations and Strategic Directions

The synthesis of evidence presented in this review points toward several strategic recommendations for policymakers, health administrators, and technology developers working in developing-country settings. The literature has proposed five building blocks for the development and deployment of more responsible, sustainable, and inclusive AI healthcare technologies in LMICs: additional research and investment in tools specifically designed for resource-limited settings; greater real-world evaluation to establish effectiveness and reliability; careful attention to context-specific implementation conditions; capacity building at both individual and institutional levels; and governance frameworks capable of keeping pace with innovation.

If AI deployment in low-resource settings is to minimise risk and meaningfully extend access to care in underserved regions, careful consideration of infrastructure requirements, data management, and responsible AI practices is essential (Alami et al., 2020). A robust governance structure is not an optional enhancement but a critical precondition for ensuring that barriers are properly addressed and that the legal and regulatory frameworks necessary for safe AI deployment are in place. Given that trust is both a significant enabler of adoption and a quality that many of the barriers discussed in this review actively undermine, building trust among health professionals and patients must be treated as a central strategic priority (Hassan et al., 2023; Wong et al., 2025).

Ensuring responsible AI adoption will require coordinated effort among governments, international organisations, researchers, and industry, and the guidelines that do exist, such as those created by global

organisations like UNESCO, the WHO, and the European Union, should incorporate ethical considerations specific to AI use in healthcare. Research philanthropy is identified as an important resource for developing guidelines attuned to the particular needs of vulnerable populations (Murrillo, 2024). Future research should also address questions of leadership, stakeholder collaboration, clinician liability, approaches to ethical dilemmas, and the infrastructure required for efficient AI integration into existing workflows-identifying, in particular, the decision points in the implementation process that can offer practical guidance to those navigating adoption (Nair et al., 2024).

4.2. Conclusion

This narrative review synthesized evidence of AI applications in healthcare administration in developing countries across six administrative domains (triage and clinical decision support, chatbots and mobile health, operations and resource management, supply chain and logistics, health information systems, and disease surveillance and telemedicine), documented benefits, three categories of structural barrier, and cross-cutting findings on algorithmic bias and ethical governance. Overall, the evidence indicates that AI has the potential to truly revolutionize LMIC health systems: increase diagnostic accuracy, increase operational efficiency, increase supply chain performance, increase access through telemedicine, and generate economic value through reduced costs and better resource allocation.

In developing-country settings, realizing this potential is neither easy nor guaranteed. The review identified three categories of barrier that are interlinked: infrastructure, connectivity, and resource constraints that limit the physical basis for AI deployment; organisational, workforce, and governance challenges that hinder implementation and sustained use; and data quality, privacy, and security deficits that undermine the reliability of AI systems. Two further issues span these barriers, the risk of algorithmic bias and the risk of contextual bias. Additionally, the ethical, legal, and governance frameworks needed to ensure accountability, transparency, and equity in AI deployment remain underdeveloped in most LMIC settings, creating both legal and patient safety risks (Weissglass, 2022).

Meeting these challenges requires a multi-stakeholder approach, governance frameworks that adapt to innovation, AI design that is attuned to local contexts, values, and healthcare realities, ongoing investment in digital infrastructure and human capacity, and international cooperation aimed at equity, transparency, and accountability. Aligning AI innovation with ethical and legal imperatives is not a regulatory formality: it is the condition for a safer and more equitable healthcare system for all.

REFERENCES

- Ahmed, M. I., Spooner, B., Isherwood, J., Lane, M., Orrock, E., & Dennison, A. (2023). A systematic review of the barriers to the implementation of artificial intelligence in healthcare. *Cureus*, 15(10), e46454. <https://doi.org/10.7759/cureus.46454>
- Alami, H., Rivard, L., Lehoux, P., Hoffman, S. J., Cadeddu, S. B. M., Savoldelli, M., Samri, M. A., Ag Ahmed, M. A., Fleet, R., & Fortin, J.-P. (2020). Artificial intelligence in health care: Laying the foundation for responsible, sustainable, and inclusive innovation in low- and middle-income countries. *Globalization and Health*, 16(1), 52. <https://doi.org/10.1186/s12992-020-00584-1>
- Almagadi, M. A. S. (2025). Enhancing administrative performance in the health sector through artificial intelligence: Pathways to operational efficiency and service quality. *Journal of International Crisis and Risk Communication Research*. <https://doi.org/10.63278/jicrcr.vi.3137>
- Bekbolatova, M., Mayer, J., Ong, C. W., & Toma, M. (2024). Transformative potential of AI in healthcare: Definitions, applications, and navigating the ethical landscape and public perspectives. *Healthcare*, 12(2), 125. <https://doi.org/10.3390/healthcare12020125>
- Bohr, A., & Memarzadeh, K. (2020). The rise of artificial intelligence in healthcare applications. In A. Bohr & K. Memarzadeh (Eds.), *Artificial intelligence in healthcare* (pp. 25–60). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818438-7.00002-2>
- Cartolovni, A., Tomicic, A., & Mosler, E. L. (2022). Ethical, legal, and social considerations of AI-based medical decision-support tools: A scoping review. *International Journal of Medical Informatics*, 161, 104738. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2022.104738>
- Chinta, S. V., Wang, Z., Palikhe, A., Zhang, X., Kashif, A., Smith, M. A., Liu, J., & Zhang, W. (2025). AI-driven healthcare: Fairness in AI healthcare: A survey. *PLOS Digital Health*, 4, e0000864. <https://doi.org/10.1371/journal.pdig.0000864>
- Chung, T.-H., Rostami, V., Bastani, H., & Bastani, O. (2022). Decision-aware learning for optimizing health supply chains. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arxiv.2211.08507>
- Ciecierski-Holmes, T., Singh, R., Axt, M., Brenner, S., & Barteit, S. (2022). Artificial intelligence for strengthening healthcare systems in low- and middle-income countries: A systematic scoping review. *npj Digital Medicine*, 5, 162. <https://doi.org/10.1038/s41746-022-00700-y>
- Damoah, I. S., Ayakwah, A., & Tingbani, I. (2021). Artificial intelligence (AI)-enhanced medical drones in the healthcare supply chain (HSC) for sustainability development: A case study. *Journal of Cleaner Production*, 328, 129598. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129598>

- Dangi, R. R., Sharma, A., & Vageriya, V. (2024). Transforming healthcare in low-resource settings with artificial intelligence: Recent developments and outcomes. *Public Health Nursing*, 42(1), 5–14. <https://doi.org/10.1111/phn.13500>
- Dastidar, B. G., Jani, A. R., Suri, S., & Nagaraja, V. H. (2024). Reimagining India's National Telemedicine Service to improve access to care. *The Lancet Regional Health – Southeast Asia*, 30, 100480. <https://doi.org/10.1016/j.lansea.2024.100480>
- Esmailzadeh, P. (2024). Challenges and strategies for wide-scale artificial intelligence (AI) deployment in healthcare practices: A perspective for healthcare organizations. *Artificial Intelligence in Medicine*, 151, 102861. <https://doi.org/10.1016/j.artmed.2024.102861>
- Green, B. N., Johnson, C. D., & Adams, A. (2006). Writing narrative literature reviews for peer-reviewed journals: Secrets of the trade. *Journal of Chiropractic Medicine*, 5(3), 101–117. [https://doi.org/10.1016/S0899-3467\(07\)60142-6](https://doi.org/10.1016/S0899-3467(07)60142-6)
- Gyebi, R., Okyere, G. A., Nakua, E. K., Aseidu-Bekoe, F., Nti, J. S. A., Ansah, E. O., & Opoku, F. A. (2023). Prediction of measles patients using machine learning classifiers: A comparative study. *Bulletin of the National Research Centre*, 47(1), 115. <https://doi.org/10.1186/s42269-023-01079-w>
- Hassan, M., Kushniruk, A., & Borycki, E. (2023). Barriers to and facilitators of artificial intelligence adoption in health care: Scoping review. *JMIR Human Factors*, 11, e48633. <https://doi.org/10.2196/48633>
- Junaid, K., Nasir, M., Rafique, S., Arshad, A., Siddiqui, M., & Junaid, M. A. (2025). Ethical issues of artificial intelligence in healthcare in developing countries: A systematic review of empirical studies. *Annals of King Edward Medical University*, 31(Spl. 2). <https://doi.org/10.21649/akemu.v31ispl2.5827>
- Kasaye, M. D., Getahun, A. G., & Kalayou, M. H. (2025). Exploring artificial intelligence for healthcare from the health professionals' perspective: The case of limited resource settings. *Digital Health*, 11, 20552076251330552. <https://doi.org/10.1177/20552076251330552>
- Kaushik, A., Barcellona, C., Mandyam, N., Tan, S. Y., & Tromp, J. (2024). Challenges and opportunities for data sharing related to artificial intelligence tools in health care in low- and middle-income countries: Systematic review and case study from Thailand. *Journal of Medical Internet Research*, 27, e58338. <https://doi.org/10.2196/58338>
- Kerasidou, A. (2021). Ethics of artificial intelligence in global health: Explainability, algorithmic bias and trust. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*, 11(4), 612–614. <https://doi.org/10.1016/j.jobcr.2021.09.004>

- Kong, Z., Kong, D., Kong, J., Xing, Y., & Liang, P. (2025). The performance evaluation of the AI-assisted diagnostic system in China. *BMC Health Services Research*, 25, 13344. <https://doi.org/10.1186/s12913-025-13344-x>
- Krishnan, G., Singh, S., Pathania, M., Gosavi, S., Abhishek, S., Parchani, A., & Dhar, M. (2023). Artificial intelligence in clinical medicine: Catalyzing a sustainable global healthcare paradigm. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 6, 1227091. <https://doi.org/10.3389/frai.2023.1227091>
- Kumar, A., Jha, P., Kole, I., Shete, M., Brar, V., & Jha, C. (2025). Bayesian machine learning for decision support in healthcare operations management. In *Proceedings of the 2025 3rd World Conference on Communication and Computing (WCONF)* (pp. 1–5). IEEE. <https://doi.org/10.1109/wconf64849.2025.11233684>
- Kumar, R., Singh, A., Kassar, A., Humaida, M., Joshi, S., & Sharma, M. (2025). Adoption challenges to artificial intelligence literacy in public healthcare: An evidence-based study in Saudi Arabia. *Frontiers in Public Health*, 13, 1558772. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2025.1558772>
- Kuwaiti, A. A., Nazer, K., Al-Reedy, A., Al-Shehri, S. Z., Almuhanha, A., Subbarayalu, A. V., Al Muhanna, D., & Al-Muhanna, F. A. (2023). A review of the role of artificial intelligence in healthcare. *Journal of Personalized Medicine*, 13(6), 951. <https://doi.org/10.3390/jpm13060951>
- Kyambade, M., & Namatovu, A. (2025). Health-care leaders' perspectives on AI implementation in Uganda: Overcoming barriers, driving innovation and strategic considerations. *Leadership in Health Services*, 38(3), 442–463. <https://doi.org/10.1108/lhs-02-2025-0025>
- Lopez, D. M., Rico-Olarte, C., Blobel, B., & Hullin, C. (2022). Challenges and solutions for transforming health ecosystems in low- and middle-income countries through artificial intelligence. *Frontiers in Medicine*, 9, 958097. <https://doi.org/10.3389/fmed.2022.958097>
- Mikava, N., & Mamulaidze, T. (2023). Implications of artificial intelligence in healthcare in developing countries: Perspectives and challenges. *AGORA International Journal of Economical Sciences*, 17(2), 110–120. <https://doi.org/10.15837/aijes.v17i2.6448>
- Monlezun, D. J., Omutoko, L., Oduor, P., Kokonya, D., Rayel, J., Sotomayor, C., Girault, M. I., De Los Rios Uriarte, M. E., Sinyavskiy, O., Aksamit, T., Dugani, S., Garcia, A., & Gallagher, C. (2024). Digitalization of health care in low- and middle-income countries. *Bulletin of the World Health Organization*, 103, 148–154. <https://doi.org/10.2471/blt.24.291643>
- Murrillo, M. (2024). On utilizing artificial intelligence to impact healthcare in low-income countries. *International Journal of Translational Medical Research and Public Health*. https://doi.org/10.25259/ijtmrph_512

- Musa, S. M., Haruna, U. A., Aliyu, L. J., Zubairu, M., & Lucero-Prisno, D. (2025). Leveraging AI to optimize vaccines supply chain and logistics in Africa: Opportunities and challenges. *Frontiers in Pharmacology*, 16, 1531141. <https://doi.org/10.3389/fphar.2025.1531141>
- Mwogosi, A. (2025). Leveraging AI to enhance healthcare delivery in Tanzania: Innovations and ethical imperatives. *SAGE Open*, 15(1), 21582440251378162. <https://doi.org/10.1177/21582440251378162>
- Nair, M., Svedberg, P., Larsson, I., & Nygren, J. (2024). A comprehensive overview of barriers and strategies for AI implementation in healthcare: Mixed-method design. *PLOS ONE*, 19(6), e0305949. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0305949>
- Nazer, L., Zatarah, R., Waldrip, S., Ke, J., Moukheiber, M., Khanna, A., Hicklen, R., Moukheiber, L., Moukheiber, D., Ma, H., & Mathur, P. (2023). Bias in artificial intelligence algorithms and recommendations for mitigation. *PLOS Digital Health*, 2(6), e0000278. <https://doi.org/10.1371/journal.pdig.0000278>
- Owoyemi, A., Owoyemi, J., Osiyemi, A., & Boyd, A. (2020). Artificial intelligence for healthcare in Africa. *Frontiers in Digital Health*, 2, 6. <https://doi.org/10.3389/fdgth.2020.00006>
- Perianez, A., Del Rio, A. F., Nazarov, I., Jane, E., Hassan, M., Rastogi, A., & Tang, D. (2024). The digital transformation in health: How AI can improve the performance of health systems. *Health Systems & Reform*, 10(2), 2387138. <https://doi.org/10.1080/23288604.2024.2387138>
- Pham, T. D. (2025). Ethical and legal considerations in healthcare AI: Innovation and policy for safe and fair use. *Royal Society Open Science*, 12(1), 241873. <https://doi.org/10.1098/rsos.241873>
- Saif-Ur-Rahman, K., Islam, M. S., Alaboson, J., Ife, O. O., Hasan, I., Islam, N., Mainali, S., Martina, T., Silenga, E., Muyangana, M., & Joarder, T. (2023). Artificial intelligence and digital health in improving primary health care service delivery in LMICs: A systematic review. *Journal of Evidence-Based Medicine*, 16(3), 303–320. <https://doi.org/10.1111/jebm.12547>
- Schwalbe, N., & Wahl, B. (2020). Artificial intelligence and the future of global health. *The Lancet*, 395(10236), 1579–1586. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30226-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30226-9)
- Tran, L. C. D., Metwalli, H., Le, D. T., Amo-Afful, S., Gerges, M. S. T., Ahmed, H. H. H., Quyen, D. T. K., Gad, A. G., Tran, P., & Huy, N. T. (2025). Learning new surgical techniques in low- and middle-income countries, approval processes, and the impact of artificial intelligence. *Frontiers in Surgery*, 12, 1647899. <https://doi.org/10.3389/fsurg.2025.1647899>
- Tshimula, J. M., Kalengayi, M., Makenga, D., Lilonge, D., Asumani, M., Madiya, D., Kalonji, E. N., Kanda, H., Galekwa, R. M., Kumbu, J., Mikese, H., Tshimula, G., Muabila, J. T., Mayemba, C. N., Nkashama, D. K., Kalala, K., Ataky, S., Basele, T. W., Didier, M. M., & Kasoro, N. M. (2024). Artificial

- intelligence for public health surveillance in Africa: Applications and opportunities. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2408.02575>
- Vuong, Q., Ho, M.-T., Vuong, T.-T., La, V.-P., Ho, M.-T., Nghiem, K.-C., Tran, B., Giang, H.-H., Giang, T.-V., Latkin, C., Nguyen, H. K. T., Ho, C. S. H., & Ho, R. C. M. (2019). Artificial intelligence vs. natural stupidity: Evaluating AI readiness for the Vietnamese medical information system. *Journal of Clinical Medicine*, 8(2), 168. <https://doi.org/10.3390/jcm8020168>
- Wahl, B., Cossy-Gantner, A., Germann, S., & Schwalbe, N. R. (2018). Artificial intelligence (AI) and global health: How can AI contribute to health in resource-poor settings? *BMJ Global Health*, 3(4), e000798. <https://doi.org/10.1136/bmjgh-2018-000798>
- Weissglass, D. E. (2022). Contextual bias, the democratization of healthcare, and medical artificial intelligence in low- and middle-income countries. *Bioethics*, 36(2), 201–209. <https://doi.org/10.1111/bioe.12927>
- Wibowo, M. F., Pyle, A., Lim, E., Ohde, J., Liu, N., & Karlstrom, J. (2025). Insights into the current and future state of AI adoption within health systems in Southeast Asia: Cross-sectional qualitative study. *Journal of Medical Internet Research*, 27, e71591. <https://doi.org/10.2196/71591>
- Wong, E., Bermudez-Canete, A., Campbell, M. J., & Rhew, D. C. (2025). Bridging the digital divide: A practical roadmap for deploying medical artificial intelligence technologies in low-resource settings. *Population Health Management*, 28(2), 105–114. <https://doi.org/10.1089/pop.2024.0222>
- Yu, L., & Zhai, X. (2024). Use of artificial intelligence to address health disparities in low- and middle-income countries: A thematic analysis of ethical issues. *Public Health*, 234, 77–83. <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2024.05.029>
- Zhang, J., & Zhang, Z.-M. (2023). Ethics and governance of trustworthy medical artificial intelligence. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 23(1), 7. <https://doi.org/10.1186/s12911-023-02103-9>
- Zuhair, V., Babar, A., Ali, R., Oduoye, M., Noor, Z., Chris, K., Okon, I., & Rehman, L. U. (2024). Exploring the impact of artificial intelligence on global health and enhancing healthcare in developing nations. *Journal of Primary Care & Community Health*, 15, 21501319241245847. <https://doi.org/10.1177/21501319241245847>

PERSPECTIVES OF HEALTHCARE PERSONNEL ON HPV: THE LINK BETWEEN CLINICAL KNOWLEDGE AND PARENTAL EDUCATION – A PRELIMINARY STUDY IN ELBASAN, ALBANIA

Arkida Çeka¹, Petrit Biberaj², Zamira Çabiri², Blerina Bahiti³, Rajmonda Oboni³, Ilma Toçi³, Gjergji Doka³, Venemin Gega³

¹Department of Nursing, ²Department of Preclinical Sciences, ³Department of Teaching, Scientific and Medical Training (DSTM), Faculty of Technical Medical Sciences, University of Elbasan “Aleksandër Xhuvani”

arkida.skenderi@uniel.edu.al

Abstract

Introduction: Human papillomavirus (HPV) is one of the most common sexually transmitted infections and a major risk factor for cervical cancer. The knowledge and attitudes of healthcare professionals directly influence parental education, vaccination counseling, and decision-making regarding child immunization.

Aim: To assess the knowledge, attitudes, and practices of healthcare personnel in Elbasan regarding HPV and the HPV vaccine, focusing on their role in parental education.

Methodology: A descriptive cross-sectional survey was conducted using a questionnaire adapted from a similar open-access study. Participants included 90 healthcare professionals (7 physicians and 23 nurses) from urban health centers in Elbasan, predominantly female (79%), with 1–18 years of experience (mean $\approx$ 8 years). The questionnaire evaluated knowledge, attitudes, and counseling practices, emphasizing parent–provider communication.

Results: Most participants recognized the link between HPV and cervical cancer (96.7%), but gaps were identified regarding knowledge of the recommended vaccination ages (40%). Attitudes ranged from supportive to hesitant, mainly due to difficulties discussing sexuality with parents and concerns that vaccination might encourage early sexual activity. The frequency of HPV vaccine recommendation in the last three months varied, with 13.3% never recommending it and 30% always doing so. The main barriers were reluctance to initiate sensitive discussions and the lack of structural support.

Conclusions: The study highlights significant gaps in the preparedness of healthcare personnel to provide effective education on HPV vaccination. The findings suggest the need for standardized information and communication strategies regarding HPV and its vaccine, targeted staff training, and stronger institutional support. Expanding the study to a larger, representative sample would help better understand trends and the health system’s role in parental decision-making about vaccination.

Keywords: HPV, HPV vaccine, healthcare personnel, parental education, Elbasan, pilot study.

AÇIKLANABİLİR YAPAY ZEKA TEKNİKLERİ KULLANILARAK DEMANS HASTALIĞININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Lisansüstü Kağan DENİZCİGİL¹/ Prof. Dr. Semra İÇER²

¹Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyomedikal Mühendisliği, 0009-0009-9170-9229

²Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Biyomedikal Mühendisliği, 0000-0002-3323-9953

Özet

Bu çalışmada, Manyetik Rezonans (MR) beyin görüntüleri kullanılarak demans varlığının belirlenmesine yönelik derin öğrenme tabanlı iki farklı yaklaşım ile sınıflandırma yapılmıştır. Kaggle ortamında yer alan açık kaynak veri setinden elde edilen çok hafif demans ve demans olmayan kişilere ait görüntüler herhangi bir görüntü ön işleme yapmadan çalışılmıştır. Konvolüsyonel Sinir Ağları (CNN) ve Görüntü Dönüştürücüsü (Vision Transformer, ViT) mimarileri, yalnızca sınıflandırma performansı açısından değil, aynı zamanda karar üretme süreçlerinin açıklanabilirliği bakımından da değerlendirilmiştir. Model çıktılarının yorumlanabilirliğini artırmak amacıyla açıklanabilir yapay zekâ Grad-Cam, Shapley ve Lime yöntemleri ile sınıflandırmada en etkili olan bölgeler ve bu bölgelere ait görsel veya sayısal değerlendirmeler elde edilmiştir. Ayrıca Shapley ve Lime yöntemleri ile elde edilen ısı haritaları ve özellik önem skorları Harvard Oxford beyin atlası ile birleştirilerek ısı haritasında elde edilen bölgelere karşılık gelen anatomik yapılar belirlenebilmiştir. Çalışmada kullanılan MR görüntüleri “Çok Hafif Demans” ve “Demans Olmayan” olmak üzere incelenerek model performanslarının güvenilirliğini artırmak için beş kat çapraz doğrulama uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar; performans metrikleri ile değerlendirilerek hem CNN ve ViT sınıflandırmaları olarak hem de açıklanabilir yapay zekâ yöntemleri açısından birbiriyle karşılaştırılmıştır. Bulgular, CNN ve ViT sınıflandırma mimarilerinin büyük oranda birbirine benzer performansta olduğunu, farklı açıklanabilir yapay zekâ yöntemlerinin model davranışlarını değişken biçimde yansıttığını ve ViT tabanlı yapıların daha kararlı ve bütüncül açıklama haritaları üretebildiğini ortaya koymaktadır.

Anahtar kelimeler: Açıklanabilir Yapay Zekâ (XAI), Evrimsel Sinir ağları (CNN), Görüntü Dönüştürücüsü (ViT), Demans, MR Görüntüleme.

ASSESSMENT OF DEMENTIA USING EXPLAINABLE ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNIQUES

Abstract

This study classifies the presence of dementia using two different deep learning-based approaches based on Magnetic Resonance (MR) brain images. Images of individuals with mild dementia and obtained from a dataset on Kaggle were analyzed without any image preprocessing. Convolutional Neural Networks (CNN) and Vision Transformer (ViT) architectures were evaluated not only in terms of classification performance but also in terms of the explainability of decision-making processes. To improve the interpretability of model outputs, the most effective regions in classification and visual or numerical evaluations of these regions were obtained using explainable artificial intelligence methods such as Grad-Cam, Shapley and Lime. In addition, heat maps and feature importance scores obtained with Shapley and Lime methods were combined with the Harvard Oxford brain atlas to determine the anatomical structures corresponding to the regions obtained in the heat map. The MR images used in the study were examined as "Mild Dementia" and "Non-Dementia", and five-fold cross-validation was applied to increase the reliability of the model performance. The results obtained were evaluated using performance metrics and compared both in terms of CNN and VIT classifications as well as in terms of explainable artificial intelligence methods. The findings reveal that CNN and VIT classification architectures have largely similar performance, that different explainable artificial intelligence methods reflect model behaviors variably, and that VIT-based structures can produce more stable and holistic explanation maps.

Keywords: Explainable Artificial Intelligence (XAI), Convolutional Neural Networks (CNN), Vision Transformer (ViT), Dementia, MR Imaging.

1. GİRİŞ

Demans, bireylerde bilişsel işlevlerin ilerleyici biçimde bozulmasıyla ortaya çıkan ve zaman içerisinde günlük yaşam aktivitelerinin bağımsız olarak sürdürülmesini engelleyen nörodejeneratif bir hastalık grubudur [1]. Hastalığın erken evrelerinde meydana gelen yapısal beyin değişimleri çoğu zaman klinik belirtilerle açık biçimde örtüşmemekte, bu durum erken tanıyı güçleştirmektedir [2]. Bu nedenle, erken evrede tanıya katkı sağlayabilecek otomatik ve güvenilir görüntüleme temelli analiz yöntemlerine duyulan ihtiyaç giderek artmaktadır. Beyin manyetik rezonans (MR) görüntüleme, yüksek uzamsal çözünürlüğü ve yumuşak doku kontrastı sayesinde demansla ilişkili yapısal değişimlerin incelenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır [3].

Geleneksel görüntü işleme yaklaşımları, demansla ilişkili beyin bölgelerindeki değişimleri önceden tanımlanmış el yapımı özellikler üzerinden analiz etmektedir. Ancak bu yöntemler, karmaşık ve doğrusal olmayan örüntülerin yakalanmasında sınırlı kalabilmektedir [4]. Derin öğrenme tabanlı yaklaşımlar, özellikle Konvolüsyonel Sinir Ağları (CNN), bu sınırlamaları aşarak görüntülerden otomatik ve hiyerarşik özellik çıkarımı yapabilme yeteneği sunmaktadır. CNN tabanlı modeller, lokal doku yapıları ve bölgesel değişimleri etkili biçimde öğrenebilmesine rağmen, görüntü genelindeki uzun menzilli bağımlılıkları modellemede kısıtlı kalabilmektedir [5].

Son yıllarda geliştirilen Görüntü Dönüştürücüsü (ViT) tabanlı mimariler, görüntü verisini küresel bağlam içerisinde ele alarak uzun menzilli ilişkileri temsil edebilme potansiyeline sahiptir [6]. Dikkat mekanizmasına dayalı bu yaklaşımlar, görüntünün farklı bölgeleri arasındaki ilişkileri bütüncül biçimde değerlendirebilmekte ve özellikle tıbbi görüntüleme uygulamalarında alternatif bir çözüm olarak öne çıkmaktadır [7]. Bu yönüyle ViT tabanlı modeller, CNN mimarilerine kıyasla tamamlayıcı ve karşılaştırmalı olarak ele alınması gereken güçlü bir yaklaşım sunmaktadır. Bununla birlikte, CNN ve ViT gibi derin öğrenme modelleri yüksek sınıflandırma başarımı sergilemelerine rağmen, karar süreçlerinin şeffaf olmaması klinik uygulamalar açısından önemli bir dezavantaj oluşturmaktadır [8].

Sağlık alanında kullanılan yapay zekâ sistemlerinin yalnızca doğru tahminler üretmesi yeterli değildir; aynı zamanda bu tahminlerin hangi görüntü bölgelerine dayandığının anlaşılabilir olması gerekmektedir. Açıklanabilir yapay zekâ (Explainable Artificial Intelligence - XAI) yöntemleri, model kararlarını görselleştirerek ve yorumlanabilir hâle getirerek bu ihtiyaca yanıt vermeyi amaçlamaktadır [9].

Dünya Sağlık Örgütü tarafından yayımlanan küresel raporda, demansın dünya genelinde hızla artan bir halk sağlığı problemi olduğu vurgulanmış ve erken tanının hastalık yükünü azaltmadaki kritik rolü ortaya konmuştur. Raporda, görüntüleme ve yapay zekâ tabanlı karar destek sistemlerinin klinik süreçlere entegrasyonunun gelecekte önemli bir gereklilik haline geleceği ifade edilmiştir.

Livingston ve arkadaşları, demansın önlenmesi, erken müdahalesi ve bakım süreçlerine ilişkin kapsamlı değerlendirmelerinde, hastalığın erken evrelerinde tanınmasının hem hasta yaşam kalitesini hem de sağlık sistemleri üzerindeki ekonomik yükü azaltabileceğini belirtmiştir. Çalışmada, nörogörüntüleme verilerinin veri odaklı yöntemlerle analiz edilmesinin klinik karar verme süreçlerine katkı sağlayabileceği vurgulanmıştır [2].

Rathore ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilen derleme çalışmasında, Alzheimer hastalığı evrelerinin sınıflandırılmasında kullanılan nörogörüntüleme temelli yöntemler kapsamlı biçimde incelenmiştir.

Özellikle derin öğrenme yaklaşımlarının, geleneksel özellik çıkarım yöntemlerine kıyasla daha başarılı sonuçlar sunduğu ve çok katmanlı temsiller sayesinde karmaşık örüntüleri yakalayabildiği rapor edilmiştir [3].

Feng ve arkadaşları, MR görüntüleri kullanılarak Alzheimer hastalığının otomatik teşhisine yönelik derin öğrenme tabanlı yaklaşımları sistematik olarak değerlendirmiştir. Çalışmada, CNN tabanlı mimarilerin yüksek sınıflandırma başarısı sağladığı, ancak bu modellerin karar süreçlerinin açıklanabilirliğinin sınırlı olduğu ifade edilmiştir. Bu durum, klinik uygulamalar açısından önemli bir kısıt olarak belirtilmiştir [4].

Wen ve arkadaşları tarafından sunulan çalışmada, Alzheimer hastalığının sınıflandırılmasında kullanılan Konvolüsyonel Sinir Ağları detaylı biçimde ele alınmıştır. Çalışma, CNN mimarilerinin lokal uzamsal özellikleri başarıyla öğrendiğini, ancak görüntü genelindeki uzun menzilli ilişkileri modellemede sınırlı kalabildiğini ortaya koymuştur [5].

Dosovitskiy ve arkadaşları tarafından önerilen Görüntü Dönüşümü (ViT) mimarisi, görüntüleri sabit boyutlu parçalara ayırarak bu parçaları ardışık bir yapı içinde ele almakta ve dikkat mekanizmaları aracılığıyla küresel bağlam ilişkilerini modelleyebilmektedir. Bu yaklaşım, klasik CNN tabanlı yöntemlere alternatif bir bakış açısı sunmuştur [6]. Hatamizadeh ve arkadaşları, tıbbi görüntüleme alanında Görüntü Dönüşümü tabanlı yaklaşımları inceleyen çalışmalarında, ViT mimarilerinin özellikle büyük veri kümelerinde güçlü temsiller üretebildiğini ve farklı görüntüleme modalitelerinde umut vadeden sonuçlar sunduğunu bildirmiştir [7].

Tjoa ve Guan tarafından gerçekleştirilen çalışmada, XAI yöntemlerinin sağlık alanındaki önemi vurgulanmış ve derin öğrenme modellerinin karar süreçlerinin yorumlanabilir hâle getirilmesinin klinik güvenilirlik açısından kritik olduğu ifade edilmiştir. Grad-CAM, Lime ve Shapley gibi yöntemlerin model kararlarını görselleştirmede yaygın olarak kullanıldığı belirtilmiştir [8].

Nauta ve arkadaşları ise tıbbi görüntü analizinde XAI yöntemlerinin yalnızca lokal açıklamalar sunmakla kalmayıp, modelin genel davranışını anlamaya yönelik küresel çıkarımlar yapılmasına da olanak tanıdığını göstermiştir. Bu durumun, yapay zekâ destekli sistemlerin klinik kabulünü artırabileceği ifade edilmiştir [9].

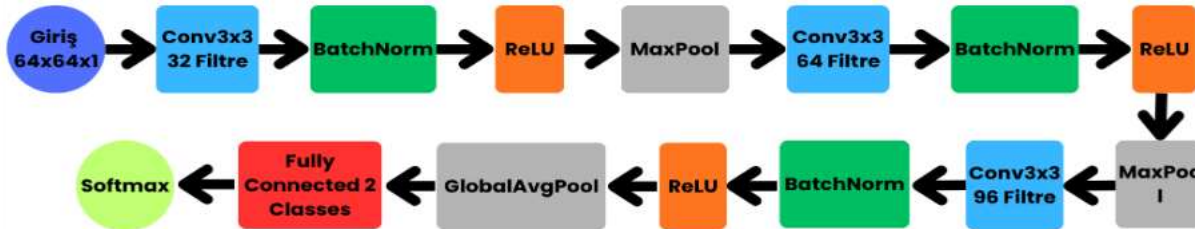
Bu çalışmada, beyin MR görüntüleri kullanılarak demans tespiti amacıyla CNN ve ViT mimarileri karşılaştırmalı olarak ele alınmış ve her iki modelin karar mekanizmaları Grad-CAM, Lime ve Shapley açıklanabilir yapay zekâ yöntemleri aracılığıyla analiz edilmiştir. Çalışmanın temel amacı, sınıflandırma

performansının ötesine geçerek, farklı derin öğrenme mimarilerinin sunduğu açıklamaların tutarlılığını ve yorumlanabilirliğini ortaya koymak ve klinik karar destek sistemleri açısından değerlendirilebilir sonuçlar sunmaktır.

2. YÖNTEM

Bu çalışmada demans hastalığının beyin manyetik rezonans görüntülerinden otomatik olarak tespit edilmesi amacıyla CNN ve ViT modelleri, aynı veri kümesi ve aynı simülasyon koşulları altında karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca, modellerin karar mekanizmaları XAI yöntemleri kullanılarak analiz edilmiştir.

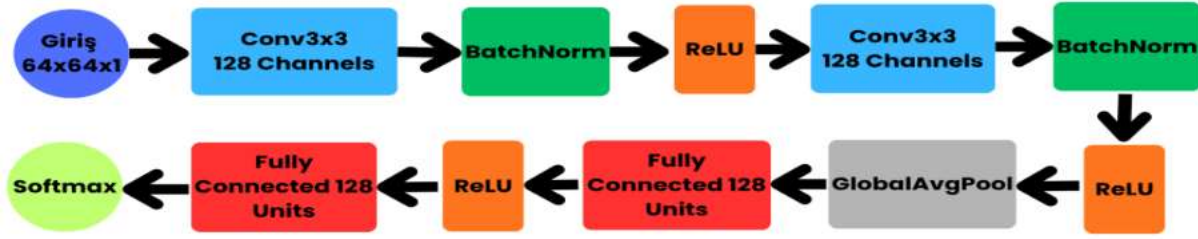
Çalışmamızda kullanılan üç evrişim katmanından oluşan bir CNN mimarisini Şekil 1’de görülmektedir. Giriş görüntüleri öncelikle ilk evrişim katmanına iletilmiş ve her evrişim katmanının ardından özelliklerin daha kararlı öğrenilebilmesi için dizi normalizasyonu (batch normalization) uygulanmıştır. Doğrusal olmayan kısımları arttırmak amacıyla her dizi normalizasyonu (batch normalization) katmanından sonra ReLU aktivasyon fonksiyonu kullanılmıştır. İlk iki evrişim bloğunun ardından uzamsal boyutları azaltmak ve önemli özellikleri korumak amacıyla 2×2 maksimum havuzlama işlemi gerçekleştirilmiştir. Üçüncü evrişim katmanından elde edilen özellik haritaları küresel ortalama havuzlama (Global Average Pooling) katmanına aktarılmıştır. Bu katmandan elde edilen özellik vektörü tam bağlantılı (fully connected) katmana iletilmiş ve son aşamada Softmax sınıflandırıcı kullanılarak iki sınıflı çıktı üretilmiştir.



Şekil 1. CNN Mimarisi Modeli Diyagramı

Şekil 2’deki model ise çalışmamızda kullanılan ViT mimarisidir. Modelde giriş görüntülerinden özellik çıkarımı amacıyla ardışık olarak iki adet 3×3 evrişim katmanı kullanılmaktadır. Her evrişim katmanının ardından öğrenmenin daha kararlı hale getirilmesi için batch normalizasyonu uygulanmış ve doğrusal olmayanlığı artırmak amacıyla ReLU aktivasyon fonksiyonu kullanılmıştır. Elde edilen özellik haritaları daha sonra küresel ortalama havuzlama (Global Average Pooling) katmanında özetlenerek tek bir özellik vektörüne dönüştürülmüştür.

Bu özellik vektörü sırasıyla bir tam bağlantılı katmana ve ReLU aktivasyonuna iletilmiş, ardından son tam bağlantılı katman aracılığıyla iki sınıflı çıktı elde edilmiştir. Son aşamada softmax fonksiyonu kullanılarak sınıf olasılıkları hesaplanmıştır.



Şekil 2. ViT Mimarisi Modeli Diyagramı

2.1. Veri Kümesi ve Ön İşleme

Çalışmada kullanılan Kaggle Alzheimer MRI 4 Sınıflandırma Veri Seti 100 Sağlıklı 100 Hasta (<https://www.kaggle.com/datasets/marcopinamonti/alzheimer-mri-4-classes-dataset>), beyindeki Manyetik Rezonans görüntülerinden oluşmakta olup iki sınıflı bir yapı içermektedir: demans olmayan ve çok hafif demans tanısı bulunan kişiler. Tüm görüntüler modele girdi olarak verilmeden önce yeniden boyutlandırılmış ve normalize edilmiştir. Piksel yoğunlukları aşağıdaki şekilde ölçeklendirilmiştir:

$$I_{norm}(x, y) = \frac{I_{(x,y)} - I_{min}}{I_{max} - I_{min}} \quad (1)$$

Burada $I_{(x,y)}$ giriş görüntüsündeki piksel değerini, I_{min} ve I_{max} ise görüntüdeki minimum ve maksimum yoğunluk değerlerini ifade etmektedir.

2.2. Konvolüsyonel Sinir Ağı Mimarisi

CNN modeli, ardışık konvolüsyon, aktivasyon ve havuzlama katmanlarından oluşacak şekilde tasarlanmıştır. Bir konvolüsyon katmanında elde edilen özellik haritası aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır:

$$F_k(x, y) = \sum_{i,j} (x + i, y + j) * W_k(i, j) + b_k \quad (2)$$

Burada W_k ilgili filtre ağırlıklarını, b_k ise bias terimini temsil etmektedir. Konvolüsyon çıktısı doğrusal olmayanlık kazandırmak amacıyla ReLU aktivasyon fonksiyonundan geçirilmiştir:

$$f(x) = \max(0, x)$$

(3)

Özellik haritalarının boyutunu azaltmak ve hesaplama yükünü düşürmek amacıyla maksimum havuzlama işlemi uygulanmıştır:

$$P(x, y) = \max_{(i,j) \in \Omega} F(x + i, y + j) \quad (4)$$

Son aşamada, çıkarılan özellikler tam bağlı katmanlara aktarılmış ve iki sınıflı çıktı elde etmek için softmax fonksiyonu kullanılmıştır:

$$P(c_i) = \frac{e^{z_i}}{\sum_{j=1}^C e^{z_j}} \quad (5)$$

2.3. Görüntü Dönüştürücü (ViT) Mimarisi

ViT modeli, giriş görüntüsünü sabit boyutlu parçalara ayırarak işlemektedir. Giriş görüntüsü X , n adet patch'e bölünmüş ve her patch doğrusal gömme vektörüne dönüştürülmüştür:

$$z_0 = [x_{class}; x_1E; x_2E; \dots; x_NE] + E_{pos} \quad (6)$$

Dönüşüm (Transformer) encoder bloğunda kullanılan çok başlı dikkat (multi-head self-attention) mekanizması şu şekilde ifade edilmektedir:

$$Attention(Q, K, V) = \text{soft max} \left(\frac{QK^T}{\sqrt{d_k}} \right) V \quad (7)$$

Bu mekanizma sayesinde ViT modeli, görüntü genelindeki uzun menzilli ilişkileri öğrenebilmekte ve küresel bağlamı dikkate alarak sınıflandırma gerçekleştirmektedir.

2.4. Açıklanabilir Yapay Zekâ Yöntemleri

ViT ve CNN modeli üzerinde Grad-CAM, Lime ve Shapley yöntemleri kullanılarak sınıflandırma kararına en fazla katkı sağlayan bölgeler hesaplanmıştır. Grad-CAM ısı haritasında modelin karar verirken odaklandığı bölgeler görülmekte iken, Shapley piksellerin matematiksel katkı değerine göre ısı haritası, Lime ise local tahmine dayalı ısı haritası oluşturur. Grad-CAM ısı haritasına ait sınıflandırmaya en çok katkı veren özellikler için doğrudan bir skorlama yapmaz. Elde edilen açıklamalar, modelin karar sürecinde hangi beyin bölgelerine odaklandığını görselleştirmek amacıyla değerlendirilmiştir.

Grad-CAM (Gradient Ağırlıklı Sınıf Aktivasyon Haritalaması) yöntemi, derin öğrenme modellerinin karar mekanizmalarını açıklamak amacıyla kullanılan, gradyan tabanlı bir görselleştirme tekniğidir. Bu yöntemde, ilgili sınıfa ait gradyan bilgileri kullanarak son konvolüsyon katmanındaki aktivasyon haritaları ağırlıklandırılmakta ve modelin sınıflandırma kararına en fazla katkı sağlayan uzamsal bölgeler belirlenmektedir. Lime (Yerel Yorumlanabilir Model-Agnostik Açıklamalar) yöntemi, modelden bağımsız olarak çalışan ve tekil örnekler üzerinden yerel açıklamalar sunan bir açıklanabilir yapay zekâ tekniğidir. Bu yöntemde, giriş görüntüsü farklı bölgelere ayrılarak her bir bölgenin sınıflandırma sonucuna olan katkısı analiz edilmektedir. Shapley (SHapley Ekleyici açıklamaları) yöntemi, oyun teorisine dayalı bir yaklaşım olup, her bir özelliğin model çıktısına olan katkısını nicel olarak hesaplamaktadır. Görüntü tabanlı uygulamalarda SHAP, piksellerin veya bölgesel alanların sınıflandırma kararına olan etkisini açıklamak amacıyla kullanılmaktadır.

$$L_{Grad\,Cam}^c = ReLU(\sum_k \alpha_k^c A^k) \quad (8)$$

Burada α_k^c sınıf skorunun özellik haritasına göre gradyan ortalamasını ifade etmektedir:

$$\alpha_k^c = \frac{1}{Z} \sum_i \sum_j \frac{\alpha y^c}{\alpha A_{ij}^k} \quad (9)$$

SHAP yöntemi, model çıktısına her özelliğin katkısını hesaplamak amacıyla Shapley değerlerini kullanmaktadır:

$$\phi_i = \sum_{S \subseteq F \setminus \{i\}} \frac{|S|!(|F|-|S|-1)!}{|F|!} [f(S \cup \{i\}) - f(S)] \quad (10)$$

LIME yöntemi ise modelin yerel doğrusal bir yaklaşımla yaklaşıklandırılmasını sağlamaktadır:

$$f(x) \approx g(x) = w^T x \quad (11)$$

2.5. Eğitim ve Doğrulama

Modellerin genellenebilirliğini değerlendirmek amacıyla 5-katlı çapraz doğrulama yöntemi uygulanmıştır. Her katmanda eğitim ve test işlemleri tekrarlanmış ve elde edilen performans değerlerinin ortalaması alınmıştır. Eğitim sürecinde kayıp fonksiyonu olarak çapraz entropi kullanılmıştır:

$$L = - \sum_{i=1}^C y_i \log(\hat{y}_i) \quad (12)$$

2.6. Performans Ölçütleri

Model performansları doğruluk, kesinlik, duyarlılık, özgüllük ve F1-skoru kullanılarak değerlendirilmiştir:

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \quad (13)$$

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} \quad (14)$$

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN} \quad (15)$$

$$F1 = 2 * \frac{Precision * Recall}{Precision + Recall} \quad (16)$$

3. BULGULAR

Bu çalışmada, beyin MR görüntülerinden demans tespiti amacıyla geliştirilen CNN ve ViT tabanlı modellerin sınıflandırma başarıları ve açıklanabilirlik performansları karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular; sınıflandırma metrikleri, karmaşıklık matrisleri, XAI tabanlı görsel açıklamalar, segment ve atlas düzeyindeki analizler ile desteklenmiştir.

3.1. Sınıflandırma Performansları

CNN ve ViT modelleri ile elde edilen sınıflandırma performansları doğruluk (Accuracy), kesinlik (Precision), duyarlılık (Recall, Hassasiyet (Sensitivity), özgüllük (Specificity) ve F1-Değeri metrikleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1. CNN ve ViT Modellerinin Performans Karşılaştırması

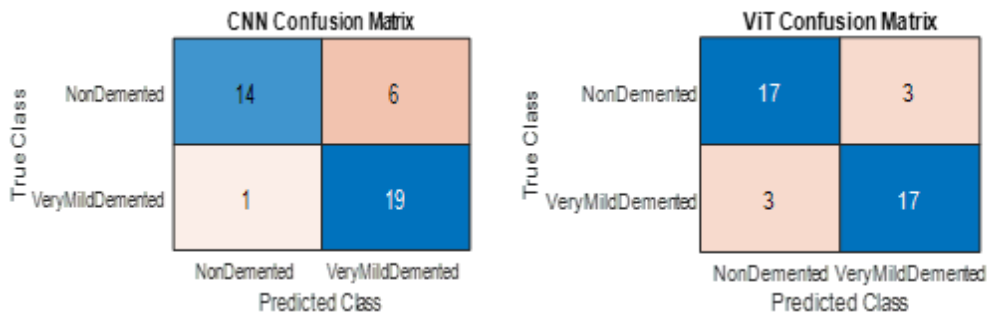
XAI Yöntemleri	Doğruluk	Kesinlik	Duyarlılık	Hassasiyet	Özgüllük	F1 Değeri
CNN	0.825	0.760	0.950	0.950	0.700	0.844
ViT	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850

Tablo 1’de CNN ve ViT mimarilerinin Demans sınıflandırma performansları karşılaştırılmıştır. Elde edilen bulgular, iki modelin karar mekanizmaları ve sınıf ayırma stratejileri açısından farklılıklar sergilediğini göstermektedir. CNN modeli %82,5 doğruluk oranı elde etmiş olup, %95 duyarlılık (recall/sensitivity) değeri ile hasta sınıfını tespit etmede oldukça yüksek bir performans göstermiştir. Bu durum, yanlış negatif oranının düşük olduğunu ve modelin patolojik örüntüleri yakalama eğiliminin güçlü olduğunu göstermektedir. Ancak özgüllük değerinin %70 olması, sağlıklı bireylerin bir kısmının yanlış pozitif olarak sınıflandırıldığını ortaya koymaktadır. Bu asimetrik dağılım, modelin karar sınırını hasta sınıfı lehine kaydardığını düşündürmektedir. Özellikle sınıf ağırlıklandırmasının (class weights) kullanılması ve küçük veri setlerinde CNN’in lokal özelliklere aşırı duyarlı hale gelmesi bu sonucun olası nedenleri arasında değerlendirilebilir. Buna karşılık ViT modeli %85 doğruluk, %85 kesinlik, %85 duyarlılık ve %85 özgüllük değerleri ile tüm metriklerde homojen bir performans sergilemiştir. Bu sonuç, modelin sınıflar arası karar dengesini daha stabil kurduğunu göstermektedir. Transformer tabanlı mimarilerin küresel bağlamı modelleyebilme kapasitesi, yalnızca lokal kortikal değişimlere değil, geniş ölçekli yapısal varyasyonlara da duyarlı olmalarını sağlamaktadır. Bu durum, yanlış pozitif ve yanlış negatif oranlarının dengelenmesine katkıda bulunmuş olabilir. F1 skoru açısından değerlendirildiğinde CNN modeli %84,4, ViT modeli ise %85 değerine ulaşmıştır. F1 metriğinin hem kesinlik hem de duyarlılığı birlikte optimize ettiği göz önüne alındığında, ViT modelinin daha dengeli bir sınıflandırma davranışı sergilediği söylenebilir. CNN modeli yüksek duyarlılık üretmesine rağmen, özgüllükteki düşüş F1 skorunu sınırlamıştır. Bu durum, performans değerlendirmesinin yalnızca doğruluk oranı üzerinden yapılmasının yanıltıcı olabileceğini göstermektedir. Sonuç olarak, sınıflandırma açısından CNN’in lokal özellik odaklı ve yüksek duyarlılık eğilimli bir model davranışı sergilediğini; ViT’in ise küresel temsil kapasitesi sayesinde daha dengeli bir sınıf ayırma gerçekleştirdiğini ortaya koymaktadır.

3.2. Karmaşıklık Matrisleri Analizi

CNN ve ViT modellerine ait karmaşıklık matrisleri Şekil 3 ve Şekil 4’te sunulmuştur. CNN modeline ait sonuçlar incelendiğinde, Çok Hafif Demans (Very Mild Demented) sınıfının büyük ölçüde doğru şekilde sınıflandırıldığı görülmektedir. Karmaşıklık matrisine göre bu sınıfa ait 20 örneğin 19’u doğru, 1’i ise yanlış sınıflandırılmıştır. Buna karşılık Demans Olmayan (Non-Demented) sınıfında modelin hata oranının görece daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu sınıfa ait 20 örneğin 14’ü doğru sınıflandırılırken 6 örnek yanlışlıkla çok hafif demans sınıfına atanmıştır. Bu durum, CNN modelinin özellikle hastalık belirtisi gösteren örnekleri tespit etmede oldukça duyarlı olduğunu, ancak sağlıklı bireylerin sınıflandırılmasında nispeten daha fazla hata

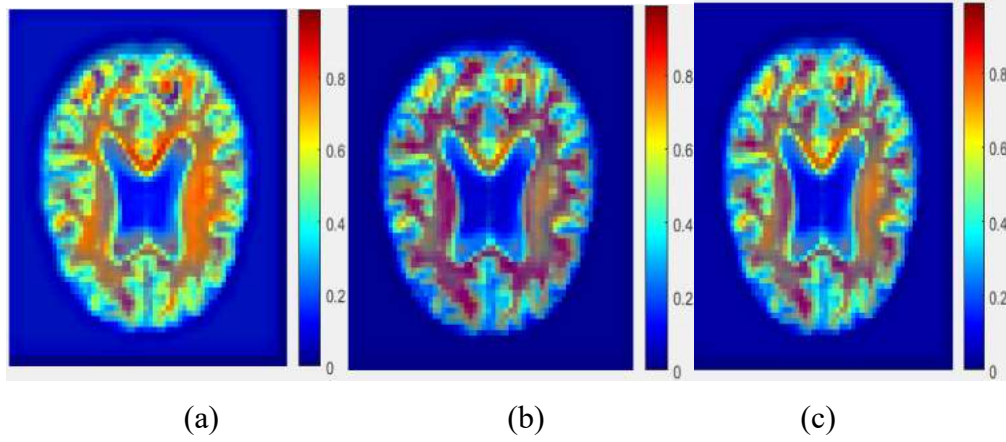
yapabildiğini göstermektedir. ViT modeline ait karmaşıklık matrisi incelendiğinde ise sınıflandırma performansının iki sınıf arasında daha dengeli bir dağılım sergilediği gözlemlenmektedir. ViT modelinde Demans Olmayan sınıfa ait 20 örneğin 17’si doğru, 3’ü yanlış, benzer şekilde çok hafif demans sınıfına ait 20 örneğin 17’si doğru, 3’ü yanlış sınıflandırılmıştır. Bu sonuçlar, ViT mimarisinin her iki sınıf için benzer hata oranlarına sahip olduğunu ve karar mekanizmasının sınıflar arasında daha homojen bir şekilde dağıldığını göstermektedir. Genel olarak değerlendirildiğinde, CNN modelinin özellikle çok hafif demans sınıfını yakalamada yüksek duyarlılık sergilediği; buna karşılık ViT modelinin ise her iki sınıf arasında daha dengeli bir sınıflandırma performansı sunduğu görülmektedir. Bu bulgular, transformer tabanlı mimarilerin küresel bağlamsal ilişkileri daha etkin biçimde modelleyebilmesi sayesinde sınıflandırma kararlarını daha dengeli bir biçimde oluşturabildiğini göstermektedir. Dolayısıyla ViT tabanlı yaklaşımın, özellikle sınıflar arasında daha homojen bir performans gerektiren klinik karar destek sistemlerinde önemli bir avantaj sağlayabileceği değerlendirilmektedir.



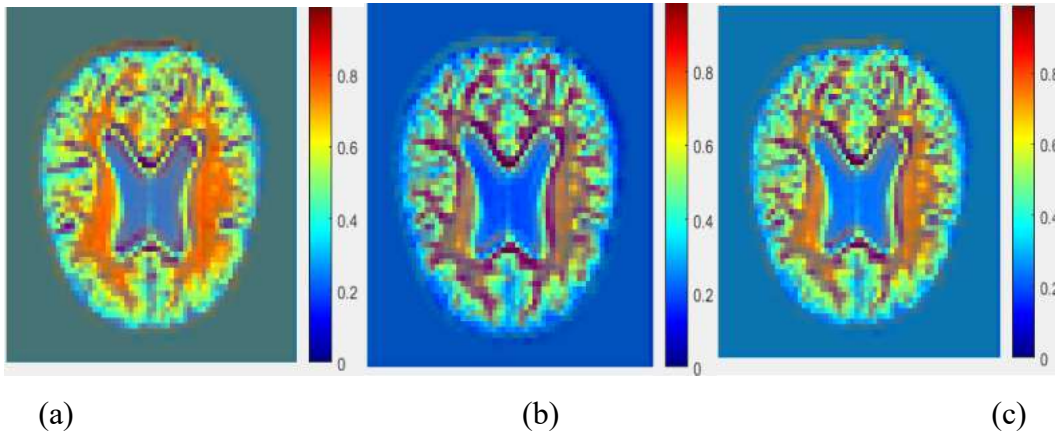
Şekil 3. Karmaşıklık matrisleri, a) CNN b) ViT Mimarisi

3.3. XAI Tabanlı Dikkat Bölgeleri

CNN ve ViT modelleri için elde edilen Grad-CAM, LIME ve SHAP tabanlı görsel ısı haritaları Şekil 5 ve Şekil 6’da sunulmaktadır. Elde edilen görsel açıklamalar, CNN ve ViT modellerinin sınıflandırma kararlarını hangi görüntü bölgeleri üzerinden oluşturduğunu ortaya koymakta ve modeller arasındaki karar verme yaklaşımlarının görsel düzeyde karşılaştırılmasına olanak sağlamaktadır.



Şekil 5. Açıklanabilir Yapay Zekâ Tekniklerin de CNN Modellerindeki Çok Hafif Demans Görseli (a) SHAP (b) LIME (c) GradCAM

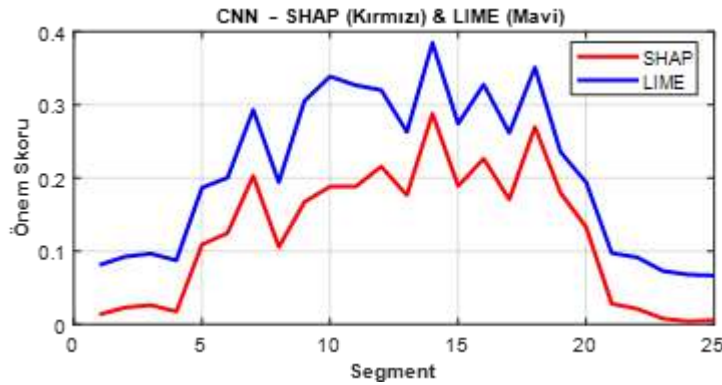


Şekil 6. Açıklanabilir Yapay Zekâ Tekniklerin de ViT Modellerindeki Çok Hafif Demans Görseli (a) SHAP (b) LIME (c) GradCAM

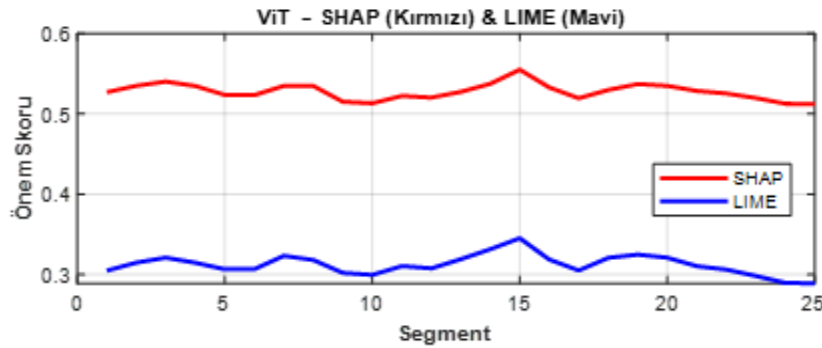
3.4. Segment/Özellik Tabanlı SHAPLEY ve LIME Analizi

Segment tabanlı Shapley ve Lime analizleri, CNN ve ViT modellerinin karar üretim süreçlerinde farklı segmentlerin görece katkı düzeylerini incelemek amacıyla elde edilen sayısal değerler ile gerçekleştirilmiştir. Her iki modele ait sonuçlar Şekil 7 ve Şekil 8’de sunulmaktadır. CNN tabanlı segment analizinde Shapley ve Lime eğrilerinin segmentler boyunca belirgin dalgalanmalar gösterdiği görülmektedir. Özellikle orta segment aralığında (yaklaşık 7–18. segmentler arasında) önem skorlarının yükseldiği, son segmentlere doğru ise belirgin bir düşüş eğilimi olduğu dikkat çekmektedir. Shapley ve Lime eğrileri birbirine oldukça benzer bir eğilim izlemekle birlikte iken Lime değerlerinin çoğu segmentte Shapley değerlerinden daha yüksek seyrettiği gözlemlenmektedir. Bazı segmentlerde ani artış ve düşüşlerin görülmesi, CNN modelinin karar sürecinde

belirli bölgeleri daha baskın biçimde ağırlıklandığını düşündürmektedir. ViT tabanlı segment analizinde ise Shapley değerlerinin segmentler boyunca daha dar bir bantta değiştiği ve genel seviyenin korunarak ilerlediği görülmektedir. Lime eğrisi de benzer şekilde sınırlı dalgalanmalar sergilemekte, ancak Shapley değerlerine kıyasla daha düşük bir seviyede seyretmektedir. Segmentler arasında keskin kırılmaların olmaması ve eğrilerin daha kademeli değişim göstermesi, ViT modelinde katkı dağılımının daha dengeli bir yapı izlediğini göstermektedir. Segment tabanlı sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde, CNN modelinde bölgesel katkıların daha değişken ve segment odaklı bir dağılım gösterdiği; ViT modelinde ise segmentler arasında daha düzenli ve süreklilik içeren bir önem dağılımı bulunduğu anlaşılmaktadır. Bu analiz, modellerin karar üretim sürecindeki bölgesel katkı farklılıklarını ortaya koyarak açıklanabilirlik açısından tamamlayıcı bir perspektif sunmaktadır.



Şekil 7. CNN Modelin de SHAP Ve LIME Tekniklerindeki Beyin Segmentlerine Göre Çizgi Grafiği

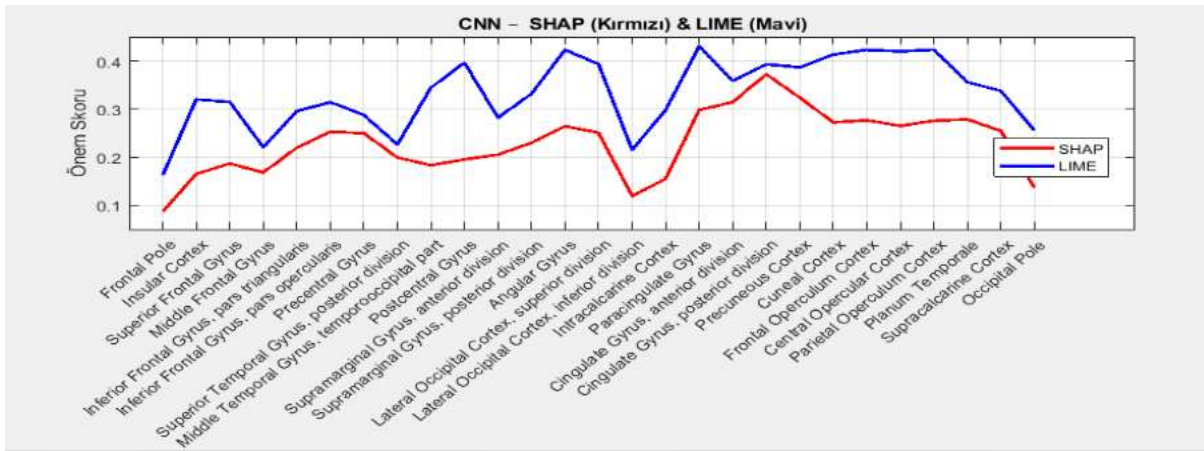


Şekil 8. ViT Modelin de SHAP Ve LIME Tekniklerindeki Beyin Segmentlerine Göre Çizgi Grafiği

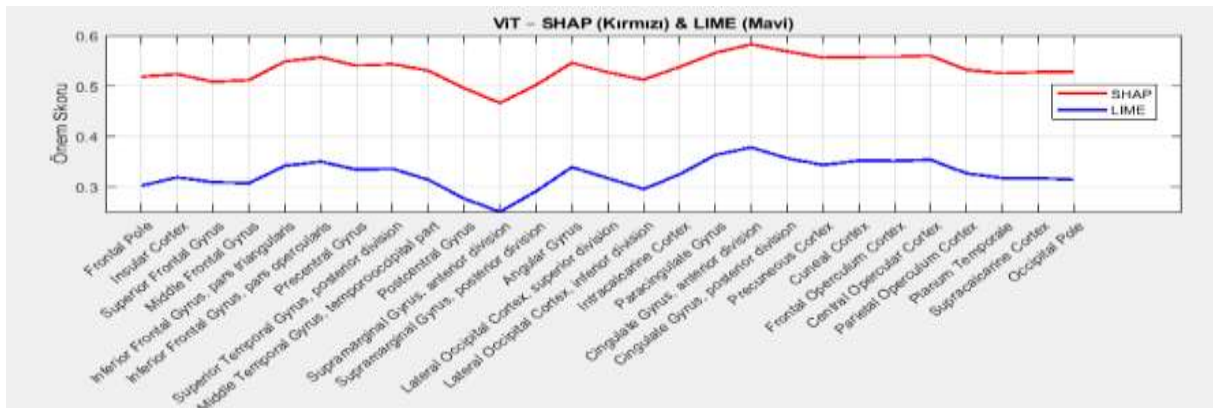
3.5. Isı Haritasının Anatomik Atlas Tabanlı Değerlendirilmesi

Sonuçların anatomik bir beyin atlası ile değerlendirilmesi amacıyla Shapley ve Lime yöntemleri ile elde edilen ısı haritaları ve özellik önem skorları Harvard Oxford kotikal beyin atlası ile birleştirilerek ısı haritasında elde edilen bölgelere karşılık gelen anatomik yapılar belirlenerek CNN ve ViT modellerine ait önem skorları ile birlikte Şekil 9 ve Şekil 10'da sunulmaktadır. CNN tabanlı atlas analizlerinde Shapley ve Lime eğrilerinin

kortikal bölgeler arasında biraz fark gösterdiği görülmektedir. Özellikle bazı parietal ve oksipital bölgelerde skorların yükseldiği, bazı frontal ve inferior bölgelerde ise daha düşük değerlere indiği dikkat çekmektedir. Shapley ve Lime eğrilerinin benzer trendler izlemekle birlikte, belirli bölgelerde aralarındaki farkın arttığı gözlemlenmektedir. Bu durum, CNN modelinin bazı anatomik alanlara daha seçici biçimde ağırlık verdiğini ve bölgesel katkıların homojen dağılmadığını göstermektedir. ViT tabanlı atlas analizlerinde ise Shapley değerlerinin kortikal bölgeler boyunca daha dar bir bantta değiştiği ve genel olarak daha dengeli bir dağılım sergilediği görülmektedir. Lime eğrisi de benzer şekilde ani sıçramalar yerine daha kademeli değişimler göstermektedir. Özellikle frontal, singulat ve parietal bölgelerde skorların görece istikrarlı biçimde seyrettiği dikkat çekmektedir. Shapley değerlerinin tüm atlas boyunca belirli bir seviyenin üzerinde kalması, modelin karar sürecinde bölgesel bilgiyi daha bütüncül biçimde değerlendirdiğine işaret etmektedir. Genel olarak atlas düzeyindeki sonuçlar, CNN modelinde bölgesel katkıların daha değişken bir yapı gösterdiğini, ViT modelinde ise katkı dağılımının daha dengeli ve süreklilik arz eden bir yapı sergilediğini ortaya koymaktadır. Bu bulgular, atlas temelli analizlerin model davranışını anatomik düzeyde incelemede önemli bir tamamlayıcı araç olduğunu göstermektedir.



Şekil 9. CNN Modelin de SHAP Ve LIME Tekniklerindeki Atlasa Göre Çizgi Grafiği



Şekil 10. ViT Modelin de SHAP Ve LIME Tekniklerindeki Atlasa Göre Çizgi Grafiği

3.6. Genel Değerlendirme

Bu çalışma kapsamında elde edilen bulgular genel olarak değerlendirildiğinde, CNN ve ViT tabanlı modellerin Çok Hafif Demans sınıfının tespitinde benzer düzeyde sınıflandırma performansı sunduğu görülmektedir. Her iki mimari de doğruluk ve duyarlılık açısından tutarlı sonuçlar üretmiştir. Açıklanabilir yapay zekâ analizleri incelendiğinde, CNN tabanlı yöntemlerde dikkat ve katkı dağılımlarının daha değişken bir yapı sergilediği, ViT tabanlı açıklamalarda ise segment ve atlas düzeyinde daha dengeli bir dağılımın gözlemlendiği belirlenmiştir. Bu durum, ViT mimarisinin model çıktılarının yorumlanmasını görece daha kararlı hale getirdiğini göstermektedir.

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Literatürde MR görüntülerine dayalı demans sınıflandırmasında CNN tabanlı çalışmaların önemli bir kısmında doğruluk oranlarının genellikle %80–95 aralığında raporlandığı belirtilmektedir [3–5]. Özellikle Wen ve ark. [5] çalışmasında CNN mimarilerinin yüksek doğruluk değerlerine ulaştığını göstermiştir. Bizim çalışmamızda elde edilen CNN doğruluk oranı %82,5 olup, literatürde bildirilen aralıkla uyumludur ancak burada dikkat edilmesi gereken önemli bir fark, mevcut çalışmanın yalnızca performansa değil, açıklanabilirlik katmanına da odaklanmış olmasıdır. Literatürdeki birçok çalışmada model doğruluğu yüksek rapor edilse de, karar mekanizmasının hangi anatomik bölgelerden etkilendiği ayrıntılı biçimde analiz edilmemiştir. Feng ve ark. [4] tarafından yapılan sistematik derlemede, yüksek performans değerlerine rağmen genelleştirilebilirlik ve yorumlanabilirlik konularının sınırlı ele alındığı vurgulanmıştır. ViT mimarisi açısından bakıldığında, Dosovitskiy ve ark. [6] ile Hatamizadeh ve ark. [7], ViT'in küresel bağlamı daha iyi modelleyebileceğini belirtmiştir. Alzheimer ve demans sınıflandırmasına yönelik ViT tabanlı çalışmalarda farklı performans sonuçları rapor edilmiştir. Örneğin, He ve ark. [10] dönüştürücü tabanlı bir yaklaşım ile Alzheimer sınıflandırmasında yüksek doğruluk değerleri elde ederken, Tang ve ark. [11] tarafından önerilen ViT tabanlı modelde de rekabetçi performans sonuçları sunulmuştur. Literatürde bu modellerin doğruluklarının veri seti ve model yapısına bağlı olarak %80 ile %97 aralığında değiştiği görülmektedir. Bu bağlamda, bizim çalışmamızda demans MR görüntülerinde ViT ile elde edilen %85 doğruluk ve %85 F1 skoru, literatürde bildirilen bu geniş aralık içerisinde yer almakta ve özellikle karmaşık yapıda olmayan transformer tabanlı modeller ile uyum göstermektedir. ViT sonuçları CNN mimarisinin performansına yakın olup, ViT'in MR tabanlı demans sınıflandırmasında uygulanabilir olduğunu göstermektedir. CNN ve ViT mimarilerinin kullanım amacı literatürde farklılık göstermektedir. Tjoa ve Guan [8], CNN ve ViT'in medikal Açıklanabilir Yapay Zekâ Tekniklerini karar şeffaflığı sağlamak için kullanıldığını belirtmektedir ancak çoğu çalışmada bu mimariler yalnızca görsel açıklama üretmek amacıyla kullanılmıştır. Nauta ve ark. [9] ise yerel açıklamaların küresel

anlayışa dönüştürülmesi gerektiğini vurgulamıştır. Literatürdeki çoğu çalışmada CNN veya ViT ayrı ayrı kullanılırken, bizim çalışmamızda her iki yöntem aynı deneysel kurgu altında doğrudan karşılaştırılmıştır. Ayrıca her iki yönteme ait sınıflandırma sonuçlarının açıklanabilir yapay zekâ teknikleri kullanılarak ısı haritası, haritayı oluşturan segmentler ve önem skorları elde edilerek karşılaştırılmış, anatomik bir beyin atlası ile yaklaşık anatomik bölgeler gösterilmiştir. Açıklanabilir yapay zekâ yaklaşımlarının demans ve Alzheimer sınıflandırmasında kullanımına yönelik çalışmalar da literatürde yer almaktadır. Örneğin, Böhle ve ark. [12] tarafından önerilen yöntem ile derin öğrenme modellerinin karar süreçleri LRP tekniği kullanılarak yorumlanmış, modelin “özellikle hipokampus başta olmak üzere temporal bölgelerde yoğunlaştığı gözlemlenmiştir. Benzer şekilde, Yang ve ark. [13] çalışmasında Grad-CAM yöntemi ile CNN tabanlı modellerin dikkat bölgeleri görselleştirilerek model kararlarının anatomik karşılıkları ortaya konulmuştur. Bu çalışmada, çok hafif demans evresindeki bireylerin MR görüntülerinden otomatik olarak ayırt edilmesi amacıyla CNN ve ViT mimarileri tabanlı derin öğrenme modelleri geliştirilmiş ve elde edilen sınıflandırma sonuçları açıklanabilir yapay zekâ (XAI) yöntemleri ile detaylı olarak analiz edilmiştir. Çalışmanın temel amacı yalnızca yüksek sınıflandırma başarısı elde etmek değil, aynı zamanda modelin karar verirken daha fazla önem verdiği bölgelerin belirlenmesidir. Atlas destekli Shapley ve Lime analizleri, modelin karar sürecinin anatomik bölgelerle ilişkilendirilebilmesini mümkün kılmıştır. CNN sınıflandırmada en yüksek önem skoruna sahip bölgeler Shap ve Lime’da farklılık gösterirken ViT sınıflandırmada her iki açıklanabilir yapay zekâ yöntemi aynı bölgeyi en yüksek skorla bulmuştur. Segment tabanlı analiz sonuçları ViT tabanlı açıklama yöntemlerinin, CNN tabanlı yöntemlere kıyasla daha az dalgalanmaya sahip ve süreklilik gösteren katkı profilleri sunduğunu ortaya koymaktadır. Bu bulgular, ViT mimarisinin küresel bağlamı daha iyi yakalamasıyla ilişkilendirilebilir. Sonuç olarak, bu çalışma kapsamında geliştirilen ViT tabanlı modelin, çok hafif demans evresinin tespitinde yalnızca yüksek performans sağlamakla kalmadığı, aynı zamanda ViT ve XAI entegrasyonunun erken evre demans analizinde güçlü bir karar destek mekanizması oluşturabileceğini ortaya koymaktadır. Gelecek çalışmalarda, daha büyük veri setleriyle modelin genellenebilirliğinin artırılması, farklı demans alt tiplerinin incelenmesi ve üç boyutlu MR verilerinin kullanılması planlanmaktadır. Ayrıca atlas tabanlı açıklamaların klinik uzman görüşleriyle desteklenmesi, model çıktılarının klinik yorumlarının alınarak süreçlere entegrasyonunu güçlendirecektir.

KAYNAKLAR

- [1] C. Yang, L. Lao, and J. Liu, Explainable Deep Learning For Alzheimer's Disease Classification Based On MRI Using Grad-CAM, *IEEE Access*, Vol. 8, pp. 202–214, 2020.
- [2] Dosovitskiy, A., Et Al., An Image Is Worth 16×16 words: Transformers or image recognition at scale, *International Conference on Learning Representations (ICLR)*, 2021.
- [3] Feng, J., Et Al., Automated MRI-based diagnosis of Alzheimer's disease using deep learning: A systematic review, *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, vol. 127, pp. 473–484, 2021.
- [4] Hatamizadeh, A., Et Al., Vision Transformers in Medical Imaging: A Survey, *Medical Image Analysis*, vol. 75, 2022.
- [5] He, Y., Et Al., Transformer Based Deep Learning Models For Alzheimer's Disease Diagnosis, *Frontiers in Neuroscience*, 2022.
- [6] Livingston, G., Et Al., Dementia prevention, intervention, and care: 2020 Report Of The Lancet Commission, *The Lancet*, vol. 396, no. 10248, pp. 413–446, 2021.
- [7] M. Böhle, A. Eitel, M. Weygandt, and K. Ritter, “Layer-wise relevance propagation for explaining deep neural network decisions in MRI-based Alzheimer's disease classification,” *NeuroImage*, vol. 185, pp. 476–485, 2019.
- [8] Nauta, M., Et Al., From Local Explanations To Global Understanding With Explainable AI For Medical Image Analysis, *Artificial Intelligence in Medicine*, vol. 116, 2021.
- [9] Rathore, S., Et Al., A Review On Neuroimaging-Based Classification Studies And Associated Feature extraction methods for Alzheimer's disease and its prodromal stages,” *NeuroImage*, vol. 251, 2022.
- [10] Tang, Y., Et Al., “Vision Transformer for Alzheimer's disease classification using MRI,” *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, 2022.
- [11] Tjoa, E., Guan, C., A survey on explainable artificial intelligence (XAI): Toward medical XAI, *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, vol. 32, no. 11, pp. 4793–4813, 2021.
- [12] Wen, J., Et Al., Convolutional neural networks for classification of Alzheimer's disease: Overview and Reproducible Evaluation, *Medical Image Analysis*, vol. 63, 2021.
- [13] World Health Organization, *Global status report on the public health response to dementia*, WHO, 2021.

ANNE SÜTÜ İLE BESLENMENİN ÖNEMİ VE DESTEK STRATEJİLERİ

Öğrenci İkra Nur YAYLACI / Öğr. Gör. Serkan BENTLİ

Malatya Turgut Özal Üniversitesi , Öğrenci , ikrayaylaci@icloud.com, 0009-0003-4639-3399

Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Beslenme ve Diyetetik, serkan.bentli@ozal.edu.tr,

0000-0002-4029-7289

Özet

Anne sütü; yenidoğanın büyüme, gelişme ve bağışıklık sistemi açısından gereksinim duyduğu tüm besin öğelerini eksiksiz karşılayan, biyolojik açıdan en üstün beslenme kaynağı olarak kabul görmektedir. Bu derleme; anne sütünün bileşenleri, laktasyon dönemlerine göre sütün değişimi, emzirmenin bağışıklık sistemi üzerindeki etkileri, emzirmeyi etkileyen anne ve bebeğe ait faktörler ile emzirmeyi destekleme stratejilerini güncel literatür ışığında ele almaktadır. Anne sütü yaklaşık %87 oranında su içermekte; karbonhidrat, protein ve yağdan oluşan makro besin öğeleri bebeğin büyümesini, beyin gelişimini ve bağışıklık sisteminin olgunlaşmasını desteklemektedir. Anne sütü oligosakkaritleri (HMO) güçlü bir prebiyotik etki göstererek bağırsak mikrobiyotasının sağlıklı şekillenmesine katkı sağlamaktadır. Kolostrumdan olgun süte geçiş sürecinde sütün bileşimi dinamik biçimde değişmekte; bu değişim annenin organizmasının bebeğin gelişimsel gereksinimlerine olağanüstü bir uyum sergilediğini yansıtmaktadır. Emzirmenin sağladığı immünolojik koruma; sIgA, laktoferrin, lizozim ve HMO'ların sinerjik etkisiyle enfeksiyon, alerji ve kronik hastalık riskini anlamlı düzeyde azaltmaktadır. Emzirme oranlarının hedeflenen düzeylere taşınması; bireysel danışmanlık, doğum öncesinden başlayan eğitim ve Bebek Dostu Hastane Girişimi (BDHG) standartlarının güçlendirilmesi aracılığıyla mümkün kılınabilir. Toplum temelli destek programları ve psikososyal destek mekanizmaları da emzirmenin sürdürülmesinde belirleyici rol oynamaktadır. Sonuç olarak anne sütü, biyolojik üstünlüğü ve çok boyutlu sağlık yararlarıyla yenidoğan beslenmesinde tartışmasız altın standart olmayı korumaktadır.

Anahtar kelimeler: Anne sütü, emzirme, kolostrum, bağışıklık, Bebek Dostu Hastane Girişimi

Abstract

Breast milk is recognized as the biologically superior nutritional source that fully meets all the nutrients required for newborn growth, development, and immune function. This review examines the components of breast milk, changes in milk composition according to lactation periods, the immunological effects of breastfeeding, maternal and infant-related factors influencing breastfeeding, and strategies to support breastfeeding in light of current literature. Breast milk contains approximately 87% water, with carbohydrates, proteins, and fats serving complementary functions in infant growth, brain development, and immune maturation. Human milk oligosaccharides (HMOs) exert a powerful prebiotic effect, facilitating the healthy establishment of the neonatal gut microbiota. The composition of breast milk changes dynamically during the transition from colostrum to mature milk, reflecting the remarkable adaptability of the maternal organism to the developmental needs of the newborn. The immunological protection conferred by breastfeeding—through the synergistic action of secretory IgA, lactoferrin, lysozyme, and HMOs—significantly reduces the risk of infection, allergy, and chronic disease. Achieving target breastfeeding rates requires individual counseling, prenatal education, and the strengthening of Baby-Friendly Hospital Initiative (BFHI) standards. Community-based support programs and psychosocial support mechanisms also play a decisive role in sustaining breastfeeding. In conclusion, breast milk maintains its unequivocal status as the gold standard in neonatal nutrition by virtue of its biological superiority and multidimensional health benefits.

Keywords: Breast milk, breastfeeding, colostrum, immunity, Baby-Friendly Hospital Initiative

1. GİRİŞ

Anne sütü; yenidoğanda optimum büyüme ve gelişme için gerekli olan tüm sıvı, enerji ve besin öğelerini içeren, biyoyararlılığı yüksek ve sindirimi kolay, yenidoğan için en yararlı ve doğal besindir (Bosi et al., 2020). Bebeklerin büyüme ve gelişmesinde, psikososyal gelişiminde, yenidoğan enfeksiyonlarına karşı korunmada ve bireyin yaşam boyu sağlıklı kalmasında kritik bir rol üstlenen anne sütü, yeryüzünde varolan en değerli tek besin kaynağı olarak nitelendirilmektedir (Bosi et al., 2020).

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) ve UNICEF, doğumdan sonraki ilk saat içinde emzirmeye başlanmasını, ilk altı ay boyunca yalnızca anne sütüyle beslenmeyi ve iki yaşına kadar tamamlayıcı besinlerle birlikte emzirmenin sürdürülmesini önermektedir (World Health Organization [WHO], 2023). Buna karşın küresel veriler, emzirme oranlarının önerilen düzeylerin oldukça gerisinde kaldığını göstermektedir. Bebeklerin yalnızca %44'ünün doğumdan sonraki ilk saat içinde emzirildiği, %42'sinin altı aydan küçükken yalnızca anne sütü aldığı ve ilk üç gün içinde %43'üne anne sütü dışında sıvı ya da yiyecek verildiği bildirilmektedir (Çaylan & Yalçın, 2020).

Bu bildiride; anne sütünün bileşimi ve laktasyonel değişimi, emzirmenin bağışıklık sistemi üzerindeki etkileri, emzirmeyi etkileyen anne ve bebeğe ait faktörler ile Bebek Dostu Hastane Girişimi ve emzirmeyi destekleme stratejileri kapsamlı biçimde ele alınmaktadır.

2. ANNE SÜTÜNÜN BİLEŞENLERİ

2.1. Genel Bileşim

Anne sütü yaklaşık %87 oranında su içermekte olup 100 mL'si ortalama 65–70 kkal enerji sağlamaktadır (Czosnykowska-Lukacka et al., 2020). Temel makro besin öğeleri karbonhidrat, protein ve yağdan oluşmakta; bu besinler bebeğin büyümesi, beyin gelişimi ve bağışıklık sisteminin olgunlaşması açısından birbirini tamamlayan işlevler üstlenmektedir (Czosnykowska-Lukacka et al., 2020). Anne sütü yaklaşık %13 katı madde içermekte ve bu yapıyla bebeğin ilk aylardaki tüm beslensel gereksinimlerini tek başına karşılayabilmektedir (Reyes et al., 2024).

2.2. Karbonhidratlar

Anne sütündeki en önemli karbonhidrat olan laktoz, toplam içeriğin yaklaşık %7'sini oluşturmakta ve sütün enerji değerinin yaklaşık %40'ını karşılamaktadır (Samuel et al., 2023). Laktoz; kalsiyum, magnezyum ve fosforun bağırsak emilimini artırarak kemik gelişimine doğrudan katkı sağlamaktadır (Samuel et al., 2023). Anne sütü oligosakkaritleri (HMO) ise bağırsak mukozasını patojenlere karşı koruyarak güçlü bir prebiyotik etki göstermekte ve yenidoğanın bağırsak mikrobiyotasının sağlıklı biçimde şekillenmesine zemin hazırlamaktadır (Samuel et al., 2023).

2.3. Proteinler

Anne sütünün ortalama protein içeriği 0,8–1,2 g/100 mL düzeyindedir (Giuffrida et al., 2024). Başlıca proteinler kazein, α -laktalbumin, laktoferrin, immünoglobulin A (IgA) ve lizozim olarak sıralanmaktadır (Giuffrida et al., 2024). Bu proteinler yalnızca yapısal işlev göstermemekte; aynı zamanda bağışıklık sistemini destekleyen ve antimikrobiyal etki sergileyen biyoaktif bileşenler olarak da işlev görmektedir (Giuffrida et al., 2024). Laktasyon ilerledikçe toplam protein oranı azalmakta; kazein/ α -laktalbumin oranı ise yavaş yavaş artmaktadır (Giuffrida et al., 2024).

2.4. Yağlar

Anne sütündeki yağ oranı ortalama 3,5–4,0 g/100 mL olup sütün enerji içeriğinin %45–50'sini karşılamaktadır (Geddes & Prescott, 2020). Başlıca yağ asitleri palmitik, oleik, linoleik, dokosaheksaenoik asit (DHA) ve araşidonik asit (ARA) olarak sayılabilir (Geddes & Prescott, 2020). DHA ve ARA'nın beyin ve retina gelişimindeki kritik rolü, bu yağ asitlerini özellikle erken dönem nörolojik gelişim açısından vazgeçilmez kılmaktadır (Geddes & Prescott, 2020). Anne sütünün yağ içeriğinin annenin günlük diyetine, emzirme saatine ve laktasyon fazına göre dinamik biçimde değiştiği bilinmektedir (Geddes & Prescott, 2020).

2.5. Mikro Besin Öğeleri

2.5.1. Vitaminler

Anne sütündeki mikro besin öğeleri doğrudan annenin beslenme durumuna bağlı olarak değişmektedir (Keikha et al., 2022). Özellikle B vitaminleri, D vitamini, çinko ve iyot düzeylerinin anne alımıyla yakın ilişki içinde olduğu gösterilmiştir (Keikha et al., 2022). Yağda çözünen vitaminler incelendiğinde; A vitamininin görme ve epitel doku sağlığına katkı sağladığı, D vitamininin kemik ve kalsiyum metabolizmasındaki rolü nedeniyle kritik önem taşıdığı ancak anne sütündeki miktarının genellikle yetersiz kaldığı görülmektedir (da Silva et al., 2024). E vitamini antioksidan savunmada işlev görürken K vitamini yenidoğanda düşük düzeyde bulunmakta ve takviye gerektirmektedir (da Silva et al., 2024). Suda çözünen B vitaminleri içinde B1 (tiamin) enerji metabolizmasında, B2 (riboflavin) oksidatif reaksiyonlarda ve B6 ile B12 sinir sistemi gelişiminde görev üstlenmektedir (Allen, 2021). C vitamini ise antioksidan etkisi ve demir emilimini kolaylaştırıcı özelliğiyle öne çıkmakta; bu vitaminlerin tümünün içeriğinin annenin diyet örüntüsüne karşı duyarlı olduğu vurgulanmaktadır (Allen, 2021).

2.5.2. Mineraller

Anne sütü; kalsiyum (25–30 mg/100 mL), fosfor (14 mg/100 mL), demir (0,03 mg/100 mL), çinko (~1 mg/L) ve magnezyum (3 mg/100 mL) gibi temel mineralleri bebeğin gereksinim düzeyine uygun biyoyararlılıkta içermektedir (Chen et al., 2023). İyot içeriği anneden anneye önemli farklılıklar göstermekte olup tiroid hormonu sentezi açısından yaşamsal öneme sahiptir (Chen et al., 2023). Anne sütündeki minerallerin yüksek

biyoyararlılığı, inek sütü veya formülalarla karşılaştırıldığında belirgin bir üstünlük sağlamaktadır (Reyes et al., 2024).

3. KOLOSTRUM, GEÇİŞ SÜTÜ VE OLGUN SÜT

3.1. Kolostrum (İlk Süt)

Kolostrum; doğumdan sonraki ilk beş gün içinde salgılanan, altın sarısı rengi ve yoğun kıvamıyla tanınan ilk süt fazıdır (Purkiewicz et al., 2025). Protein, IgA, laktoferrin ve lizozim gibi bağışıklık faktörleri bakımından olağanüstü zengin olan kolostrum, miktarının az olmasına karşın yenidoğanın ilk günlerdeki tüm beslensel ve immünolojik gereksinimlerini karşılamaya yetmektedir (Purkiewicz et al., 2025). Bunun yanı sıra bağırsak mukozasının olgunlaşmasını hızlandırmakta ve erken dönem bağışıklık sisteminin gelişimine doğrudan katkı sağlamaktadır (Purkiewicz et al., 2025).

3.2. Geçiş Sütü

Doğumdan sonraki 5. ile 15. günler arasında salgılanan geçiş sütünde protein miktarı kademeli olarak azalırken yağ ve laktoz oranı artmaktadır (Purkiewicz et al., 2025). Bebeğin hızla artan enerji gereksinimini karşılamaya yönelik bu dinamik değişim, annenin organizmasının yenidoğanın büyüme ihtiyaçlarına olağanüstü bir uyum sergilediğini göstermektedir (Purkiewicz et al., 2025).

3.3. Olgun Süt

Doğumdan sonraki 15. günden itibaren salgılanmaya başlayan olgun süt; yağ ve laktoz bakımından zengin, protein oranı görece düşük olmakla birlikte biyolojik değeri yüksek bir besin örüntüsüne sahiptir (Purkiewicz et al., 2025). Olgun süt; bebeğin büyümesine, beyin gelişimine ve bağışıklık fonksiyonlarının sürdürülmesine kapsamlı katkı sağlamaya devam etmektedir (Purkiewicz et al., 2025).

4. EMZİRMENİN BAĞIŞIKLIK SİSTEMİNE ETKİLERİ

Emzirme; annenin bağışıklık sistemine ait antikor, enzim ve immünolojik proteinleri bebeğe aktararak yenidoğanın henüz tam olgunlaşmamış bağışıklık sistemini dış kaynaklı olarak desteklemektedir (Purkiewicz et al., 2025). Bu immünolojik aktarımın en yoğun biçimde gerçekleştiği dönem kolostrum fazıdır. Salgısal immünoglobulin A (sIgA); kolostrumda 5 mg/mL'ye kadar yükseldiği bildirilmekte ve patojenlerin bağırsak mukozasına tutunmasını engelleyerek enfeksiyonlara karşı birinci savunma hattını oluşturmaktadır (Purkiewicz et al., 2025). Emzirilen bir bebek günde ortalama 0,3 g/kg IgA almakta; bu düzey pasif bağışıklık koruması açısından klinik öneme sahip kabul edilmektedir (Purkiewicz et al., 2025). Laktoferrin ise demir iyonlarını bağlayarak demir bağımlı bakterilerin üremesini kısıtlamakta; antiviral, antienflamatuar ve immünomodülatör etkileri aracılığıyla bağışıklık yanıtını çok yönlü olarak düzenlemektedir (Purkiewicz et al., 2025). Lizozim, bakteri hücre duvarlarını parçalayan enzimatik yapısıyla güçlü antibakteriyal bir etki sergilemektedir (Purkiewicz et al., 2025).

Anne sütü oligosakkaritleri (HMO'lar); bağırsak mikrobiyotasının şekillenmesinde anahtar rol üstlenerek patojenlere bağlanmak suretiyle enfeksiyon riskini azaltmaktadır (Samuel et al., 2023). Anne sütüyle beslenen bebeklerde bağırsak mikrobiyotasının daha dengeli bir yapı sergilediği ve bu bebeklerde enfeksiyon, alerji, astım ile otoimmün hastalık riskinin belirgin biçimde düştüğü bildirilmektedir (Purkiewicz et al., 2025).

5. EMZİRMEYİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

5.1. Anneye Ait Faktörler

Emzirme sürecini etkileyen anneye ait faktörler kapsamlı bir yelpazede yer almaktadır. Bu faktörler arasında annenin yaşı, öğrenim durumu, doğum şekli, gebelik ve doğum sayısı, çalışma durumu, aile yapısı ile madde kullanımı sayılmaktadır (Dönmez & Yeyğel, 2022). Uykusuzluk ve yorgunluk gibi fiziksel stres etkenlerinin yanı sıra doğuma hazırlık ve emzirme eğitimi alma durumu da emzirmenin başlatılması ve sürdürülmesi üzerinde belirleyici rol oynamaktadır (Dönmez & Yeyğel, 2022). Geleneksel uygulamalar, annenin emzirmeye yönelik tutum ve davranışları ile meme problemleri de emzirme sürecini şekillendiren temel anneye ait faktörler arasında gösterilmektedir (Dönmez & Yeyğel, 2022).

5.2. Bebeğe Ait Faktörler

Emzirmeyi olumsuz etkileyen bebeğe ait faktörler de geniş bir klinik yelpazede değerlendirilmektedir. Prematürelilik ve düşük doğum ağırlığı başlıca kısıtlayıcı etkenler arasında yer almakta; emme ve yutma reflekslerinin zayıf olması ya da hiç gelişmemiş olması da emzirme sürecini ciddi biçimde zorlaştırmaktadır (Dönmez & Yeyğel, 2022). Galaktozemi ve fenilketonüri gibi konjenital metabolik bozukluklar ile tavşan dudak, yarı damak gibi emmeyi engelleyen konjenital malformasyonlar ve serebral defektler de emzirme karşısında doğrudan engel oluşturan bebeğe ait faktörler olarak belirtilmektedir (Dönmez & Yeyğel, 2022).

6. EMZİRME VE ANNE SÜTÜNÜN SAĞLIĞA YARARLARI

6.1. Anne Sağlığına Yararları

Emzirme; annenin yalnızca lohusalık ve emzirme dönemiyle sınırlı kalmayan, yaşamın ilerleyen evrelerini de kapsayan çok boyutlu sağlık yararları sunmaktadır (Dönmez & Yeyğel, 2022). Emziren ve emzirmeyen kadınlar karşılaştırıldığında; emziren kadınların daha az tıbbi bakıma gereksinim duydukları, solunum, dolaşım ve sindirim sistemi hastalıklarının daha seyrek görüldüğü ve duygusal sorunların daha az yaşandığı saptanmıştır (Dönmez & Yeyğel, 2022). Emzirme ile birlikte doğum sonu uterin kanama, enfeksiyon, postpartum depresyon, stres ve kaygının daha nadir görüldüğü bildirilmektedir (Dönmez & Yeyğel, 2022).

Emzirmenin annenin kilo kontrolüne yardımcı olduğu, olumlu beden imgesi kazanılmasına katkı sağladığı ve anne-bebek arasındaki bağlanmayı güçlendirerek annenin özgüvenini artırdığı da vurgulanmaktadır (Dönmez & Yeyğel, 2022).

Uzun vadede emziren kadınlarda meme, over ve endometrium kanserleri ile endometriozis, diyabet, osteoporoz, kardiyovasküler hastalıklar, metabolik sendrom, romatoid artrit, Alzheimer hastalığı ve multipl skleroz gibi ciddi kronik hastalıklarla karşılaşma oranlarının belirgin biçimde düştüğü raporlanmıştır (Dönmez & Yeyğel, 2022).

6.2. Bebek Sağlığına Yararları

Anne sütü; bebeğin tüm beslensel gereksinimlerini ilk altı ay boyunca eksiksiz karşılamakta, biyolojik fonksiyonları düzenlemekte ve organ ile sistemlerin büyümesini desteklemektedir (Dönmez & Yeyğel, 2022). Kullanıma hazır olması ve bebeğe doğrudan verilmesi nedeniyle mikroorganizmalar tarafından kontamine olmayan anne sütü; besin güvenliği açısından da tartışmasız üstünlüğe sahiptir (Dönmez & Yeyğel, 2022). Anne sütüyle beslenen bebeklerde beyin ve sinir sistemi gelişiminin daha iyi ilerlediği, bilişsel sonuçların güçlendiği ve uzun vadeli sağlık yararlarının belirginleştiği bildirilmektedir (Purkiewicz et al., 2025). Bunun yanı sıra emzirme; anne-bebek duygusal bağını pekiştirmekte, çocuğun psikososyal gelişimine de olumlu katkı sağlamaktadır (Purkiewicz et al., 2025).

7. BEBEK DOSTU HASTANE GİRİŞİMİ (BDHG) VE EMZİRMENİN DESTEKLENMESİ

Bebek Dostu Hastane Girişimi (BDHG); DSÖ ve UNICEF iş birliğiyle 1990'ların başında hayata geçirilen ve emzirmeyi korumayı, teşvik etmeyi ve desteklemeyi hedefleyen uluslararası bir programdır (Çaylan & Yalçın, 2020). Türkiye'de BDHG programı 1991 yılından bu yana uygulanmakta olup son 25 yılda emzirme göstergelerinde kayda değer iyileşmeler sağlandığı görülmektedir (Çaylan & Yalçın, 2020). Ortanca emzirme süresi 1993 yılındaki 11,9 aydan 2018 yılında 16,7 aya yükselmiş; altı aydan küçük bebeklerde yalnızca anne sütüyle beslenme oranı aynı dönemde %10,4'ten %40,7'ye ulaşmıştır (Çaylan & Yalçın, 2020). Türkiye Nüfus ve Sağlık Araştırması 2018 verilerine göre yenidoğanların %71,3'ü doğumdan sonraki ilk saatte emzirilmekte; ancak %41,7'sine ilk üç gün içinde anne sütü dışında sıvı ya da yiyecek verildiği saptanmaktadır (Çaylan & Yalçın, 2020). Bu bulgular, BDHG'nin canlandırılması ve standartlarının güçlendirilmesinin emzirme oranlarının artırılması için öncelikli hedef olmayı sürdürdüğünü ortaya koymaktadır (Çaylan & Yalçın, 2020).

8. EMZİRMİYİ DESTEKLEME STRATEJİLERİ

Emzirmenin başlatılması ve sürdürülmesi, tek başına annenin çabasıyla değil; çok katmanlı ve sistematik bir destek yapısıyla mümkün kılınabilmektedir. Etkili destek stratejileri aşağıda ele alınmaktadır.

1.Eğitim ve Danışmanlık: Emzirmeye ilişkin kapsamlı bilgi verilmesine doğum öncesi dönemden itibaren başlanması, doğru emzirme tekniklerinin öğretilmesi ve annenin öz yeterlilik algısının güçlendirilmesi emzirmenin başarılı biçimde sürdürülmesinde temel belirleyicilerden birini oluşturmaktadır (Dönmez & Yeyğel, 2022).

- 2.Ten Tene Temas: Doğumdan hemen sonra anne ile bebeğin cilt temasının sağlanması, anne-bebek bağlanmasını güçlendirmekte ve emzirmenin erken dönemde başlamasını kolaylaştırmaktadır (WHO, 2023).
- 3.İlk Yarım Saat İçinde Emzirme: Doğumdan sonraki ilk yarım saat içinde emzirmeye başlanması; süt üretimini uyarmakta, oksitosin salgısını artırmakta ve anne-bebek duygusal bağının sağlıklı temellerini atmaktadır (WHO, 2023).
- 4.Yalnızca Anne Sütü: İlk altı ay boyunca bebeğe yalnızca anne sütü verilmesi ve su, şekerli su ya da mama gibi ek sıvılardan kaçınılması önerilmektedir (WHO, 2023).
- 5.Psikososyal Destek: Aile içinde, özellikle babanın verdiği destek; sağlık çalışanlarının emzirme konusunda anneyi cesaretlendirmesi ve olumsuz toplumsal yargıların önlenmesi emzirmenin devam ettirilmesinde belirleyici etkenler arasında yer almaktadır (Dönmez & Yeyğel, 2022).
- 6.Emzirme Sorunlarına Erken Müdahale: Meme başı çatlakları, yetersiz süt kaygısı veya mastit gibi durumlarda erken ve etkili profesyonel destek sağlanması emzirme kesintilerinin önlenmesi açısından kritik önem taşımaktadır (Dönmez & Yeyğel, 2022).
- 7.Bebek Dostu Hastane Uygulamaları: Hastanelerin Bebek Dostu standartlara uygun biçimde yapılandırılması, sağlık personelinin emzirme konusunda sistematik olarak eğitilmesi ve anne-bebek dostu politikaların kurumsal düzeyde uygulanması sürdürülebilir emzirme destek sisteminin temel taşlarını oluşturmaktadır (Çaylan & Yalçın, 2020).
- 8.Toplum Temelli Destek Programları: Emzirme destek grupları, ev ziyaretleri ve toplum sağlığı merkezlerinde yürütülen eğitimler; annelerin uzun vadeli ve erişilebilir desteğe kavuşmasını sağlayarak emzirme oranlarının toplumsal ölçekte yükseltilmesine katkı sunmaktadır (Çaylan & Yalçın, 2020).

9. SONUÇ

Anne sütü; biyolojik üstünlüğü, dinamik bileşimi ve çok boyutlu sağlık yararlarıyla yenidoğan beslenmesinde tartışmasız altın standart olma özelliğini korumaktadır. Kolostrumdan olgun süte geçiş sürecinde gözlemlenen bileşim değişiklikleri, annenin organizasyonunun bebeğin gelişimsel gereksinimlerine sağladığı olağanüstü adaptasyonu yansıtmaktadır. Emzirmenin sağladığı immünolojik koruma; IgA, laktoferrin, lizozim ve HMO'ların sinerjik etkisiyle enfeksiyon, alerji ve kronik hastalık riskini anlamlı düzeyde azaltmaktadır. Emzirme oranlarının hedeflenen düzeylere taşınması; bireysel danışmanlık, sağlık sistemi düzeyinde yapısal dönüşümler ve BDHG standartlarının güçlendirilmesi aracılığıyla mümkün kılınabilir. Gelecekteki araştırmaların; emzirmeyi destekleme müdahalelerinin uzun dönemli etkinliğini, annenin beslenme durumunun süt bileşimine yansımalarını ve toplum temelli destek programlarının maliyet-etkinliğini ele alması alan yazına önemli katkılar sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Allen, L. H. (2021). B vitamins in human milk: Relative importance of maternal status and intake, and effects on infant status. *Nutrients*, 13(11), 3964. <https://doi.org/10.3390/nu13113964>
- Bosi, A. T. B., Çoban, T., & Cebeci, K. G. (2020). İtern hekimlerin anne sütü ve emzirme bilgi durumlarının incelenmesi. *Sağlık ve Toplum*, 30(2), 140–147.
- Chen, Y., Luo, X., Luo, J., & Zheng, J. (2023). Minerals and trace elements in human milk: A systematic review. *Nutrients*, 15(6), 1453. <https://doi.org/10.3390/nu15061453>
- Çaylan, N., & Yalçın, S. S. (2020). Türkiye’de ve dünya’da emzirmenin durumu: Emzirmenin desteklenmesi için öneriler. In S. Başkan (Ed.), *Çocuk beslenmesi* (1. baskı, s. 4–11). Türkiye Klinikleri.
- Czosnykowska-Lukacka, M., Królak-Olejnik, B., & Orczyk-Pawłowicz, M. (2020). Breast milk macronutrient composition: What we know and what we do not know. *Nutrients*, 12(9), 2684. <https://doi.org/10.3390/nu12092684>
- da Silva, C. P., Almeida, J. A., Venancio, S. I., & Saldiva, S. R. D. M. (2024). Fat-soluble vitamins in human milk: A systematic review. *International Breastfeeding Journal*, 19(1), 45. <https://doi.org/10.1186/s13006-024-00652-x>
- Dönmez, A., & Yeyğel, Ç. (2022). Kadın ve çocuk sağlığında anne sütü ve emzirmenin önemi. *Artuklu International Journal of Health Sciences*, 2(3), 54–58. <https://doi.org/10.58252/artukluder.1189798>
- Geddes, D. T., & Prescott, S. L. (2020). Developmental origins of health and disease: The role of human milk in preventing disease in the 21st century. *Frontiers in Pediatrics*, 8, 597988. <https://doi.org/10.3389/fped.2020.597988>
- Giuffrida, F., Cabrol, D., Staubli, F., Sanchez-Bridge, B., Thakkar, S. K., & Koletzko, B. (2024). Quantification of proteins and bioactive peptides in human milk over lactation. *Nutrients*, 16(2), 428. <https://doi.org/10.3390/nu16020428>
- Keikha, M., Bahreynian, M., Saleki, M., & Kelishadi, R. (2022). Macro- and micronutrients of human milk composition: Are they related to maternal diet? *Clinical Nutrition ESPEN*, 50, 145–160. <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2022.02.009>
- Purkiewicz, A., Regin, K. J., Mumtaz, W., & Pietrzak-Fiećko, R. (2025). Breastfeeding: The multifaceted impact on child development and maternal health. *Nutrients*, 17(8), 1326. <https://doi.org/10.3390/nu17081326>
- Reyes, S. M., Brockway, M. M., McDermid, J. M., Chan, D., Granger, M., Refvik, R., Sidhu, K. K., Musse, S., Monnin, C., Lotoski, L., Geddes, D. T., Jehan, F., Kolsteren, P., Allen, L. H., Hampel, D., Eriksen, K. G., Rodriguez, N., & Azad, M. B. (2024). Human milk micronutrients and child growth and body composition in the first 2 years: A systematic review. *Advances in Nutrition*, 15(1), 100082. <https://doi.org/10.1016/j.advnut.2023.06.005>
- Samuel, T. M., Binia, A., & de Castro, C. A. (2023). Human milk oligosaccharides: Structure, function, and clinical applications. *Frontiers in Nutrition*, 10, 1320560. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1320560>
- World Health Organization. (2023). Breastfeeding. https://www.who.int/health-topics/breastfeeding#tab=tab_2

DİYABET YÖNETİMİNDE DİYET YAKLAŞIMLARININ GÜNCEL KANITLARI

Öğrenci Zehra YİĞİT / Öğr. Gör. Serkan BENTLİ

Malatya Turgut Özal Üniversitesi , Öğrenci , zehra_yigit1@icloud.com , 0009-0009-1180-8260

Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Beslenme ve Diyetetik, serkan.bentli@ozal.edu.tr,

0000-0002-4029-7289

Özet

Diyabetes mellitus; insülin sekresyonu veya etkisindeki bozukluklar sonucu gelişen, kronik hiperglisemi ile karakterize metabolik bir hastalıktır. Hastalığın yönetiminde farmakolojik tedaviye ek olarak tıbbi beslenme tedavisi, HbA1c düzeylerinin iyileştirilmesi, insülin direncinin azaltılması ve diyabete bağlı komplikasyonların önlenmesi açısından temel bir bileşen olarak kabul görmektedir. Bu derleme; çok düşük kalorili diyetler, karbonhidrat sayımı, glisemik indeks temelli beslenme, Akdeniz diyeti ve DASH diyeti gibi güncel yaklaşımların mevcut kanıt düzeylerini kapsamlı biçimde ele almaktadır.

PREDIMED çalışmasından elde edilen veriler, kalori kısıtlaması içermeyen Akdeniz diyetinin yüksek kardiyovasküler riskli bireylerde tip 2 diyabet insidansını %52 oranında azalttığını ortaya koymuştur. Randomize çapraz tasarımlı DASH4D çalışmasında ise diyabete uyarlanmış DASH diyetinin, tipik Amerikan diyetiyle kıyaslandığında ortalama glukoz düzeyini 11,1 mg/dL düşürdüğü ve hedef aralıkta kalma süresini %5,2 oranında artırdığı saptanmıştır. Karbonhidrat sayımı; insülin tedavisinin kişiselleştirilmesini, glukoz kontrolünün iyileştirilmesini ve öğün planlamasının basitleştirilmesini mümkün kılan kanıta dayalı bir strateji olarak öne çıkmaktadır. Düşük karbonhidratlı diyetlerin rolü ise uzun dönemli güvenlik verileri yetersizliği nedeniyle henüz netlik kazanmamıştır.

Bulgular, tek bir evrensel beslenme modelinin diyabet yönetimi için geçerli olmadığını; bireyin tercihleri, klinik durumu ve tedavi hedefleri doğrultusunda şekillendirilen kişiselleştirilmiş, sürdürülebilir beslenme planlarının esas alınması gerektiğini vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Diyabetes mellitus, tıbbi beslenme tedavisi, Akdeniz diyeti, DASH diyeti, glisemik kontrol, karbonhidrat sayımı

Abstract

Diabetes mellitus is a metabolic disease characterized by chronic hyperglycemia resulting from impairments in insulin secretion or action. In addition to pharmacological treatment, medical nutrition therapy is recognized as a fundamental component of diabetes management, contributing to improved HbA1c levels, reduced insulin resistance, and prevention of diabetes-related complications. This review comprehensively examines the current evidence for dietary approaches including very low-calorie diets, carbohydrate counting, glycemic index-based nutrition, the Mediterranean diet, and the DASH diet.

Data from the PREDIMED trial demonstrated that an unrestricted-calorie Mediterranean diet reduced the incidence of type 2 diabetes by 52% in individuals at high cardiovascular risk. In the randomized crossover DASH4D trial, a diabetes-adapted DASH diet reduced mean glucose levels by 11.1 mg/dL and increased time in range by 5.2 percentage points compared to a typical American diet. Carbohydrate counting has emerged as an evidence-based strategy enabling individualized insulin therapy, improved glucose control, and simplified meal planning. The role of low-carbohydrate diets remains inconclusive due to insufficient long-term safety data.

The findings emphasize that no single universal dietary model is appropriate for all individuals with diabetes; rather, personalized and sustainable nutrition plans tailored to the patient's preferences, clinical status, and therapeutic goals should form the basis of care.

Keywords: Diabetes mellitus, medical nutrition therapy, Mediterranean diet, DASH diet, glycemic control, carbohydrate counting

1. GİRİŞ

Diabetes mellitus (DM); pankreastan salgılanan insülin hormonunun mutlak veya görel olarak azalması sonucu ortaya çıkan, hiperglisemi ile karakterize kronik ve metabolik bir hastalıktır (Kaku, 2010). Hastalık, hem bireysel sağlık yükü hem de sağlık sistemleri üzerindeki ekonomik maliyetiyle küresel öneme sahip kronik bir durum olarak tanımlanmaktadır. Uluslararası Diyabet Federasyonu verilerine göre dünya genelinde diyabet prevalansı artmaya devam etmekte; bu durum etkili yönetim stratejilerinin geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır (International Diabetes Federation [IDF], 2021).

1900’lü yılların özellikle ikinci çeyreğinden itibaren başlayan ve günümüze dek artarak devam eden çalışmalarla “diyabet yönetiminde en etkili beslenme modeli” arayışı sürmektedir (Esposito et al., 2015). Bu konudaki araştırmalar daha çok çok düşük kalorili diyetler, karbonhidrat (CHO) sayımı, vejetaryen ya da vegan beslenme, DASH beslenme modeli ve Akdeniz tipi beslenme modeli üzerine yoğunlaşmıştır (Kahleova et al., 2017). Çeşitli kılavuzlarda, Akdeniz, DASH ve bitkisel bazlı diyetlerin diyabetik bireylerle ilişkili olumlu sonuçları nedeniyle sağlıklı beslenme modellerine örnek teşkil ettiği vurgulanmaktadır (American Diabetes Association [ADA], 2023). Düşük karbonhidratlı diyetlerin rolü ise henüz net değildir ve bu alanda daha kapsamlı uzun dönemli çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır (van Zuuren et al., 2018).

Bu bildiride; diyabetin tanımı ve sınıflandırması, diyet tedavisinin diyabet yönetimindeki önemi ve güncel beslenme yaklaşımlarına ilişkin kanıtlar sistematik biçimde ele alınmaktadır.

2. DİYABETES MELLİTUS: TANIM, SINIFLANDIRMA VE TANI KRİTERLERİ

2.1. Tanım ve Patofizyoloji

Diabetes mellitus; insülin sekresyonu, insülin etkisi veya her ikisindeki bozukluklardan kaynaklanan kronik hiperglisemi ile karakterize bir metabolik hastalıklar grubudur (World Health Organization [WHO], 2019). Hastalık, uzun dönemde göz, böbrek, sinir, kalp ve damar gibi çeşitli organ ve sistemlerde ilerleyici hasara neden olmaktadır (IDF, 2021).

2.2. Tip 1 Diyabet

Tip 1 diyabet; otoimmün veya diğer nedenlerle beta hücre harabiyetine bağlı olarak gelişen mutlak insülin yetmezliği sonucu ortaya çıkan klinik tablodur (ADA, 2023). Genellikle 30 yaş altındaki bireylerde görülmekte olup ağızda kuruluk, kilo kaybı ve bulanık görme gibi belirtilerle kendini göstermektedir. Bu hastalarda insülin üretimi ya çok azdır ya da hiç yoktur ve ketoasidoz riski yüksektir (Kaku, 2010).

2.3. Tip 2 Diyabet

Tip 2 diyabette ise hücre-reseptör defektine bağlı olarak insülinin kullanımında sorunlar ortaya çıkmakta; glukoz, hücre içine absorbe edilip enerji olarak kullanılamamaktadır (WHO, 2019). Periferik dokularda, özellikle kas ve yağ dokusunda insülinin etkisi yetersiz kalmakta; bu durum hücre içi glukoz alımının

azalmasına ve kan glukoz düzeylerinin yükselmesine yol açmaktadır. Genellikle 30 yaş üstü bireylerde ve genetik yatkınlıkla birlikte görülmekte olup çoğunlukla kilolu veya obez bireyleri etkilemektedir (ADA, 2023).

2.4. Gestasyonel Diyabet

Gestasyonel diyabet (GD); daha önce diyabet tanısı almamış kadınlarda gebelik sürecinde ortaya çıkan glukoz intoleransı olarak tanımlanmaktadır (IDF, 2021). Bu durum, gebeliğin ardından genellikle düzelmekte; ancak sonraki gebeliklerde yeniden ortaya çıkabilmektedir. GD vakalarının %80'inin ilerleyen dönemde tip 2 diyabete dönüştüğü bilinmektedir (Bellamy et al., 2009). Gestasyonel diyabetli bireylerin 16 yıl sonra diyabet geliştirme riskleri %30 olarak saptanmış; bu oran, genel popülasyondaki %10 ile kıyaslandığında dikkat çekici bir farklılık ortaya koymaktadır (Bellamy et al., 2009). Hamilelik sürecindeki kilo artışının 20 kg'ı aşması durumunda gestasyonel diyabet tanısı kesinleşmektedir.

2.5. Tanı Kriterleri

Diyabet tanısı; açlık plazma glukozu ≥ 126 mg/dL, oral glukoz tolerans testi (OGTT) 2. saat değeri ≥ 200 mg/dL, rastgele plazma glukozu ≥ 200 mg/dL ve HbA1c $\geq 6,5$ eşik değerlerinden birinin saptanması ile konulmaktadır (ADA, 2023). Bu kriterlerin herhangi birinin semptom yokluğunda tekrarlanması gerekmektedir.

3. DİYET TEDAVİSİNİN DİYABET YÖNETİMİNDEKİ ÖNEMİ

Diyet tedavisi; hem kan şekeri regülasyonu hem de komplikasyonların önlenmesi açısından diyabetin temel yönetim basamaklarından biridir (Evert et al., 2019). Diyet; karbonhidrat, protein, yağ, lif ve mikronutrient dengesinin sağlandığı, bireye özgü olarak planlanan bir beslenme modelidir. Özellikle karbonhidrat türü ve miktarı, glisemik indeks ve glisemik yük gibi etkenler göz önünde bulundurularak planlanan beslenme; HbA1c düzeylerinde iyileşme, hipo-hiperglisemi ataklarının azaltılması, vücut ağırlığının kontrolü ve insülin direncinin düşürülmesi gibi birçok olumlu etki sağlamaktadır (ADA, 2023).

Tip 2 diyabetli bireylerde uygun beslenme programının uygulanmasıyla ilaç veya insülin ihtiyacının azalabileceği gösterilmiştir (Lean et al., 2018). Aynı zamanda diyet müdahalesi; kardiyovasküler hastalıklar, nefropati ve retinopati gibi diyabete bağlı komplikasyonların gelişimini önlemeye yardımcı olmaktadır (Evert et al., 2019)

4. GÜNCEL DİYET YAKLAŞIMLARI VE KANITLARI

4.1.Çok Düşük Kalorili Diyetler

Uluslararası Diyabet Federasyonu'nun 2017 yılı önerilerinde; tip 2 diyabeti olan fazla kilolu ve obez hastaların günlük enerji alımını 500–600 kkal azaltması ve mümkünse düşük enerjili diyet (günde 800–1.200 kkal) uygulamalarına destek verecek bir diyetisyene yönlendirilmeleri gerektiği vurgulanmaktadır (IDF, 2017).

Amerikan Diyabet Birliği kılavuzunda ise vücut ağırlık kaybının, bireysel tedavi yaklaşımıyla günlük enerji alımından 500–750 kkal azaltılması ya da genel olarak kadınlar için 1.200–1.500 kkal/gün ve erkekler için

1.500–1.800 kkal/gün olan yaşam tarzı programlarının sürdürülmesiyle sağlanabileceği belirtilmektedir (ADA, 2023).

Türkiye Diyetisyenler Derneği tarafından 2019 yılında yayımlanan “Diyabetin Önlenmesi ve Tedavisinde Kanıta Dayalı Beslenme Tedavisi Rehberi”nde ise çok düşük kalorili diyetlerle (<800 kkal/gün) kısa süre içinde >%5 vücut ağırlık kaybı hedeflenen bireylerin özenle belirlenmesi ve uygulamaların yakın klinik izlem altında yürütülmesi gerektiği belirtilmektedir (Türkiye Diyetisyenler Derneği, 2019).

4.2. Glisemik İndeks ve Glisemik Yük Temelli Beslenme

Glisemik indeks (Gİ); karbonhidrat içeren bir yiyeceğin kan şekeri ne kadar hızlı ve ne kadar yükselttiğini gösteren sayısal bir ölçüdür (Jenkins et al., 1981). Bir gıdanın Gİ değeri, 50 gram karbonhidrat içeren porsiyonu tüketildikten sonra 2 saatlik sürede kan şekeri artışının saf glukoz (Gİ = 100) oranlanmasıyla hesaplanmaktadır.

Tip 2 diyabet ve insülin direnci olan bireylerde düşük Gİ’li besinlerin tüketimi; kan şekeri dalgalanmalarını azaltmakta, tokluk süresini uzatmakta ve HbA1c kontrolünü kolaylaştırmaktadır (Livesey et al., 2019). Aynı zamanda kilo yönetimi ve kardiyovasküler sağlık açısından da destekleyici etkileri bulunmaktadır.

4.3. Karbonhidrat Sayımı

Karbonhidrat sayımı; motive bireylere öğretilen bir araçtır ve böylece belirli bir gıdadaki karbonhidrat miktarını (gram) daha doğru tahmin edebilme ile insülin tedavisini buna göre uyarlayabilme imkânı sunmaktadır (Delahanty & Holford, 1993). Her öğün için hedef karbonhidrat alımı belirlenmesi, diyabet hastalarının karbonhidrat alımlarını öğündeki uygun insülin dozuyla daha etkin biçimde eşleştirmelerine olanak tanımaktadır.

Karbonhidrat sayımının potansiyel avantajları arasında glukoz kontrolünün iyileştirilmesi, yiyecek seçiminde esneklik sağlanması, insülin dozajının daha iyi anlaşılması ve öğün planlamasının basitleştirilmesi yer almaktadır (ADA, 2023). Karbonhidrat sayımı metodolojisi; her bir CHO porsiyonunun yaklaşık 15 gram CHO’ya eşit olduğu temel kavramına dayanmaktadır (Evert et al., 2019).

Karbonhidratın izlenmesi, ilaç uygulamasının zamanlaması ve glisemik kontrolün iyileştirilmesinde kullanılan önemli bir strateji olmayı sürdürmektedir (ADA, 2023). Genel olarak tam tahıllar, baklagiller, sebzeler ve tam meyveler gibi doğal yollarla lif bakımından zengin karbonhidrat kaynakları; yüksek oranda işlenmiş gıdalar, meyve suları ve şekerli içecekler yerine tercih edilmelidir (Evert et al., 2019).

İnsülin dozajının öğündeki protein ve yağ içeriğine göre de ayarlanması gerekmektedir; zira her iki makrobesin de yüksek düzeyde tüketildiğinde sindirim hızını ve dolaşıma glukoz alımını yavaşlatabilmektedir (Bell et al., 2015). Ortalama olarak kadınlar her öğünde yaklaşık 3–4 porsiyon (45–60 gram) CHO’ya ihtiyaç duyarken; erkeklerin her öğünde 4–5 porsiyon (60–75 gram) CHO’ya ihtiyaç duyabileceği bilinmektedir (Evert et al.,

2019). Bu değerler; bireysel enerji ihtiyaçlarına, kullanılan ilaçlara ve fiziksel aktivite düzeyine bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir.

4.4.Akdeniz Diyeti

Akdeniz diyeti; tahıllar, kurubaklagiller, sebze ve meyvelerden zengin; kırmızı eti ve doymuş yağı az içeren bir beslenme modelidir (Martinez-Gonzalez et al., 2015). Diyetle görünmez yağ oranı düşük olup görünür yağların büyük bölümünü zeytinyağı oluşturmaktadır. Bol tüketilen sebze ve meyveler nedeniyle C vitamini, karotenoidler, E vitamini ve kükürtlü bileşikler gibi antioksidanlar açısından zengin bir içeriğe sahipken; yeşil yapraklı sebzeler ve su ürünleri n-3 yağ asitlerinden zengindir (Estruch et al., 2013).

4.5. PREDIMED Çalışması: Akdeniz Diyeti ile Tip 2 Diyabet İnsidansında Azalma

Prevención con Dieta Mediterránea (PREDIMED) çalışmasının bir alt merkezinde (PREDIMED-Reus, kuzeydoğu İspanya) yürütülen randomize kontrollü bu çalışmada; 55–80 yaş aralığındaki, yüksek kardiyovasküler risk taşıyan 418 diyabetsiz birey incelenmiştir (Salas-Salvadó et al., 2011). Üç kollu çalışma tasarımında katılımcılar; düşük yağlı diyet eğitimi alan kontrol grubuna ya da serbest sızma zeytinyağı (haftada 1 litre) veya kuruyemişlerle (30 g/gün) desteklenen iki Akdeniz diyeti grubundan birine rastgele atanmıştır.

Ortalama 4 yıllık takibin ardından diyabet insidansı; zeytinyağlı Akdeniz diyeti grubunda %10,1, kuruyemişli Akdeniz diyeti grubunda %11,0 ve kontrol grubunda %17,9 olarak saptanmıştır (Salas-Salvadó et al., 2011). İki Akdeniz diyeti grubu birleştirildiğinde, kontrol grubuyla karşılaştırılan diyabet insidansı %52 oranında azalmıştır. Bu risk azalmasının vücut ağırlığında ya da fiziksel aktivitede belirgin değişiklikler olmaksızın gerçekleşmesi, diyetin bağımsız koruyucu etkisini desteklemektedir. Kalori kısıtlaması içermeyen Akdeniz diyetinin yüksek kardiyovasküler risk taşıyan bireylerde diyabetin önlenmesinde etkili olduğu görülmektedir (Salas-Salvadó et al., 2011).

4.6.DASH Diyeti

DASH (Dietary Approaches to Stop Hypertension) diyeti; ilk olarak yüksek tansiyonu kontrol altına almak amacıyla geliştirilmiş bir beslenme modelidir (Appel et al., 1997). Ancak zamanla diyabet, obezite ve kalp hastalıkları gibi kronik hastalıklar üzerinde de olumlu etkileri olduğu gösterilmiştir (Chiavaroli et al., 2019). Modelin temel hedefleri arasında kan basıncını düşürmek, sodyum alımını sınırlamak ve potasyum, magnezyum ile kalsiyumdan zengin beslenmeyi teşvik etmek yer almaktadır.

DASH diyetinde sodyum tüketimi günde 1.500–2.300 mg ile kısıtlanmakta; yağlı kırmızı et, şekerli içecekler, rafine şekerler ile doymuş ve trans yağların alımı azaltılmaktadır (Saneei et al., 2014). Bu diyetin kanıtlanmış yararları arasında tansiyon düşüşü, insülin duyarlılığının artması, kan şekeri kontrolü, LDL kolesterol düşüşü ve kilo kontrolü sayılmaktadır.

4.7.DASH4D Çalışması: Glisemik Kontrol ve Glukoz Değişkenliği

Randomize çapraz (crossover) tasarımlı bu beslenme müdahalesi çalışmasında 89 Tip 2 diyabetli katılımcı; DASH4D diyeti yüksek sodyum, DASH4D diyeti düşük sodyum, tipik Amerikan diyeti yüksek sodyum ve tipik Amerikan diyeti düşük sodyum olmak üzere dört farklı izokalorik diyet döneminden geçirilmiştir (Juraschek et al., 2023). Her diyet dönemi 5 hafta sürmüştür; glukoz düzeyleri ise sürekli glukoz ölçüm sistemi (CGM) ile izlenmiştir.

Sonuçlar incelendiğinde; DASH4D diyetinin karşılaştırma diyetine kıyasla ortalama glukoz düzeyini 11,1 mg/dL azalttığı görülmüştür (Juraschek et al., 2023). Glukozun hedef aralıkta (70–180 mg/dL) kaldığı süre %5,2 puan artmış; hiperglisemi süresi ve glukoz standart sapması DASH4D diyeti döneminde belirgin biçimde azalmıştır. Hipoglisemi süresi açısından ise gruplar arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır. Bu bulgular; DASH4D diyetinin Tip 2 diyabetli bireylerde glisemik kontrolü iyileştirdiğini ve kan şekeri dalgalanmalarını azalttığını ortaya koymaktadır (Juraschek et al., 2023).

5. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Diyabetik bireylerde düşük karbonhidratlı diyetlerin rolü hâlâ net biçimde tanımlanamamış olup uzun dönemli güvenlik ve etkinlik verileri için daha ileri araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır (van Zuuren et al., 2018). Akdeniz, DASH ve bitkisel bazlı diyetler; araştırmalarda saptanan olumlu sonuçları nedeniyle sağlıklı beslenme modellerine örnek teşkil etmekte ve uluslararası kılavuzlarca önerilmektedir (ADA, 2023).

Bununla birlikte, belirli bir beslenme modelinin tüm bireyler için geçerli tek doğru yaklaşım olarak sunulması uygun değildir. Bireyselleştirilmiş beslenme planı; kişisel tercihler, ihtiyaçlar ve tedavi hedefleri odağında şekillendirilmelidir (Evert et al., 2019). Diyet; diyabetin tedavisine yönelik geçici bir müdahale değil, yaşam biçiminde gerçekleştirilen sürdürülebilir bir değişimin aracı olarak ele alınmalıdır.

Sonuç olarak, diyabet yönetiminde beslenme tedavisinin etkinliği; seçilen modelin bilimsel kanıt düzeyine, bireyin yaşam koşullarına uyumuna ve sağlık ekibinin multidisipliner desteğine bağlıdır. İleri araştırmaların; uzun dönemli biyobelirteçler, yaşam kalitesi ölçütleri ve farklı etnik grupları kapsayan geniş örneklemeler üzerinde yürütülmesi bilim alanına önemli katkılar sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

American Diabetes Association. (2023). Standards of care in diabetes—2023. *Diabetes Care*, 46(Suppl. 1), S1–S291. <https://doi.org/10.2337/dc23-Sint>

Appel, L. J., Moore, T. J., Obarzanek, E., Vollmer, W. M., Svetkey, L. P., Sacks, F. M., Bray, G. A., Vogt, T. M., Cutler, J. A., Windhauser, M. M., Lin, P. H., & Karanja, N. (1997). A clinical trial of the effects of dietary patterns on blood pressure. *The New England Journal of Medicine*, 336(16), 1117–1124.

<https://doi.org/10.1056/NEJM199704173361601>

Bell, K. J., Smart, C. E., Steil, G. M., Brand-Miller, J. C., King, B., & Wolpert, H. A. (2015). Impact of fat, protein, and glycemic index on postprandial glucose control in type 1 diabetes: Implications for intensive diabetes management in the continuous glucose monitoring era. *Diabetes Care*, 38(6), 1008–1015.

<https://doi.org/10.2337/dc15-0100>

Bellamy, L., Casas, J. P., Hingorani, A. D., & Williams, D. (2009). Type 2 diabetes mellitus after gestational diabetes: A systematic review and meta-analysis. *The Lancet*, 373(9677), 1773–1779.

[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(09\)60731-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(09)60731-5)

Chiavaroli, L., Vigiouliouk, E., Nishi, S. K., Blanco Mejia, S., Rahelić, D., Kahleová, H., Salas-Salvadó, J., Kendall, C. W. C., & Sievenpiper, J. L. (2019). DASH dietary pattern and cardiometabolic outcomes: An umbrella review of systematic reviews and meta-analyses. *Nutrients*, 11(2), 338.

<https://doi.org/10.3390/nu11020338>

Delahanty, L. M., & Halford, B. N. (1993). The role of diet behaviors in achieving improved glycemic control in intensively treated patients in the Diabetes Control and Complications Trial. *Diabetes Care*, 16(11), 1453–1458. <https://doi.org/10.2337/diacare.16.11.1453>

Esposito, K., Maiorino, M. I., Ciotola, M., Di Palo, C., Scognamiglio, P., Gicchino, M., Petrizzo, M., Saccomanno, F., Beneduce, F., Ceriello, A., & Giugliano, D. (2015). Effects of a Mediterranean-style diet on the need for antihyperglycemic drug therapy in patients with newly diagnosed type 2 diabetes: A randomized trial. *Annals of Internal Medicine*, 151(5), 306–314. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-151-5-200909010-00004>

Estruch, R., Ros, E., Salas-Salvadó, J., Covas, M. I., Corella, D., Arós, F., Gómez-Gracia, E., Ruiz-Gutiérrez, V., Fiol, M., Lapetra, J., Lamuela-Raventós, R. M., Serra-Majem, L., Pintó, X., Basora, J., Muñoz, M. A., Sorlí, J. V., Martínez, J. A., & Martínez-González, M. A. (2013). Primary prevention of cardiovascular disease with a Mediterranean diet. *The New England Journal of Medicine*, 368(14), 1279–1290.

<https://doi.org/10.1056/NEJMoa1200303>

Evert, A. B., Dennison, M., Gardner, C. D., Garvey, W. T., Lau, K. H. K., MacLeod, J., Mitri, J., Pereira, R. F., Rawlings, K., Robinson, S., Saslow, L., Uelman, S., Urbanski, P. B., & Yancy, W. S. (2019). Nutrition therapy for adults with diabetes or prediabetes: A consensus report. *Diabetes Care*, 42(5), 731–754.

<https://doi.org/10.2337/dci19-0014>

International Diabetes Federation. (2017). IDF diabetes atlas (8th ed.). <https://www.diabetesatlas.org>

International Diabetes Federation. (2021). IDF diabetes atlas (10th ed.). <https://www.diabetesatlas.org>

Jenkins, D. J. A., Wolever, T. M. S., Taylor, R. H., Barker, H., Fielden, H., Baldwin, J. M., Bowling, A. C., Newman, H. C., Jenkins, A. L., & Goff, D. V. (1981). Glycemic index of foods: A physiological basis for carbohydrate exchange. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 34(3), 362–366.

<https://doi.org/10.1093/ajcn/34.3.362>

Juraschek, S. P., Kovell, L. C., Miller, E. R., Gelber, A. C., Appel, L. J., Christenson, R. H., & Rebuck, H. (2023). DASH4D diet for glycemic control and glucose variability in type 2 diabetes: A randomized crossover trial. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40764427/>

Kahleova, H., Levin, S., & Barnard, N. D. (2017). Cardio-metabolic benefits of plant-based diets. *Nutrients*, 9(8), 848. <https://doi.org/10.3390/nu9080848>

Kaku, K. (2010). Pathophysiology of type 2 diabetes and its treatment policy. *Journal of the Japan Medical Association*, 53(1), 41–46.

Lean, M. E. J., Leslie, W. S., Barnes, A. C., Brosnahan, N., Thom, G., McCombie, L., Peters, C., Zhyzhneuskaya, S., Al-Mrabeh, A., Hollingsworth, K. G., Rodrigues, A. M., Rehackova, L., Adamson, A. J., Snichotta, F. F., Mathers, J. C., Ross, H. M., McIlvenna, Y., Stefanetti, R., Trenell, M., ... Taylor, R. (2018). Primary care-led weight management for remission of type 2 diabetes (DiRECT): An open-label, cluster-randomised trial. *The Lancet*, 391(10120), 541–551. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)33102-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)33102-1)

Livesey, G., Taylor, R., Livesey, H. F., Buyken, A. E., Jenkins, D. J. A., Augustin, L. S. A., Sievenpiper, J. L., Barclay, A. W., Liu, S., Wolever, T. M. S., Willett, W. C., Brighenti, F., Salas-Salvadó, J., Björck, I., Rizkalla, S. W., Riccardi, G., Vecchia, C. L., Ceriello, A., Trichopoulou, A., ... Brand-Miller, J. C. (2019). Dietary glycemic index and load and the risk of type 2 diabetes: A systematic review and updated meta-analyses of prospective cohort studies. *Nutrients*, 11(6), 1280. <https://doi.org/10.3390/nu11061280>

Martinez-Gonzalez, M. A., Gea, A., & Ruiz-Canela, M. (2019). The Mediterranean diet and cardiovascular health. *Circulation Research*, 124(5), 779–798. <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.118.313348>

Salas-Salvadó, J., Bulló, M., Babio, N., Martínez-González, M. A., Ibarrola-Jurado, N., Basora, J., Estruch, R., Covas, M. I., Corella, D., Arós, F., Ruiz-Gutiérrez, V., & Ros, E. (2011). Reduction in the incidence of type 2

diabetes with the Mediterranean diet: Results of the PREDIMED-Reus nutrition intervention randomized trial. *Diabetes Care*, 34(1), 14–19. <https://doi.org/10.2337/dc10-1288>

Saneei, P., Salehi-Abargouei, A., Esmailzadeh, A., & Azadbakht, L. (2014). Influence of Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) diet on blood pressure: A systematic review and meta-analysis on randomized controlled trials. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 24(12), 1253–1261.

<https://doi.org/10.1016/j.numecd.2014.06.008>

Türkiye Diyetisyenler Derneği. (2019). Diyabetin önlenmesi ve tedavisinde kanıta dayalı beslenme tedavisi rehberi. <https://beslenmediyetdergisi.org/index.php/bdd/article/view/1314/1099>

van Zuuren, E. J., Fedorowicz, Z., Kuijpers, T., & Pijl, H. (2018). Effects of low-carbohydrate compared with low-fat diet interventions on metabolic control in people with type 2 diabetes: A systematic review including GRADE assessments. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 108(2), 300–331.

<https://doi.org/10.1093/ajcn/nqy096>

World Health Organization. (2019). Classification of diabetes mellitus.

<https://www.who.int/publications/i/item/classification-of-diabetes-mellitus>

NİZAMİ GƏNCƏVİ YARADICILIĞININ TƏSİR DAİRƏSİ

Prof. Dr. Elman Guliyev

Azərbaycan, Bakü

Azərbaycan Dövlət Pedagoji Universiteti

Türkoloji merkezin Türk edebiyatı bölümünün başkanı

Orcid: 0000-0001-5413-9479

elman.guliyev1958@gmail.com

Özet

Ə.Nəvai əsərlərinin ayrı-ayrı hissələrində dahi Nizami yaradıcılığının müxtəlif aspektlərdə dəyərləndirilməsi onun Nizami sənətinə dərinlən bələd olduğunu təsdiqləyir. Bu dəyərləndirmədə Nizaminin tərcümeyi-halından tutmuş (Gəncəli olması və.s), sənətinin forma, bədii-estetik xüsusiyyətləri, “Xəmsə” ənənəsi formalaşdırmaq imkanları və s. cəhətlər əksini tapır. Biz bu dəyərləndirməni Nizamidən sonra “Xəmsə” yazan şairlərə münasibətdə də aydın görə bilirik. Yəni Ə.Nəvainin bir “Xəmsə” yaradıcısı kimi Dəhləvidən, Marağalı Əşrəfdən, ötürü də olsa Camidən bəhs açması bir tərəfdən Nəvainin özünəqədərki ədəbiyyat tarixçiliyi və ədəbi nümunələr kontekstində ədəbi prosesdən xəbərdar olmasının, digər tərəfdən Nizami yaradıcılığı daxil olmaqla hər bir şairin sənət incəliklərini gözəl bilməsinin göstəricisidir.

Anahtar kelimələr: Nizami, “Xəmsə”, əsər, yaradıcılıq, təsir

THE AREA OF INFLUENCE OF NIZAMI GANJAVI'S CREATIVITY

Summary

The assessment of genius Nizami's creativity in different aspects in separate parts of A.Navai's works confirms that he is deeply familiar with Nizami's art. In this evaluation, starting from Nizami's biography (being from Ganjali, etc.), the form, artistic-aesthetic characteristics of his art, the possibilities of forming the "Khamsa" tradition, etc. aspects are reflected. We can clearly see this evaluation in relation to the poets who wrote "Khamsa" after Nizami. In other words, the fact that A.Navai mentions Dahlavi, Maragali Ashraf, and Jami as a creator of "Khamsa" on the one hand is an indicator of Navai's awareness of the literary process in the context of literary historiography and literary examples up to his time, and on the other hand, that he knows the subtleties of art of every poet, including Nizami's work. .

Key words: Nizami, "Khamsa", work, creativity, impact

GİRİŞ

Şərq Nizami sənətini yalnız bədii zövq mənbəyi kimi qəbul etmir, Şərq eyni zamanda həkim Nizaminin bədii-fəlsəfi hikmətlərini bir poetika və didaktika məxəzi kimi dəyərləndirir, onu öyrənməyi özü üçün zəruri hesab edir. Bu mənada Dəhləvi, Cami, Nəvai, Şahidi, A.Ərdəbili, Marağalı Əsrəf, Füzuli, Əbdü bəy Şirazi və s. poeziya nəhənglərinin yaradıcılığındakı Nizami təsiri “Xəmsə” süjetləri əsasında qurulan epizodların özünəməxsus bədii ifadə təkrarlığı ilə müşahidə olunmamış, onların yaradıcılıq imkanlarının, sənətlərinin bədii-estetik keyfiyyətlərinin yüksəlməsinə və yeni ideyalarla zənginləşməsinə yol açmışdır. Qururla deyə bilərik ki, Azərbaycan xalqının milli iftixarı dahi Nizaminin Şərq şeirinin nadir siması olmaqla yanaşı, dünya sənət tarixində Azərbaycan mədəniyyətinin ecəzkar tərənnümçüsü və geniş mənada Azərbaycançılıq missiyasının qüdrətli nümayəndəsidir. Şübhəsiz, Nizaminin Şərq dünyası üçün ən böyük missiyası ədəbiyyatımızın sənət emblemi olan “Xəmsə” ni yazmasıdır.

“Xəmsə” dahi Nizaminin sənət aləmində ədəbi-bədii kəşfi, eyni zamanda forma, mövzu və ideya yeniliyi idi. Lakin həmin dövrlərdə mətbələrin, ölkələr arasında əlaqə və nəqliyyat-kommunikasiyaların olmamasına rəğmən, öz mahiyyətində mənəviyyat aliliyini qoruyan, Hegelin təbirincə desək “şölələnən ruhu ilə tarixin başlanğıcına təkan verən Şərq dünyası” nda sənət aləmi üçün yeni olan ədəbiyyat hadisəsinin (yəni “Xəmsə”nin) yayılması təbii idi. Bu proses XIII əsrdən başlayaraq Azərbaycanla Hindistan, Orta Asiya, Yaxın və Orta Şərq ölkələri arasında ədəbi-mədəni əlaqələrin yaranmasına vəsilə oldu. Alternativ olmayan şeir təbi, rəvan və axıcı dil xüsusiyyətləri ilə seçilən Nizami abidəsi “Xəmsə”yə XIII əsrin sonlarından başlayaraq nəzirələrin yazılması isə Azərbaycan-Şərq ədəbi-mədəni əlaqələrinin genişlənməsinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərdi. Nizami dühasından doğan bu sənət ecəzkarlığına ilk reaksiya və cavab “Xəmsə”nin yazılmasından təxminən 95 il sonra (XIII əsrin sonu) nə İrandan, nə də Turandan -uzaq Hindistandan gəldi.

YÖNTEM

Qərībā səslənsə də, Nizami Gəncəvinin “Xəmsə”sinə yazılmış ilk nəzirənin nəyə görə Gəncəyə - Azərbaycana daha yaxın olan coğrafiyalardan deyil, uzaq Hindistanda yazılması sualı hesab edirəm ki, o qədər də aktual deyil. Çünki Nizami adı onun “Xəmsə” si əksər Şərq ölkələrində eyni dərəcədə rəğbət və məhəbbət qarşılanmış, hind tarixçisi Ziyaəddin Bərninin “Tarixi-Firuzşahi” kitabında söylədiyi kimi Hindistana qədər bir sıra ölkələrin mədrəsələrində Nizami əsərləri tədris edilmişdir. Şübhəsiz, Nizami “Xəmsə”si Hindistana Orta Asiya və Şərqin bu regiona yaxın olan ölkələrindən keçib gəlmişdir. Əcdadı Orta Asiyadan olan hind şairi Əmir Xosrov Dəhləvinin Azərbaycan şairləri Xaqani, M.Beyləqani və Nizami yaradıcılıqları ilə tanışlığı və onların sənətlərini yüksək qiymətləndirməsi orta əsrlər Azərbaycan-hind ədəbi əlaqələrinin mühüm göstəricisidir. Azərbaycan ədəbiyyatı nümunələrinin, məxsusu olaraq Nizami Gəncəvi əsərlərinin Hindistanda mövcudluğunda Orta Asiya və Şərq regionu ölkələri körpü rolu oynamışdır. Nəticə etibarı ilə Nizami “Xəmsə”

si Hindistanla müqayisədə Orta Asiya və ya Yaxın və Orta Şərq coğrafiyasında daha əvvəl yayılmış, bir müddət bu əsərə nəzirə yazılmasa belə saray və mədrəsələrdə yüksək qiymət verilmişdir.

Müşahidələr onu göstərir ki, “Xəmsə” nin hansı coğrafiyada yayılmasından asılı olmayaraq “Xəmsə”yə nəzirə yazmağın kökündə iki vacib məqam dayanmışdır:

İstedad və silsiləyə münasibətdə üst-üstə düşən yaradıcılıq maraqları.

Üst-üstə düşən yaradıcılıq maraqları dedikdə biz hər şeydən əvvəl Nizaminin sənət sehrinə düşməyi, daxili mənəvi-ehtiyac nəticəsində “Xəmsə” əbədi yarışında özünü meydanda görməyini nəzərdə tuturuq.

Elə bilir ki, S.Şirazi, H.Şirazi, Ətai, Lütfi, Xarəzmi, Nəsimi, Nəfi, Nəbi, Fəraqi, Nedim və s. kimi Şərqin nadir istedad sahiblərinin “Xəmsə” yazmamasının səbəbini onların eyni silsiləyə münasibətdə üst-üstə düşməyən yaradıcılıq maraqlarında axtarmaq lazımdır. Bu xüsusda əlahəzrət faktların mövcudluğu (yəni yazılmış “Xəmsə”lərini) deyilən fikrin məntiqinə daha çox uyğundur.

Sənətdə istedad və cəsarəti ilə seçilən, Nizami Gəncəvi ilə yaradıcılıq maraqları üst-üstə düşən xəmsənəvislər sırasında Əlişir Nəvəinin xüsusi yeri vardır. Özbək siyasi tarixində nüfuzlu dövlət xadimi, özbək elm tarixində böyük alim kimi tanınmış Əlişir Nəvəi özbək ədəbiyyat tarixində də böyük mənəvi irs sahibi kimi tanınır.

60 min misralıq 5 divanı, 25620 beytlik türkcə “Xəmsə”si və 20 müxtəlif elmi-fəlsəfi (təzkirə, filoloji, dini-əxlaqi tarixi və s.) əsərdən ibarət Əlişir Nəvəi yaradıcılığı 500 ildən çoxdur ki, müsəlman dünyasını heyrtləndirir və oxucuların zövqünü oxşayır. 30 ildən çox bir müddətdə N.Gəncəvinin ərsəyə gətirdiyi “Xəmsə”yə cavab olaraq Ə.Nəvəinin cəmi 3 ildə (1483-1485) yazdığı türkdilli “Xəmsə” si isə onun bədii sənətinin zirvəsi hesab olunur. Qeyd etməliyik ki, böyük tarixə, zəngin ədəbi ənənə və bədii nümunələrə malik özbək ədəbiyyatının nümayəndəsi kimi Əlişir Nəvəinin ənənəyə qoşularaq “Xəmsə” yazması olduqca təbii idi. Hər şeydən əvvəl XIV-XV əsrlərdə Nizami əsərlərinin özbək dilinə tərcüməsi sahəsində müəyyən təcrübə əldə etmişdir. XIV əsrin sonlarında Qütbün “Xosrov və Şirin”, XV əsrin əvvəllərində isə Xarəzminin “Sirlər xəzinəsi” poemalarını özbək dilinə tərcümə etməsi Azərbaycan-özbək ədəbi əlaqələrini genişləndirməklə yanaşı, regionda Nizami Gəncəviyə olan sevgi və məhəbbəti xeyli artırmışdır. Öz növbəsində Əlişir Nəvəi də “Xəmsə” yazana qədər sarayda özünün birbaşa nəzarəti altında iki dəfə (1479;1481) Nizami “Xəmsə”si əlyazmalarının üzünü köçürtdürmüş, 1481-ci ildə üzünü köçürülən 45 miniatürlü bəzəkli əlyazmanı özünün şəxsi kitabxanasının eksponatına çevirmişdir.

BULGULAR

Göründüyü kimi, Nəvəi Nizamini orijinaldan oxumuş, özünəqədərki “Xəmsə” ənənəsi nümunələri ilə (Dəhləvinin, Marağalı Əşrəfin, Caminin əsərləri) tanış olmuş, Nizami baxışları ilə öz baxışları arasındakı oxşarlıqları görmüş, onu sevmiş, onun sənət sehrinə düşmüş və “Xəmsə” yazmaq qərarına gəlmişdir. Ə.Nəvəi “Xəmsə”ni tamamladıqdan 14 il sonra yazdığı “Mühakəmətül-lügəteyn” (1499) əsərində Nizami yaradıcılığının

özünə olan təsirini belə açıqlayır: “Xəmsə” pəncəsinə pəncə vurmuşam. Əvvəlcə “Möminlərin təşvisi” (“Heyrətül-əbrar”) bağında təbim güllər açıbdır ki, ona “Sirlər xəzinəsi”indən “Məxrənül əsrar” Şeyx Nizaminin ruhu başıma dürlər saçıbdır”.

Lakin Ə.Nəvai Nizaminin yaratdığı söz meydanına girməyin və Nizami ədəbi yolu ilə getməyin çətin olduğunu və cəsarət tələb etdiyini xüsusi vurğulayır, “Xəmsə” yazmağın böyük məsuliyyət tələb etdiyini nəzərə çatdırırdı:

Bu meydanda sanma asandır durmaq,
Nizami ilə pəncə-pəncəyə vurmaq.
Nizamiyə pəncə uzatsa hər kəs,
Qırıqlar pəncəsi, murada yetməz.
Şir pəncəsi gərək şirlə edə cəng,
Bari şir olmasa, qoy olsun pələng.

Ə.Nəvainin istər “Xəmsə”yə daxil olan, istərsə də daxil olmayan əsərlərində biz Nizami sənətinə verilən yüksək qiymətin şahidi oluruq. Nizami sənətinə yanaşmanın istənilən formasında Nizaminin şərq şeirindəki nəhəng obrazı canlandırılır:

Nizami bir fildir, yox bərabəri,
Söz incisi ondan aldı dəyəri.

Ə.Nəvai əsərlərinin ayrı-ayrı hissələrində dahi Nizami yaradıcılığının müxtəlif aspektlərdə dəyərləndirilməsi onun Nizami sənətinə dərinlən bələd olduğunu təsdiqləyir. Bu dəyərləndirmədə Nizaminin tərcümeyi-halından tutmuş (Gəncəli olması və.s), sənətinin forma, bədii-estetik xüsusiyyətləri, “Xəmsə” ənənəsi formalaşdırmaq imkanları və s. cəhətlər əksini tapır. Biz bu dəyərləndirməni Nizamidən sonra “Xəmsə” yazan şairlərə münasibətdə də aydın görə bilirik. Yəni Ə.Nəvainin bir “Xəmsə” yaradıcısı kimi Dəhləvidən, Marağalı Əşrəfdən, ötəri də olsa Camidən bəhs açması bir tərəfdən Nəvainin özünəqədərki ədəbiyyat tarixçiliyi və ədəbi nümunələr kontekstində ədəbi prosesdən xəbərdar olmasının, digər tərəfdən Nizami yaradıcılığı daxil olmaqla hər bir şairin sənət incəliklərini gözəl bilməsinin göstəricisidir.

Xosrov Dəhləvidən başqa heç bir kəs,
Nizami ardınca yol gedə bilməz
Əmir Xosrov adı dillərdə gəzir,
Bütün Hindistanı etmişdir əsir.
Şairlərçün o bir bələdi, bəla,
Bəla yaratmışdır Allahtala...
Hünərlə at sürdü Əşrəf meydana,

Bu sözü başqa cür çəkdi bəyana.

Onların eşqilə içim iki cam,

Caminin mədhinə başlayım kəlam.

Şeirdə səsləndirilən müxtəlif müləhizələr Şərqin “Xəmsə” nəzirəçiləri haqqında oxucuda müəyyən, həm də vacib fikirlər formalaşdırır. Məsələn, Dəhləvinin Nizami ədəbi məktəbinin təməl daşını qoyması, “Xəmsə”sində Nizami poemalarına məxsus süjetləri öz dünyagörüşünə uyğun dəyişdirməsi, məsnəvilərindəki bir sıra özünəməxsusluq və s. fikirlərin yer alması elmi, tarixi və məntiqi baxımdan maraq doğurur.

Bildiyimiz kimi, Marağalı Əşrəf XV əsr Azərbaycan ədəbiyyatının tanınan şəxsiyyətlərindən biridir. Marağalı Əşrəf Dəhləvidən sonra “Xəmsə” yazan ikinci böyük şair hesab olunur. Ə.Nəvai “Xəmsə”yə daxil olan bir neçə poemasında və “Məcalisün-nəfais” adlı təzkirəsində Marağalı Əşrəfdən bəhs etmiş, onun sənəti haqqında az da olsa söz açmışdır. Lakin Ə.Nəvai “Xəmsə”sində XV əsr Azərbaycan şairi Marağalı Əşrəf sənətinə o qədər də önəm verməmiş, ayrı-ayrı sənətkarlarla müqayisədə onu son sırada saxlamışdır.

Düzü, Əşrəf adlı biri də vardı,

Dastan yaratmağa çox can atardı.

Yaxşı olmasa da yazdığı şeir,

Yaman deməyə də dilim gəlməyir.

Çox yazıb-yaratdı Əşrəf boş yerə

Çatmadı əvvəlki iki şairə.

Ə.Nəvai Nizami “Xəmsə”sini bütün “Xəmsə”lərin ilham mənbəyi hesab etmiş, Nizami “Xəmsə”sinin bütün “Xəmsə”lərdən üstün olduğunu bildirmiş, bu sənətin sehrinə düşdüyü üçün özünü xoşbəxt saymışdır:

Şairlərin ən xoş kəlamıdır o,

“Xəmsə”ni yaradan Nizamidir o.

“Xəmsə” demək azdır adına onun

Düz beş xəzinədir, sahibi Qarun.

Keçirsə “Xəmsə”ni hər kəs nəzərdən,

Mın xəzinə tapar hər bir əsərdən

Hər bahalı dürrü bir məmləkətin,

Bütün xərclərini ödəyər yəqin.

Ə.Nəvai Nizamiyə ilk növbədə ilahi ruh mənbəyi kimi baxır, mənəvi sənət ecəzkarlığını Nizamidən başqa heç kimdə görə bilmir və bunu yüksək dəyərləndirir:

Ruhun pərdəsiydi hər səhifəsi,

Mürəkkəbi isə-həyat töhfəsi.

Elə ki, qələmi ələ alırdı,
Aləm qüdrətinə heyran qalırdı.
Xızır ondan alırdı həyat güləbi.

Ə.Nəvai Nizamini yalnız sirr yox, həm də dürr xəzinəsinin yaradıcısı və sahibi kimi mövzu seçiminə, hadisələri tarixi reallıqlarla bağlamaq səriştəsinə, yüksək elmi-fəlsəfi mənalandırma bacarığına, sözün məna imkanlarını genişləndirmə qabiliyyətinə və s. görə sənət tacidarı və hikmət memarı adlandırır.

SONUÇ

Bu mənada Nəvai “Xəmsə”yə daxil etdiyi müxtəlif mövzulu poemalarında Nizami sənətinin qüdrətindən bəhs açmış, Nizamidən sonra “Xəmsə” yazmağın çətinliyini başa düşsə də bu möhtəşəm, əvəzolunmaz sənət memarının izi ilə getməyi və bu yolda qələmini sınaqdan çıxarmağı özünə şərəf bilmişdir. Ona görə də Nəvainin “Xəmsə”sinə daxil olan bütün poemalarında mövzu, məzmun və ideya baxımından Nizaminin təsiri açıq-aydın hiss olunur. “Heyrətül-əbrar” (1483), “Fərhad və Şirin” (1484), “Leyli və Məcnun” (1484), “Yeddi Səyyarə” (1484), “Səddi-İsgəndər” (1485) poemalarında cüzi istisnalar nəzərə alınmazsa, süjet, hadisə, obraz və s. baxımından bu əsərlərin Nizami ədəbi hökmündə olduğu göz qabağındadır. Lakin Nəvaiyə qədərki “Xəmsə”lər də daxil olmaqla Nəvainin 3 il ərzində ərsəyə gətirdiyi “Xəmsə”si Nizami ənənələri yolunda mühüm hadisə hesab edilsə də, bu əsərlər lirik-psixoloji məqamların işlənmə dərəcəsinə, dramatik münasibətlərin gərginlik vəziyyətinə, romantik hisslərin ifadə tərzinə, obrazların mövcud şəraitə uyğun təqdiminə, fikrin fəlsəfi-poetik ifadəsinə və s. görə Nizami səviyyəsinə yüksələ bilməmişdir. Hətta poemalardakı hadisə və əhvalatların təsvir və tərənnümündən kənarda dayanan –

Sözdür həm təzə şey, həm də köhnə şey,
Sözdən bəhs edilir zaman-zaman hey.
Varlığın anası doğmamış, inan,
Sözdən gözəl övlad, şahiddir cahan.
Tanrı yaratmışsa hər nə, yaxşı bax,
Sözdən başqa bir şey yaşamayacaq –

kimi Nizami dühasının ortaya qoyduğu söz və onun hikməti haqqındakı fikirlərində belə bu fərqi görməmək mümkün deyil:

Sözün barəsində bunu deyim ki,
Bütün varlıqların o olub ilki.
Söz can gülşənində meh olub əsər,
Könül dənizində inciyə bənzər.
Gümüş pullar kimi parlar əsl söz,

Qəlp pulu tez seçər, tez ayırar göz. (Ə.Nəvai)

KAYNAKÇA

- 1.Araslı, N. (2021). Nizami Gencevi ve Halk Sanatı Fıkrası / Nizami Gencevi: Hayatı ve Sanatı. Sanatçının Bilimsel Pasaportu – 25 (toplu yazarlar). Bakü - Bilim.
- 2.Abbasov, A. (1966). Nizami Gencevi`nin “İskendername” Eseri. Bakü - Bilim.
- 3.Bayat, F. (2004). Oğuzname(ler) / Dede Korkut Kitabı. Ansiklopedik Sözlük. Bakü -Önder Yayınevi.
- 4.Caferov, N. (2002), Azərbaycan Araştırmasına Giriş Bakü- AzAtaM.
- 5.Caferov, N. (2021). Nizami Gencevi veya Dünyaca Ünlü Azərbaycan Şairi / Nizami Gencevi Klasik ve Çağdaş Araştırmalarda (makaleler toplusu). Bakü - Bilim ve Eğitim.
- 6.Dede Korkut Kitabı. (2004). Ansiklopedik Sözlük. Bakü-Önder Yayınları.
- 7.Abülğazi Bahadır Han. (2002). Şecare-i-Terakime (Türkmenlerin soy kitabı) / Rusça`dan Çeviri, Önsöz ve Belirtilenlerin Yazarı ve Kaynakça Derleyicisi İ.M.Osmanlı. Bakü- Azərbaycan Milli Ansiklopedisi N-PB.
- 8.Azizova, F. (2021). “Nizami Gencevi Sanatında İntibahın Sanatsal Algısı” Deneme / Nizami Gencevi: Hayatı ve Sanatı. Sanatçının Bilimsel Pasaportu – 25 (toplu). Bakü - Bilim, 438-487
- 9.Gencevi, N. (1982). Hüsrev-ü Şirin. Çeviren Resul Rza, N.Gencevi. Bakü - Yazar.
- 10.Gencevi, N. (1982). İskendername. Şerefname. Farsça`dan Çeviren Abdulla Şaik. İkbalname. Farsça`dan Çeviren Mikayıl Rzakuluzade. Bakü - Yazar.
- 11.Hacıyev, T. (1999). Dede Korkut: Dilimiz ve Düşüncemiz, T.Hacıyev. Bakü - Bilim.
- 12.Halil, A. (2004). “Dede Korkut Kitabı”nın Semiyotik Yapısı, Türk Halklarının Edebi Geçmişi: Türk Destanları. Uluslararası Sempozyum. Bakü – Kafkas Üniversitesi Yayınları.
- 13 .Köroğlu, H. (1999). Oğuz Kahramanları Destanı / H.Köroğlu. Bakü - Yurt.
- 14 .Gafarlı, R. (2002). Mit, Efsane, Masal ve Destan (Sözlü Epik Geleneklerin Türkler Arası İlişki). R.Gafarlı. Bakü - ADPÜ Yayınları.
15. Mübariz, M. (24 Haziran 1938). Nizami Sanatına Azerbaycan Folklorunun Etkisi “Edebiyat Gazetesi”, 9.

LANGUAGE OF THE LITERARY TEXT

Hasanova Leyla Ziyafet qizi

Azerbaijan State Pedagogical University,

Faculty of Philology, teacher

Email: leylamuzi@gmail.com

Orchid ID: 0009-0006-9057-9205

Summary. The language of a work of art is a set of special means used to convey the writer's thoughts, feelings and ideas to the reader. This language is above ordinary spoken language; it is more figurative, emotional and effective. The writer's words not only provide information, but also create feelings and differences in the reader. One of the main features of the literary language is its imagery. This imagery is provided by artistic descriptions and means. The language of a work of art also occupies an important place in terms of emotionality, individuality and style. Each author creates a language and style that is not his own, which makes his creativity different from others. The language of a work of art is not only certain, but also the main component that creates the aesthetic power of the work. All these points mentioned in the article regarding the language of a work of art are studied in detail and full hypotheses are put forward on the topic.

Keywords. Fiction, metaphors, artistic style, imagery, artistic language

Literature is the art of words. This means that one of the main tools for describing life and people in literature is the word, the literary language.

In fiction, language is the main material used to create artistic images, life pictures, human characters, in short, a literary work. Language constitutes the form of fiction.

The language of fiction is based on the beauty, power, depth and richness of the folk language. However, there is a certain difference between the spoken language of the people and the language of literary works created by artists. The artist, using the language of the character with great skill, works on it like a sculptor, and as a result, the folk language rises as a more perfect, more lively and expressive language.

The language of fiction is an artistic language, a figurative language. Artistic language does not consist of “beautiful”, “ornate” words. The writer’s skill lies in expressing his idea clearly and fluently through the use of simple folk words.

For a true artist, it is necessary to be widely acquainted with the vocabulary of the language and to be able to choose from it the words that express the most accurate and honest idea. The writer must know the value, value, elegance, and even the most subtle meaning of the word.

Great writers have always worked tirelessly on the word. In a work of fiction, the language should be clear and meaningful, each word should be used in its place and meaningfully, be expressive and harmonious, correctly

and vividly convey the realities of life, correctly and concisely reflect the events it describes. A writer can achieve this only as a result of great labor. The great Azerbaijani poet Nizami Ganjavi writes:

It is easy to give order to words, easy

But you must put your soul into poetry.

One of the features of the literary language is its richness. The writer describes his hero in connection with various events, people, and circumstances. Therefore, the writer's vocabulary should be wide. He should know words related to various areas of life.

While the language has a unified character, it is somewhat equalized in the speech of people belonging to different groups. The writer must know the words of each group, each field. However, these words should not be used randomly, but to typify and individualize the language of the image.

The writer can also use dialect and dialect words in the language of the images, but these should be used both sparingly and when necessary.

There are such characteristic features of the artistic language that we see in all its perfection neither in the literary language nor in the living spoken language. This feature shows not the generality of the artistic language, but its particularity and specificity. In fiction, the idea is expressed figuratively. This means that the artistic language is a figurative language. Not every word that is used unconditionally in the national language has the right and opportunity to enter the artistic language with the same freedom. Dialect words, specialized words related to this or that field are not used in the artistic language.

An important feature of art and beauty in the language is diversity, conciseness, and laconic expression. These expressions, which are most famous and memorized in literary works, oral and living language, are called aphorisms.

In colloquial language, or in the language of scientific works, meaning and content are the main ones. This is also the case in literary language. However, in addition to meaning and content, literary language should also be beautiful in form, harmony, music and pronunciation. What is required of the language of a literary work is that the same sounds do not get mixed up, do not make the expression difficult, do not create sound and harmony difficulties in the language.

In literary language, words are used in two systems, or rather, in two meanings: direct-lexical (original) and figurative. The main condition for the use of direct words in literary language is that, in addition to the meaning and content of the word, it should have music, harmony, beauty of pronunciation, and at the same time be concise.

In the literary language, foreign words (barbarisms), neologisms, archaisms, vulgarisms (obscene words), jargonisms, dialectisms and provincialisms (localism) are also used.

M. Rafili explains jargonism as follows: jargonism refers to special words and expressions used by a group of people in one or another circle of life. For example, there is a conventional language called the jargon of thieves, hooligans, and merchants.

In the “Fundamentals of Literary Criticism”, jargonism refers to the introduction of professional words that are specific to only one field of economy, technology or science and are difficult for general readers to understand in a literary work.

References:

1. Ganjavi N. Khamsa. Baku, 2023, 228 p.
2. Ismayil Z. Literary and artistic language and linguistics research. In 3 volumes. Volume I. Baku: Science and Education, 2020, 223 p.
3. Mikayilov Sh. Theory of Literature. Baku: Maarif, 2000, 196 p.
4. Rafil M. On some issues of our literary studies // Literature newspaper // 1951, June 5, N16, P.1
5. Vagif M. P. Works, Baku: Azernashr, 1957, 247 p.
6. Yusifoglu R. Fundamentals of literary studies. Baku: ADPU, 2009, 288 p.

MÜƏLLİM ŞƏXSİYYƏTİNİN ŞAĞİRDİN XARAKTERİNİN FORMALAŞMASINDA ROLU

EMİLYA Hüseynova

Akademik Həsən Əliyev küçəsi 104, Azərbaycan Dövlət Pedagoji Universiteti, Ümumi pedaqogika

kafedrası, pedaqogika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent

ORCID: 0009-0003-4470-5440

Özet

Müasir təhsil transformasiyaları və gənc nəslin təhsil keyfiyyətinə artan tələblər kontekstində müəllim şəxsiyyətinin şagird xarakterinin inkişafına təsiri xüsusilə aktuallaşmışdır. Məktəb təkcə bilik ötürülməsi üçün məkan deyil, həm də insanın dünyagörüşünün, mənəvi dəyərlərinin və davranış münasibətlərinin təməlinin qoyulduğu sosial-mədəni mühit kimi xidmət edir. Bu prosesdə müəllim mərkəzi mövqe tutur, təkcə təhsil sahəsində mütəxəssis kimi deyil, həm də müəyyən dəyərlərin, normaların və davranış modellərinin daşıyıcısı kimi çıxış edir. Bu məqalənin məqsədi müasir pedaqoji yanaşmalar nəzərə alınmaqla müəllim şəxsiyyətinin şagird xarakterinin inkişafında rolunun hərtərəfli nəzəri təhlilini təqdim etməkdir.

Bu məqalədə müəllim şəxsiyyəti peşəkar səriştələr, mənəvi və etik keyfiyyətlər, ünsiyyət mədəniyyəti, emosional zəka və refleksiv qabiliyyətlər daxil olmaqla çoxkomponentli bir varlıq kimi araşdırılır. Xüsusilə müəllim və şagird arasında şəxsi qarşılıqlı əlaqə vasitəsilə yalnız biliklərin deyil, həm də dəyər istiqamətlərinin ötürüldüyünə diqqət yetirilir. Bu kontekstdə müəllim məsuliyyət, dürüstlük, hörmət, tolerantlıq, intizam və özünə nəzarət kimi keyfiyyətlərin inkişafına təsir göstərən əhəmiyyətli bir yetkin və rol modeli kimi çıxış edir.

Məqalədə müəllimin şagird inkişafına təsirini anlamaq üçün əsas pedaqoji yanaşmalar, o cümlədən humanist, şagird mərkəzli, sosiomədəni və fəaliyyətə əsaslanan yanaşmalar təhlil edilir. Bu yanaşmalar daxilində əsas məsələnin şagirdin unikallığını tanımaq, özünüdərk üçün şərait yaratmaq və öyrənmədə subyektiv mövqe inkişaf etdirmək olduğu vurğulanır. Pedaqoji ünsiyyət tərzı mühüm rol oynayır: demokratik üslub müsbət özünəhərməti, inamı və daxili motivasiyanı təşviq edir, avtoritar üslub isə təşəbbüsün yatırılmasına, özünəhərmətin azalmasına və asılı davranışın inkişafına səbəb ola bilər.

Məqalədə xüsusilə müəllimin təhsil prosesində yaratdığı emosional və psixoloji iqlimin təhlilinə diqqət yetirilir. Müəllimin qonaqpərvər, dəstəkləyici və empatik mövqeyi şagirdlərin özlərini inamlı və təlim fəaliyyətlərində fəal iştirak etməyə hazır hiss etdikləri təhlükəsiz bir təhsil mühiti yaradır. Rəy, pedaqoji dəstək və ədalətli qiymətləndirmənin şagirdlərin şəxsi keyfiyyətlərinin inkişafına təsiri araşdırılır.

Məqalədə həmçinin müəllim şəxsiyyətinin müsbət təsirini məhdudlaşdıran amillər, o cümlədən peşəkar tükənmə, iş yükü, pedaqoji mədəniyyətin qeyri-kafiliyi və peşəkar inkişaf üçün şəraitin olmaması müəyyən edilir. Yalnız peşəkar deyil, həm də fərdi keyfiyyətlərin, o cümlədən refleksivliyin, emosional sabitliyin və ünsiyyət bacarıqlarının inkişaf etdirilməsinə yönəlmiş sistemli müəllim hazırlığına ehtiyac vurğulanır.

Nəticə olaraq, məqalədə müəllim şəxsiyyətinin tələbə xarakterinin formalaşmasında əsas amil olduğu və onun məqsədyönlü inkişafı müasir təhsil siyasətində prioritet hesab edilməli olduğu qənaətinə gəlinir. Effektiv pedaqoji təsir yalnız peşəkarlıq və yüksək şəxsi keyfiyyətlərin ahəngdar birləşməsi ilə mümkündür ki, bu da sosial cəhətdən yetkin, məsuliyyətli və müstəqil tələbələrin inkişafına töhfə verir.

Açar sözlər: müəllim şəxsiyyəti, xarakter inkişafı, tələbə, pedaqoji qarşılıqlı əlaqə, şəxsi inkişaf

THE ROLE OF THE TEACHER'S PERSONALITY IN THE FORMATION OF THE STUDENT'S CHARACTER

EMİLYA Huseynova

Academician Hasan Aliyev Str.104, Azerbaijan State Pedagogical University, Department of General Pedagogy, Doctor of Philosophy in Pedagogy, Associate Professor

ORCID: 0009-0003-4470-5440

Abstract

In the context of modern educational transformations and increasing demands on the quality of education for the younger generation, the influence of the teacher's personality on the development of student character has become particularly relevant. School serves not only as a space for the transfer of knowledge but also as a socio-cultural environment where the foundations of a person's worldview, moral values, and behavioral attitudes are laid. In this process, the teacher occupies a central position, acting not only as a professional in the field of education but also as a bearer of certain values, norms, and behavioral models. The purpose of this article is to provide a comprehensive theoretical analysis of the role of the teacher's personality in the development of student character, taking into account modern pedagogical approaches.

This article examines the teacher's personality as a multi-component entity, including professional competencies, moral and ethical qualities, communicative culture, emotional intelligence, and reflective abilities. Particular attention is paid to the fact that it is through the personal interaction between teacher and student that not only knowledge but also value orientations are transmitted. In this context, the teacher acts as a significant adult and role model, influencing the development of such qualities as responsibility, honesty, respect, tolerance, discipline, and self-control.

The article analyzes the main pedagogical approaches to understanding the teacher's influence on student development, including humanistic, student-centered, sociocultural, and activity-based approaches. It emphasizes that within these approaches, the key is recognizing the student's uniqueness, creating conditions for self-realization, and developing a subjective position in learning. The style of pedagogical communication plays a significant role: a democratic style promotes positive self-esteem, confidence, and intrinsic motivation, while

an authoritarian style can lead to the suppression of initiative, decreased self-esteem, and the development of dependent behavior.

The article particularly focuses on the analysis of the emotional and psychological climate created by the teacher in the educational process. A teacher's welcoming, supportive, and empathetic stance fosters a safe educational environment in which students feel confident and ready to actively participate in learning activities. The impact of feedback, pedagogical support, and fair assessment on the development of students' personal qualities is examined.

The paper also identifies factors limiting the positive impact of teacher personality, including professional burnout, workload, insufficient pedagogical culture, and a lack of conditions for professional development. The need for systematic teacher training aimed at developing not only professional but also personal qualities, including reflexivity, emotional stability, and communicative competence, is emphasized.

Keywords: teacher personality, character development, student, pedagogical interaction, personal development

RƏQƏMSAL TƏHSILDƏ AKADEMİK DÜRÜSTLÜK PROBLEMI

Gular NURİYEVA

Akademik Həsən Əliyev küçəsi 104, Azərbaycan Devlet Pedagoji Universiteti, Ümumi pedaqoji bölümü,
öğretmen

ORCID: 0009-0001-3926-480X

Özet

Ali təhsilin sürətli rəqəmsallaşması ilə akademik dürüstlük məsələsi xüsusi əhəmiyyət kəsb edir və müasir təhsil siyasəti üçün əsas problemə çevrilir. Onlayn platformaların, distant təhsil sistemlərinin, elektron kitabxanaların və rəqəmsal vasitələrin aktiv tətbiqi təhsil resurslarına çıxışı əhəmiyyətli dərəcədə genişləndirir və təhsil prosesinin çevikliyini artırır. Eyni zamanda, bu dəyişikliklər akademik dürüstlük prinsiplərinin pozulması ilə bağlı yeni risklər yaradır ki, bu da təhsilin keyfiyyətinə və təlim nəticələrinə inama mənfi təsir göstərir. Bu məqalənin məqsədi rəqəmsal təhsil mühitində akademik dürüstlük məsələsini hərtərəfli təhlil etmək, eləcə də onun pozulmasına səbəb olan amilləri və onu təmin etmək mexanizmlərini müəyyən etməkdir.

Bu məqalədə akademik dürüstlük ali təhsilin fundamental dəyəri kimi araşdırılır və dürüstlük, məsuliyyət, şəffaflıq, əqli mülkiyyətə hörmət və tədris və tədqiqatlarda etik standartlara riayət olunmasını əhatə edir. Rəqəmsallaşma kontekstində akademik davranış pozuntularının transformasiyasına xüsusi diqqət yetirilir. Ən çox rast gəlinən pozuntulara plagiat, öz-özünə plagiat, tapşırıqların yerinə yetirilməsində üçüncü tərəf köməyindən istifadə, tamamlanmış işlərin satın alınması, icazəsiz əməkdaşlıq və məlumatların lazımi şəkildə tanınmadan və tənqidi nəzərdən keçirilmədən süni intellekt texnologiyalarından istifadə daxildir.

Akademik dürüstlüyə təsir edən əsas pedaqoji və təşkilati amillər təhlil edilir. Bunlara tələbələr arasında akademik mədəniyyətin yetərinə inkişaf etməməsi, mənbələrlə işləmək üçün sitat standartları və qaydaları barədə aşağı məlumatlılıq, qiymətləndirmə prosedurlarının formal təbiəti və müəllim heyətinin rəqəmsal mühitdə təhsil fəaliyyətlərinə nəzarət etmək və izləmək imkanlarının məhdudluğu daxildir. İnstitusional çətinliklər, o cümlədən aydın şəkildə müəyyən edilmiş akademik dürüstlük siyasətlərinin olmaması, rəqəmsal yoxlama vasitələrinin kifayət qədər integrasiya edilməməsi və müəllim heyəti üçün metodoloji dəstəyin olmaması da nəzərə alınır.

Məqalədə həmçinin akademik dürüstlüyün təmin edilməsi üçün effektiv pedaqoji və texnoloji yanaşmalar araşdırılır. Bunlara formativ qiymətləndirmənin tətbiqi, analitik, tədqiqat və yaradıcı fəaliyyətlərə yönəlmiş tapşırıqların hazırlanması, plagiat əleyhinə sistemlərin, nəzarətin və digər rəqəmsal qiymətləndirmə vasitələrinin istifadəsi və ixtisaslaşmış təhsil modulları vasitəsilə tələbələrdə davamlı etik münasibətlərin inkişaf etdirilməsi daxildir. Qiymətləndirmənin cəza modelindən tələbənin məsuliyyət və məlumatlılığının inkişafına əsaslanan profilaktik və təhsil modelinə keçidin vacibliyi vurğulanır.

Açar sözlər: akademik dürüstlük, rəqəmsal təhsil, ali təhsil, akademik davranış pozuntusu, təhsil mühiti

THE PROBLEM OF ACADEMIC INTEGRITY IN DIGITAL EDUCATION

Gular NURIYEVA

Academic Hasan Aliyev str. 104, Azerbaijan State Pedagogical University, Department of General Pedagogy, teacher ORCID: 0009-0001-3926-480X

Abstract

With the rapid digitalization of higher education, the issue of academic integrity is acquiring particular significance and becoming a key challenge for modern educational policy. The active implementation of online platforms, distance learning systems, electronic libraries, and digital tools significantly expands access to educational resources and increases the flexibility of the educational process. At the same time, these changes create new risks associated with the violation of the principles of academic integrity, which negatively impacts the quality of education and trust in learning outcomes. The purpose of this article is to comprehensively analyze the issue of academic integrity in the digital educational environment, as well as to identify the factors contributing to its violation and mechanisms for ensuring it.

This article examines academic integrity as a fundamental value of higher education, encompassing honesty, responsibility, transparency, respect for intellectual property, and adherence to ethical standards in teaching and research. Particular attention is paid to the transformation of academic misconduct in the context of digitalization. The most common violations include plagiarism, self-plagiarism, the use of third-party assistance in completing assignments, the purchase of completed papers, unauthorized collaboration, and the use of artificial intelligence technologies without proper acknowledgment and critical review of information.

Key pedagogical and organizational factors influencing academic integrity are analyzed. These include the insufficient development of an academic culture among students, low awareness of citation standards and rules for working with sources, the formal nature of assessment procedures, and the limited ability of faculty to oversee and monitor educational activities in the digital environment. Institutional challenges are also considered, including the absence of clearly defined academic integrity policies, the insufficient integration of digital verification tools, and the lack of methodological support for faculty.

The article also explores effective pedagogical and technological approaches to ensuring academic integrity. These include the implementation of formative assessment, the development of assignments focused on analytical, research, and creative activities, the use of anti-plagiarism systems, proctoring, and other digital assessment tools, and the development of sustainable ethical attitudes in students through specialized educational modules. The importance of shifting from a punitive model of assessment to a preventive and educational model based on the development of student responsibility and awareness is emphasized.

Keywords: academic integrity, digital education, higher education, academic misconduct, educational environment

FORMAL MƏNTİQ VƏ İNFORMATİKA: NƏZƏRİ BAZA VƏ PRAKTİK İSTİFADƏ SAHƏLƏRİ

Almaszadə Gülsüm Siyavuş qızı

ADPU -un nəzdində ADPK-nın müəllimi

galmaszade@gmail.com

İnformatika texnologiyası

Xülasə

Bu məqalədə formal məntiq ilə informatika elmi arasındakı qarşılıqlı əlaqə sistemli şəkildə təhlil olunur və onların nəzəri əsasları ilə praktik tətbiq sahələri araşdırılır. Müasir informatika yalnız texnoloji yeniliklərlə məhdudlaşmır, eyni zamanda riyazi və məntiqi prinsiplərə əsaslanan fundamental bir elm sahəsidir. Məqalədə göstərilir ki, məntiq informatikada alqoritmlərin qurulması, proqramlaşdırma dillərinin semantikasi, verilənlərin emalı və süni intellekt sistemlərinin inkişafında mühüm rol oynayır.

Xüsusilə, formal məntiqin əsas anlayışları – mülahizələr, predikatlar və nəticə çıxarma qaydaları informatikanın əsas problemlərinin həllində geniş tətbiq olunur. Alqoritmlərin strukturu, proqramların düzgünlüyünün yoxlanılması və hesablama modellərinin qurulması məntiqi formalizmlər üzərində qurulmuşdur. Turing maşını, lambda hesabı və formal sistemlər kimi nəzəri modellər bu əlaqənin klassik nümunələri kimi təqdim edilir. Məqalədə həmçinin proqramlaşdırma dillərinin sintaksis və semantik xüsusiyyətlərinin məntiq vasitəsilə izah olunduğu göstərilir. Verilənlər bazalarında sorğuların təşkili, süni intellektdə biliklərin təqdimatı və avtomatik nəticə çıxarma sistemləri də məntiqi yanaşmanın praktik tətbiqləri kimi təhlil edilir.

Nəticə etibarilə, məntiq və informatika arasında sıx əlaqə mövcuddur və bu əlaqə müasir rəqəmsal texnologiyaların inkişafında əsas rol oynayır. Məntiq informatikaya nəzəri dayaq verir, informatika isə məntiqi prinsiplərin tətbiqi üçün geniş imkanlar yaradır.

Açar sözlər: formal məntiq, informatika, alqoritm, proqramlaşdırma, süni intellekt, verilənlər bazası

Abstract

This article systematically analyzes the interrelationship between formal logic and computer science, exploring both their theoretical foundations and practical applications. Modern computer science is not limited to technological advancements; it is also a fundamental discipline grounded in mathematical and logical principles. The study highlights that logic plays a crucial role in the construction of algorithms, the semantics of programming languages, data processing, and the development of artificial intelligence systems.

In particular, the core concepts of formal logic—propositions, predicates, and inference rules—are widely applied in solving fundamental problems in computer science. The structure of algorithms, verification of program correctness, and the development of computational models are all based on logical formalism. The Turing machine, lambda calculus, and formal systems are presented as classical examples illustrating this connection.

The article also explains how the syntactic and semantic properties of programming languages are described through logic. Furthermore, database query processing, knowledge representation in artificial intelligence, and automated reasoning systems are analyzed as practical applications of logical approaches.

In conclusion, there is a strong and inseparable connection between logic and computer science, which plays a key role in the development of modern digital technologies. Logic provides the theoretical foundation for computer science, while computer science offers broad opportunities for the application of logical principles.

Keywords: formal logic, computer science, algorithm, programming, artificial intelligence, databases

Məntiq və informatika arasında əlaqə müasir elmin ən mühüm istiqamətlərindən biridir. Məntiq qədim dövrlərdən etibarən düzgün düşünmə və nəticə çıxarma qaydalarını öyrənən elm sahəsi kimi formalaşmışdır. İnformatika isə XX əsrdə yaranaraq informasiyanın emalı, saxlanması və ötürülməsi proseslərini öyrənən bir sahə kimi inkişaf etmişdir. Bu iki sahə arasında əlaqə ilk növbədə onların ümumi məqsədində – düzgün və əsaslandırılmış nəticələrin əldə edilməsində özünü göstərir. Formal məntiq mülahizələrin strukturunu və onların doğruluq şərtlərini araşdırır. Bu isə informatikada alqoritmlərin və proqramların düzgün işləməsinin təmin olunması üçün vacibdir. Məsələn, bir proqramın düzgün işləməsi onun daxil olan verilənlərə uyğun olaraq düzgün nəticə çıxarması ilə müəyyən edilir ki, bu da məntiqi baxımdan əsaslandırılmalıdır. Alqoritm müəyyən bir məsələnin həlli üçün sonlu sayda addımlardan ibarət olan prosedurdur. Hər bir alqoritm məntiqi struktura əsaslanır. Bu strukturlar şərt operatorları (if–then–else), dövrlər (for, while) və ardıcılıq prinsipi ilə ifadə olunur. Məntiq alqoritmlərin düzgünlüyünün sübutunda mühüm rol oynayır. Proqramın düzgünlüyü onun spesifikasiyaya uyğun işləməsi deməkdir. Bu isə formal məntiq vasitəsilə sübut olunur. Məsələn, Hoare məntiqi proqramların düzgünlüyünü yoxlamaq üçün istifadə edilən mühüm metodlardan biridir. Proqramlaşdırma dilləri formal dillərdir və onların sintaksisi və semantikasi məntiq vasitəsilə izah olunur. Sintaksis proqramın

strukturunu, semantika isə onun mənasını müəyyən edir. Məntiq proqramlaşdırma dillərinin dizaynında və tətbiqində mühüm rol oynayır. Xüsusilə funksional proqramlaşdırma dillərində (məsələn, Haskell) və məntiqi proqramlaşdırma dillərində (məsələn, Prolog) məntiq birbaşa əsas prinsip kimi istifadə olunur. Hesablama nəzəriyyəsi informatikanın fundamental sahələrindən biridir və bu sahə məntiqi modellərə əsaslanır. Turing maşını və lambda hesabı kimi modellər hesablamanın sərhədlərini müəyyən edir. Bu modellər göstərir ki, hansı məsələlər hesablanı biləndir və hansıları deyil. Bu isə informatikanın nəzəri əsaslarını təşkil edir və məntiqin tətbiqi ilə mümkün olur. Süni intellekt sistemləri biliklərin təqdimatı və nəticə çıxarma mexanizmlərinə əsaslanır. Bu proseslər isə məntiqsiz mümkün deyil. Ekspert sistemləri, ontologiyalar və avtomatik sübut sistemləri məntiqi prinsiplərə əsaslanır. Məsələn, ekspert sistemləri müəyyən qaydalar əsasında qərar qəbul edir. Bu qaydalar isə “əgər... onda...” formasında məntiqi ifadələrlə təqdim olunur. Verilənlər bazalarında məlumatların idarə olunması məntiqi əməliyyatlara əsaslanır. SQL sorğuları seçmə, filtrasiya və əlaqələndirmə əməliyyatlarını məntiqi şərtlər vasitəsilə həyata keçirir. Məsələn, “WHERE” operatoru məntiqi şərtlərə əsaslanaraq məlumatların seçilməsini təmin edir. Bu isə məntiqin praktiki tətbiqinə nümunədir. Proqram təminatının keyfiyyətinin təmin olunması üçün onun test edilməsi və yoxlanılması vacibdir. Formal metodlar proqramların düzgünlüyünü sübut etməyə imkan verir. Bu metodlar məntiqə əsaslanır. Model checking və formal verifikasiya kimi yanaşmalar proqram təminatının səhvlərini aşkar etmək üçün istifadə olunur. Müasir dövrdə məntiq və informatika arasındakı əlaqə daha da güclənir. Xüsusilə süni intellekt, böyük verilənlər və kvant hesablama kimi sahələrdə məntiqin rolu artır. Gələcəkdə məntiqin informatika sahəsində daha geniş tətbiq olunacağı gözlənilir. Bu isə yeni texnologiyaların inkişafına təkan verəcəkdir.

Ədəbiyyat və istinadlar (Azərbaycan mənbələri)

1. Məmmədov, R. *İnformatikanın əsasları*. Bakı: Təhsil nəşriyyatı, 2019.
2. Əliyev, A. *Riyazi məntiq*. Bakı: Elm, 2015.
3. Həsənov, E. *Proqramlaşdırmanın nəzəri əsasları*. Bakı: ADPU nəşri, 2020.
4. Quliyev, T. *Verilənlər bazası sistemləri*. Bakı: Bakı Universiteti nəşri, 2018.
5. Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyi. *İnformatika kurikulumu*, 2020.
6. İsmayılov, N. *Süni intellekt və onun əsasları*. Bakı: Elm və Təhsil, 2021.
7. Rzayev, K. *Alqoritmlər və proqramlaşdırma*. Bakı: Çarşıoğlu, 2017.

MƏNTİQİ SXEMLƏRİN QURULMASI VƏ ANALİZ ÜSULLARI

Cəfərova Ülviyyə Əhməd

ADPU-nun nəzdində ADPK-nın müəllimi

E-mail: ulviyveceferli13@gmail.com

Xülasə: Məntiqi sxemlər müasir hesablama sistemlərinin və avtomatlaşdırılmış idarəetmə proseslərinin əsas struktur elementlərindən biridir. Bu məqalədə məntiqi sxemlərin qurulma prinsipləri, onların analiz üsulları, klassik və müasir yanaşmalar təhlil olunmuş, eyni zamanda tətbiq sahələrinə dair nümunələr verilmişdir. Məqalə tədris və tədqiqat məqsədilə istifadə üçün nəzərdə tutulmuşdur.

Açar sözlər: Məntiqi sxem, boolean cəbr, kombinator sxem, ardıcıl sxem, analiz üsulu, Karnaugh cədvəli, Venn diaqramı, Verilog.

Məntiqi sxemlər riyazi məntiq və kompüter elmləri sahəsində əsas anlayışlardan biri olmaqla, informasiya axınının idarə olunmasında və verilənlərin işlənməsində geniş tətbiq olunur. Bu sxemlər elektron cihazların funksiyalarını vizual və funksional şəkildə təsvir etməyə imkan verir. Məqalənin məqsədi bu sxemlərin qurulması və onların analiz üsullarını sistemli şəkildə izah etməkdir. Rəqəmsal elektronikanın inkişafı ilə məntiqi sxemlərin dizaynı daha mürəkkəb xarakter almışdır ki, bu da effektiv analiz və minimallaşdırma üsullarının tətbiqini zəruri edir. Məntiqi sxemlər informasiyanı ikilik (binary) sistemdə işləyən rəqəmsal dövrlərdir. Funksional xüsusiyyətlərinə görə iki əsas qrupa bölünür: Kombinator sxemlər: Çıxış siqnalı verilmiş zaman anında yalnız daxil olan siqnalların kombinasiyasından asılıdır. Burada yaddaş elementi yoxdur (məsələn: şifrələyicilər, deşifratorlar, cəmləyicilər). Ardıcıl (Yaddaşlı) sxemlər: Çıxış siqnalı həm daxil olan siqnallardan, həm də sxemin əvvəlki vəziyyətindən (yaddaşdan) asılıdır. Bu sxemlərə triggerlər (flip-flops), sayğaclar və registrlər daxildir. Məntiqi sxemlərin işləmə prinsipi Boole cəbrinə (Məntiq cəbrinə) əsaslanır. Ən geniş istifadə olunan təməl məntiq funksiyaları (məntiq ventilləri) bunlardır:

NOT (İnkər, INVERTER): Girişdəki siqnalın əksini verir ($F = \neg A$ və ya $F = A'$).

AND (Və, Konyunksiya): Bütün girişlər 1 olduqda çıxış 1 olur ($F = A \cdot B$).

OR (Və ya, Disyunksiya): Girişlərdən ən azı biri 1 olduqda çıxış 1 olur ($F = A + B$).

XOR (Müstəsna və ya): Girişlər fərqli olduqda çıxış 1 olur ($F = A \oplus B$).

Məntiqi sxemin qurulmasının ilk mərhələsi problemin riyazi modelinin yaradılmasıdır. Bunun üçün verilən məntiq funksiyasının həqiqət cədvəli (Truth Table) tərtib edilir. Bu cədvələ əsasən funksiyanın kanonik formaları qurulur.

SDNF (Mükəmməl Disyunktiv Normal Forma): Həqiqət cədvəlində çıxışın "1" olduğu sətirlərə əsasən mintermlərin (konyunksiyaların) cəmi şəklində yazılır.

SKNF (Mükəmməl Konyunktiv Normal Forma): Çıxışın "0" olduğu sətirlərə əsasən makstermlərin (disyunksiyaların) hasili şəklində yazılır. Kanonik formalarla qurulan sxemlər adətən çoxlu sayda məntiq ventili tələb edir. Bu isə sxemin qiymətinin artmasına, ölçüsünün böyüməsinə və işləmə sürətinin aşağı düşməsinə səbəb olur. Buna görə də, sxem qurulmazdan əvvəl funksiya minimallaşdırılmalıdır:

Boole cəbri qanunları ilə analitik minimallaşdırma: Riyazi qanunlar (De Morqan qanunları, udma qanunu və s.) tətbiq edilərək ifadə sadələşdirilir.

Karnaugh cədvəlləri (K-Maps): Dəyişənlərin sayı 6-a qədər olduqda istifadə edilən ən effektiv qrafik minimallaşdırma üsuludur. Qonşu xanalar qruplaşdırılaraq izafi dəyişənlər ixtisar edilir.

Quine-McCluskey (Cədvəl) üsulu: Dəyişənlərin sayı çox olduqda və prosesin kompüter alqoritmi vasitəsilə avtomatlaşdırılması tələb edildikdə istifadə olunur. Praktikada sxemləri yalnız AND, OR və NOT elementləri ilə deyil, universal ventillər olan NAND (VƏ-DEYİL) və NOR (VƏ YA-DEYİL) elementləri ilə qurmaq daha sərfəlidir. İstənilən məntiqi funksiyanı yalnız NAND və ya yalnız NOR ventilləri istifadə edərək reallaşdırmaq mümkündür. Analiz prosesi, artıq mövcud olan (qurulmuş) bir sxemin necə işlədiyini, hansı məntiqi funksiyanı yerinə yetirdiyini müəyyən etmək üçün aparılır. Bu üsulda sxemə baxılaraq girişdən çıxışa doğru məntiqi ifadələr yazılır. Əldə edilmiş ümumi riyazi ifadə sadələşdirilərək sxemin asılılıq funksiyası (Boolean ifadəsi) tapılır. Daha sonra bu ifadə əsasında həqiqət cədvəli qurulur ki, bu da sxemin bütün mümkün giriş kombinasiyalarına verəcəyi reaksiyanı tam əks etdirir. Xüsusilə ardıcıl sxemlərin və trigerlərin analizində zaman diaqramlarından istifadə edilir. Bu diaqramlar giriş siqnallarının dəyişməsi ilə çıxış siqnallarının zamana görə (takt tezliyi əsasında) necə dəyişdiyini qrafik şəkildə göstərir. Müasir dövrdə milyonlarla tranzistordan ibarət olan mikrosxemləri əllə analiz etmək qeyri-mümkündür. Bunun üçün EDA (Electronic Design Automation) proqram təminatlarından istifadə olunur.

Simulyasiya proqramları: Proteus, NI Multisim, Logisim kimi proqramlarda sxem vizual olaraq yığılır və işləmə prosesi simulyasiya edilir.

Aparat Təsvir Dilləri (HDL): Mürəkkəb sxemlər Verilog və ya VHDL proqramlaşdırma dilləri vasitəsilə kodla təsvir edilir, analiz edilir və FPGA (Field Programmable Gate Array) çiplərinə yüklənərək sınaqdan keçirilir. Məntiqi sxemlərin qurulması və analizi müasir rəqəmsal texnologiyaların təməl daşdır. Məqalədə aparılan təhlillər göstərir ki, klassik Həqiqət cədvəli və Karnaugh diaqramlarından tutmuş, müasir Verilog proqramlaşdırma mühitlərinə qədər olan təkamül prosesi sxemlərin daha sürətli, dəqiq və minimal resurslarla işləməsinə təmin edir. Məntiqi dövrlərin effektiv dizaynı mikroprosessorların, yaddaş qurğularının və avtomatika sistemlərinin optimallaşdırılmasında həlledici rola malikdir.

ƏDƏBİYYAT SİYAHISI

1. M. Morris Mano, Michael D. Ciletti. *"Digital Design: With an Introduction to the Verilog HDL"*. Pearson, 5th Edition, 2012.
2. Thomas L. Floyd. *"Digital Fundamentals"*. Pearson Education, 11th Edition, 2014.
3. Kərimov S.Q., Həbibullayev S.B. *"İnformatika və Hesablama texnikasının əsasları"*. Bakı, 2005.
4. Qurbanov A.H. *"Rəqəmsal elektronika və mikroprosessor texnikası"*. Bakı, "Təhsil" nəşriyyatı, 2010.
5. Roth, Charles H., and Larry L. Kinney. *"Fundamentals of Logic Design"*. Cengage Learning, 2013.

KOMPÜTER ŞƏBƏKƏLƏRİNİN ƏSASLARI: PROTOKOLLAR, İDARƏETMƏ VƏ MONİTORİNG PRİNSİPLƏRİ

AĞAKİŞLBƏYLİ Sevinc Yavər

ADPU-nun nəzdində ADPK-nin İnformatika müəllimi

rasulova1968@mail.ru

Xülasə

Bu məqalə “Kompüter şəbəkələri” sahəsinə yeni başlayanlar üçün nəzərdə tutulmuş və şəbəkə texnologiyalarının əsas prinsiplərini sadə və anlaşıqlı şəkildə izah etməyi məqsəd qoymuşdur. Məqalədə kompüter şəbəkələrinin mahiyyəti, quruluşu və növləri ümumi səviyyədə təqdim olunur. Xüsusilə, şəbəkələrin əhatə dairəsinə görə LAN (yerli şəbəkə) və WAN (qlobal şəbəkə) kimi əsas kateqoriyalara bölünməsi izah edilir, onların fərqli xüsusiyyətləri müqayisəli şəkildə şərh olunur. Bununla yanaşı, şəbəkələrin işləməsində mühüm rol oynayan əsas avadanlıqlar – kommutator (switch) və marşrutlaşdırıcı (router) haqqında məlumat verilir. Məqalədə şəbəkə modelləri və protokollar xüsusi yer tutur. OSI və TCP/IP modelləri vasitəsilə kompüterlər arasında məlumat mübadiləsinin necə təşkil olunduğu izah edilir. IP, TCP və UDP kimi əsas protokolların funksiyaları, həmçinin HTTP və HTTPS protokollarının veb mühitində rolu açıqlanır. Bu yanaşma istifadəçilərə şəbəkə daxilində məlumat ötürülməsi prosesini daha yaxşı anlamağa kömək edir. Bundan əlavə, şəbəkə idarəetməsi və monitorinq məsələləri geniş şəkildə işıqlandırılır. Monitorinq anlayışı, onun əhəmiyyəti və əsas göstəriciləri – gecikmə (latency), bant genişliyi (bandwidth) və işləmə müddəti (uptime) kimi meyarlar izah olunur. SNMP protokolu və Ping, Traceroute kimi alətlər, həmçinin Zabbix və digər proqram təminatları nümunə kimi təqdim edilir. Nəticə etibarilə, məqalə şəbəkələrin qurulması, idarə olunması və təhlükəsiz fəaliyyətinin təmin edilməsi üçün zəruri olan baza biliklərini sistemli şəkildə təqdim edir.

Açar sözlər: Kompüter şəbəkələri, TCP/IP, OSI modeli, şəbəkə protokolları, LAN, şəbəkə idarəetməsi, monitorinq, SNMP.

GİRİŞ

Müasir informasiya cəmiyyətində kompüter şəbəkələri həyatın ayrılmaz tərkib hissəsinə çevrilmişdir. İstər fərdi istifadə səviyyəsində, istərsə də global miqyasda informasiya mübadiləsinin təmin olunması məhz şəbəkə texnologiyalarının inkişafı ilə mümkün olmuşdur. Bu gün insanlar gündəlik fəaliyyətlərində – elektron poçt göndərmək, sosial şəbəkələrdən istifadə etmək, onlayn dərslərə qoşulmaq, bank əməliyyatları aparmaq və ya bulud xidmətlərindən yararlanmaq kimi proseslərdə kompüter şəbəkələrinin imkanlarından geniş şəkildə istifadə edirlər. Bu isə göstərir ki, şəbəkələr artıq yalnız texniki mütəxəssislərin maraq dairəsində deyil, cəmiyyətin bütün təbəqələri üçün vacib infrastruktura çevrilmişdir. Ən sadə təriflə kompüter şəbəkəsi – iki və ya daha çox kompüterin və digər rəqəmsal cihazların məlumat mübadiləsi və resurs paylaşımı məqsədilə bir-birinə qoşulmasıdır. Bu resurslara fayllar, printerlər, program təminatları və internet bağlantısı daxildir. Şəbəkələrin əsas üstünlüklərindən biri məhz bu paylaşım imkanlarıdır ki, bu da həm vaxt, həm də maddi resurslara qənaət etməyə şərait yaradır. Kiçik bir ev şəbəkəsindən tutmuş, milyonlarla cihazı birləşdirən global internet sisteminə qədər bütün şəbəkələr eyni fundamental prinsiplər əsasında fəaliyyət göstərir.

Kompüter şəbəkələrinin inkişafı informasiya texnologiyalarının digər sahələrinin də sürətli irəliləyişinə səbəb olmuşdur. Xüsusilə bulud texnologiyaları, “Böyük verilənlər” (Big Data), süni intellekt və “Əşyaların interneti” (IoT) kimi müasir konsepsiyalar şəbəkə infrastrukturu olmadan mümkün deyil. Bu texnologiyalar vasitəsilə böyük həcmli məlumatların emalı, uzaqdan idarəetmə və real vaxt rejimində kommunikasiya təmin olunur. Nəticədə, həm fərdi istifadəçilər, həm də iri təşkilatlar üçün daha çevik və effektiv iş mühiti formalaşır. Bununla yanaşı, şəbəkələrin düzgün qurulması və idarə olunması xüsusi bilik və bacarıqlar tələb edir. Şəbəkədə məlumatların təhlükəsiz və etibarlı şəkildə ötürülməsi üçün müəyyən standartlara və qaydalara – yəni protokollara əməl olunmalıdır. Eyni zamanda, şəbəkədə baş verə biləcək nasazlıqların vaxtında aşkarlanması və aradan qaldırılması üçün monitoring və idarəetmə mexanizmləri tətbiq olunur. Bu baxımdan, şəbəkə texnologiyalarının öyrənilməsi yalnız nəzəri biliklərlə məhdudlaşmır, həm də praktik yanaşmanı tələb edir. Bu məqalənin əsas məqsədi kompüter şəbəkələrinin əsas anlayışlarını sistemli və sadə şəkildə təqdim etməkdir. Məqalədə şəbəkələrin növləri, əsas avadanlıqları, istifadə olunan modellər və protokollar, eləcə də şəbəkə idarəetməsi və monitoringi kimi vacib mövzulara toxunulacaqdır. Bu yanaşma xüsusilə yeni başlayanlar üçün mövzunu daha anlaşıqlı etməyə və gələcəkdə bu sahədə daha dərin biliklər əldə etmək üçün baza yaratmağa xidmət edir.

Şəbəkələri anlamaq üçün ilk növbədə onların miqyasını və fiziki elementlərini bilmək lazımdır. Əhatə dairəsinə görə şəbəkələr əsasən iki yerə bölünür. LAN (Local Area Network - Yerli Şəbəkə): Kiçik əraziləri – bir ofisi, məktəbi və ya evi əhatə edir. Cihazlar bir-birinə çox yaxındır və məlumat ötürmə sürəti çox yüksəkdir. WAN (Wide Area Network - Qlobal Şəbəkə): Şəhərləri, ölkələri və qitələri birləşdirir. Ən böyük WAN nümunəsi

İnternetdir. Əsas şəbəkə avadanlıqlarına gəldik də isə onlardan Switch (Kommütator): Eyni şəbəkə daxilindəki cihazları (məsələn, bir ofisdəki kompüterləri) bir-birinə bağlayır və məlumatı yalnız aid olduğu cihaza göndərir. Router (Marşrutlaşdırıcı): Fərqli şəbəkələri bir-birinə bağlayır. Məsələn, evinizdəki LAN şəbəkəsini İnternetə (WAN) bağlayan cihaz routerdir. O, məlumat paketlərinin ən qısa və təhlükəsiz yolla hədəfə çatmasını təmin edir. İnsanlar fərqli dillərdə danışdıqları kimi, kompüterlər də müxtəlif əməliyyat sistemləri və dillər istifadə edirlər. Onların bir-birini anlaması üçün protokollara (əvvəlcədən razılaşdırılmış qaydalar toplusuna) ehtiyac var. Bunu sistemləşdirmək üçün iki əsas modeldən istifadə olunur: OSI modeli (7 səviyyəli nəzəri model) və TCP/IP modeli (İnternetin işlədiyi praktiki 4 səviyyəli model). Ən çox istifadə olunan əsas protokollar isə IP (Internet Protocol): Şəbəkədəki hər bir cihaza unikal ünvan (IP ünvanı) verir və məlumatın hansı ünvandan hansı ünvana gedəcəyini təyin edir. TCP (Transmission Control Protocol): Məlumatın qarşı tərəfə əskiksiz və düzgün ardıcılıqla çatmasına zəmanət verir. Əgər yolda bir məlumat paketi itərsə, TCP onun yenidən göndərilməsini tələb edir (Məsələn, fayl yükləyərkən və ya mesaj göndərərkən istifadə olunur). UDP (User Datagram Protocol): TCP-dən fərqli olaraq məlumatın çatıb-çatmadığını yoxlamır, əsas məqsədi *sürətdir*. Canlı yayımlarda, onlayn oyunlarda və video zənglərdə istifadə olunur. HTTP/HTTPS: Veb-saytlara daxil olmaq üçün istifadə edilən protokollardır. HTTPS buradakı "S" (Secure) hərfi sayəsində məlumatların şifrələndiyini bildirir. Şəbəkəni qurmaq işin yalnız birinci hissəsidir. Minlərlə istifadəçinin bağlandığı bir şəbəkənin fasiləsiz işləməsini təmin etmək üçün şəbəkə idarəetməsi və monitorinqi həyati əhəmiyyət daşıyır. Şəbəkə Monitorinqi Nədir? Monitorinq – xüsusi proqram təminatları vasitəsilə şəbəkənin vəziyyətini (sağlamlığını) 7/24 izləmək prosesidir. Administratorlar monitorinq vasitəsilə aşağıdakı suallara cavab tapırlar:

1. Bütün cihazlar (serverlər, routerlər) işləyirmi?
2. İnternet sürəti (Bant genişliyi) yetərlidirmi? Şəbəkəni ən çox hansı cihaz məşğul edir?
3. Şəbəkəyə kənar müdaxilə (hücum) varmı?

Monitorinq prosesinin əsas anlayışları: Uptime/Downtime: Cihazın işlək və ya sıradan çıxmış vəziyyətdə olduğu müddət. Latency (Gecikmə): Məlumatın bir nöqtədən digərinə çatması üçün sərf olunan zaman. Bandwidth (Bant Genişliyi): Şəbəkənin məlumat daşıma tutumu. İdarəetmə və monitorinq üçün protokollar və alətlər: Şəbəkə cihazlarına nəzarət etmək üçün xüsusi protokollar mövcuddur. Onlardan ən məşhuru SNMP-dir (Simple Network Management Protocol). SNMP sayəsində administrator mərkəzi kompüterdən kənardakı bir routerin temperaturunu, prosessor yüklənməsini və portlarının vəziyyətini görə bilər. *Başlanğıc səviyyəli monitorinq alətlərinə* kompüterlərin daxilində olan Ping (əlaqənin olub-olmadığını yoxlamaq üçün) və Traceroute (məlumatın hansı yollardan keçdiyini görmək üçün) əməlləri aiddir. Daha böyük şəbəkələrdə isə Zabbix, PRTG və ya SolarWinds kimi kompleks proqram təminatlarından istifadə olunur.

NƏTİCƏ

Kompüter şəbəkələri mürəkkəb görünə bilsə də, əslində müəyyən standartlar və qaydalar (protokollar) ətrafında formalaşmış məntiqli bir sistemdir. Bir İT mütəxəssisi və ya şəbəkə mühəndisi kimi yetişmək üçün LAN/WAN anlayışlarını, IP, TCP və UDP kimi fərqli protokolların hansı vəziyyətlərdə işlədiyini qavramaq mütləqdir. Eyni zamanda, yarana biləcək problemləri istifadəçilərdən əvvəl aşkar etmək və həll etmək üçün şəbəkə monitorinqi və idarəetməsi vasitələrini bilmək günümüzün ən tələb edilən bacarıqlarından biridir.

ƏDƏBİYYAT SİYAHISI

1. Tanenbaum, A. S., & Wetherall, D. J. *"Computer Networks"*. Pearson Education, 5th Edition.
2. Kurose, J. F., & Ross, K. W. *"Computer Networking: A Top-Down Approach"*. Pearson, 7th Edition.
3. Lammle, T. *"CCNA Routing and Switching Study Guide"*. Sybex, 2013.
4. Məmmədov M. *"Kompüter şəbəkələri və onların idarə olunması"*. Bakı, 2015.
5. Cleary, S. *"Network Monitoring and Analysis: A Protocol Approach"*. IT Press, 2018.

AŞIQ YARADICILIĞININ XÜSUSİYYƏTLƏRİ

Dr. Ülker Bahşıyeva

ADPU-nun Filoloji fakültesinin

Edebiyatın tədrisi texnologisi

bölmünün baş öyrətım üyesi

ulker.baxsiyeva@mail.ru

ORCID İD 0000-0002-5994-2356

Özet

Xalq poeziyasının inkişaf, təkamül tarixini diqqətlə izləyən M.İbrahimov aşiq şeirinin mənşəyini bayatı, xalq məsəlləri kimi janrlarla əlaqələndirmişdir. Əvvəlcədən qeyd etmək istərdik ki, onun bu sahədəki fikirləri bir çox cəhətdən zamanı qabaqlayan fikirlərdir və bu gün də öz aktuallığını saxlayır.

Anahtar kelimələr: şifahi ədəbiyyat, xalq , yazılı ədəbiyyat, aşiq, milli

FEATURES OF ASHIG CREATIVITY

Summary

M.Ibrahimov, who carefully followed the history of the development and evolution of folk poetry, connected the origin of love poetry with such genres as stale and folk proverbs. We would like to mention in advance that his ideas in this field are in many ways ahead of time and still remain relevant today.

Key words: oral literature, folk, written literature, ashig, national

GİRİŞ

Folklor və yazılı ədəbiyyat bədii düşüncə tərzı kimi iki müstəqil hadisədir. Yazılı ədəbiyyat folklordan törəyir. Bu, onların bir-birinə daimi şəkildə bağlılığını şərtləndirir. Yazılı ədəbiyyatın meydana çıxması folkloru məhv etmir. Bu iki bədii yaradıcılıq tipi əsrlər boyunca yanaşı yaşayır və qarşılıqlı əlaqədə olur. Həmin qarşılıqlı əlaqə onların arasında aralıq, keçid sahəsini təşkil edir. M.İbrahimova görə, aşiq yaradıcılığı məhz bu keçid, aralıq sahəsini təşkil etməklə folklorla yazılı ədəbiyyat arasında körpü rolunu oynayır. Lakin bununla bərabər mübahisələr zamanla davam edir və ciddi arqumentlər səsləndirilir. Həmin əsas arqumentlərdən biri ondan ibarətdir ki, yazılı ədəbiyyatdakı heca vəznindəki şeirlərlə aşiq yaradıcılığndakı şeirlər arasında heç bir fərq yoxdur. Məsələn, deyilir ki, Molla Pənah Vaqifin qoşmaları ilə Aşiq Ələsgərin qoşmaları eyni janrda, eyni qəlibdə “qoşulduğuna” baxmayaraq, nə üçün Vaqifin yaradıcılığı yazılı ədəbiyyata, Aşiq Ələsgərin yaradıcılığı şifahi ədəbiyyata aid edilməlidir?

Bu suallar, əslində, Azərbaycan filologiyasının aktual məsələlərini ortaya qoyur və onların meydana çıxması filoloji düşüncəni yalnız inkişaf etdirir. Bu baxımdan, yuxarıdakı sual ətrafında söylənmiş fikirlərdən birində deyilir: “Vaqifin qoşması Ələsgər qoşmasından fərqli olaraq göründüyü boydadır, Ələsgərdə isə qoşma həm

eninə, həm də dərininə göründüyündən xeyli böyükdür. Dərininə ona görə böyükdür ki, həmin mətnin həm semantik, həm də poetik strukturunda arxestrukturlar lay-lay qalaqlanıb. Əslində, bu laylar aşiq sənətinin genesis və təkamül dinamikasının bütün keçdiyi yolun mikromodelidir. Ələsgər qoşmasında sənət layı, təriqət layı, ata-baba layı və s. var. Ələsgər o bazanın əsasında yarandığı üçün bu laylar mətnə təfəkküründən süzülüb gəlmişdir. Ələsgər qoşmasının eninə göründüyündən böyük olması dedikdə isə mətnin daha çox funksiyalılığı nəzərdə tutulur.

Ələsgər qoşması yaranma prosesində aşağıdakı amillərlə şərtləndirilir:

1. Saz havası ilə;
2. İfa tərziləri ilə;
3. Məclisin auditoriyası ilə;
4. Praqmatik məqsədə yönəlməsi ilə;
5. Bədii-estetik əyləndirmə funksiyaları və s. ilə.

Aşiq Ələsgər qoşmasında mətnin bədii-estetik əyləndirmə istiqaməti onun çoxsaylı funksional elementlərindən yalnız biridir. Və mətnin bədii ədəbiyyatla ortaq məqamı yalnız bu funksiya ilə bağlıdır. Digər funksiyaları ilə folklorla bağlıdır. Əgər Ələsgər yazılı ədəbiyyat nümunəsi kimi ədəbiyyatşünaslıq metodları ilə öyrənilsə, onda onun sənət fenomenologiyasını şərtləndirən cəhətlərin heç ondan biri izah oluna bilməz» (5, 16-17).

Beləliklə, Vaqifin qoşması ilə Ələsgər qoşması arasındakı əsas fərq aşiq sənəti, aşiq musiqisi ilə bağlıdır. Ələsgərin qoşması bilavasitə aşiq havası ilə bağlıdır və konkret aşiq havasına uyğundur, Vaqifin qoşması isə ayrı poetik ritmə malikdir və bu ritm heç bir halda konkret bir aşiq havasının ritmi ilə bağlı deyildir, başqa sözlə, hər hansı havaya uyğunlaşdırılmamışdır. Bütün bunları dərinlən bilən, anlayan və dərk edən M.İbrahimov, göründüyü kimi, aşiq ədəbiyyatını nə yazılı ədəbiyyatdan, nə də şifahi ədəbiyyatdan ayırmamış, onun yerini düzgün olaraq ədəbiyyatla folklorun arasındakı sahədə müəyyənləşdirmişdir.

Akademik Mirzə İbrahimovun “Aşiq yaradıcılığında realizm” adlı əsərində aşiq yaradıcılığının, folklorun və ümumilikdə yazılı ədəbiyyatın bir çox aktual məsələlərinə toxunulmuşdur. M.İbrahimov aşiq poeziyasının poetik ritmini araşdıraraq göstərir ki, Azərbaycan dilinin təbiətinə daha uyğun olan heca vəznə əsas şeir vəznə olmuşdur. Əsrlər boyu davam edən daxili proses və təkamül nəticəsində bu vəznə aşiq şeirinin qoşma, gəraylı, təniz, müxəmməs və müsəddəs kimi əsas formaları yaranmışdır. Bu formalar içərisində ən çox yayılmış qoşma və gəraylıdır. Nəinki ayrı-ayrı şeirlərin, dastanların da əksəriyyətində qoşma və gəraylı hakim formadır (4, 460-461).

M.İbrahimov öz müşahidələrində dəqiqdir. Aşiq şeirinin janrları Azərbaycan poetik dilinin daxili təkamülünün nəticəsi olaraq meydana çıxmışdır. Özünün «Heca vəznli şeir və mənzum ata sözləri» (2001), «Heca vəznli tapmacaların inkişafı» (2001) və «Heca vəzninin bayatı və qoşma möcüzələri» (2003) kitablarında heca

vəzninin inkişaf tarixini atalar sözləri, tapmacalar, bayatılar və qoşmalar əsasında tədqiq etmiş S.P.Pirsultanlının əldə etdiyi əsas nəticələrdən birinə görə, «ilk mənzum şeir hesab etdiyimiz atalar sözü daxilində qafiyələnmə sistemi getmiş, rədiflər yaranmış, lakin Azərbaycan milli şeiri 4 qafiyəli olduğundan bunlar mənzum tapmacalar daxilində öz formasını tapmış, hətta tapmacaların daxilində gələcəkdə yaradılacaq şeirlərin, cinasların rüşeymləri, ünsürləri və elementləri yaranmışdır. Hətta tapmacaların daxilində öz məzmun və forması ilə seçilən bayatı-tapmacalar, cinas sözlərlə bəzənmiş bayatı-bağlama şeir şəklinin bitkin nümunələri yaranıb meydana çıxmışdır» (4, 74).

Digər tərəfdən, qoşma və gəraylı aşiq poeziyasının ən yüksək işlənmə tezliyinə malik janrlarıdır. M.İbrahimov bunu təkcə müşahidə edib, qeyd etməklə qalmır, öz oxucusunun diqqətini bunun səbəbləri üzərinə yönəldərək yazır: “Bədii formanın özünün yaradıcılıq metodu ilə realist və ya antirealist meyillərlə üzvi surətdə bağlı olduğunu nəzərə alsaq, xalqa yaxın olan qoşma və gəraylının geniş yayılmasının səbəbsiz olmadığını görürük”(4, 461).

Bu səbəblər barədə düşünən M.İbrahimov əsərdə qoşma və gəraylılardan nümunələr gətirməklə bu janrların çox işlənməsinin onların mütəhərrik poetik quruluşa malik olması, sənətkara özünün daha geniş ifadə imkanları təqdim etməsilə əlaqələndirir (4, 461-462). Doğrudan da, aşiq gözəllik aşığıdır. Aşiq şeirinin qoşma, gəraylı, müxəmməs və s. janrları aşığa gözəlliyi bütün kəmiyyət və keyfiyyət əlamətləri ilə təsvir etməyə imkan verir. Əziz Mirəhmədov yazır ki, “çox vaxt qoşma və müxəmməs formalarında yaradılan gözəlləmədə şair, yaxud aşiq qəşəng qız və gəlinlərin, bəzən də sevgililərinin gözəlliyini, ağıl və mərifətini təsvir, onlara hörmət və məhəbbət duyğularını tərənnüm edirlər” (1, 111).

Xalq poeziyasının inkişaf, təkamül tarixini diqqətlə izləyən M.İbrahimov aşiq şeirinin mənşəyini bayatı, xalq məsəlləri kimi janrlarla əlaqələndirmişdir. Əvvəlcədən qeyd etmək istərdik ki, onun bu sahədəki fikirləri bir çox cəhətdən zamanı qabaqlayan fikirlərdir və bu gün də öz aktuallığını saxlayır. Ədib yazır: “Aşiq poeziyasının rüşeymi bayatılarda, xalq mərasimlərində, xalq havalarında, xalqın təbii, arasıkəsilməz gündəlik bədii özfəaliyyətindədir ki, bu da onda realist ünsürlərin və gözəl, təsirli, inandırıcı, real təsvir vasitələrinin meydana çıxmasında az rol oynamamışdır. Heç şübhəsiz ki, bayatılar, müdrik xalq məsəlləri, nağıllar bir adamın, iki adamın yox, yüzlərlə, minlərlə adamın iştirakı ilə yaranmışdır, yəni ümumxalq şüurunun, ümumxalq bədii təfəkkürünün məhsuludur. Həm də bayatı, ağı, gəraylı kimi şeir formaları birdən-birə əmələ gəlməmişdir, yavaş-yavaş, on illər, yüz illər ərzində bədii sözün ibtidai təşbehlər və oxşatmalar şəklindən daha dolğun və mürəkkəb ifadə vasitələrinə doğru tədricən təkamülü nəticəsində formalaşmışdır”(4, 468).

M.İbrahimovun bu fikrinin məna, məzmun aləminə enib, onu təhlil etdikdə aşağıdakı elmi-nəzəri qənaətlər meydana çıxır. Beləliklə, M.İbrahimova görə:

– Aşiq poeziyasının rüşeymi poetik baxımdan bayatılarla bağlıdır;

- Aşıq poeziyasının köklərində həm də xalq məsəlləri – deyimlər durur.
- Aşıq poeziyasının bir qaynağı da xalq mərasimləridir;
- Aşıq poeziyası eyni zamanda xalqınarasıkəsilməz bədii yaradıcılıq təcrübəsindən qaynaqlanır.

Qeyd edək ki, M.İbrahimovun fikirlərindən doğan bu tezislərin hər biri bir tədqiqatın mövzusu olmağa layiqdir. Belə ki, M.İbrahimovun fikirlərinin müəyyən qismini sonradan Azərbaycan folklorşünaslığı təsdiqlədi və bununla da onun nə qədər dərin düşüncəli bir tədqiqatçı olduğu üzə çıxdı.

Aşıq poeziyasının öz mənşəyi etibarilə həm də xalq mərasimləri ilə bağlanmasına gəlinə, bu çox mürəkkəb və perspektivli mövzudur. Aşıq mərasim adamıdır, onun fəaliyyəti mərasimdən kənarda təsəvvür olunmur. Onun bütün davranışı mərasim hərəkətləridir. Bu cəhətdən M.İbrahimovun müşahidəsi obyektiv olmaqla folklorşünaslıq qarşısında yeni tədqiqat perspektivləri açır.

Aşıq poeziyasını aşıq musiqisindən kənarda təsəvvür etmək mümkün deyildir. M.İbrahimova görə, aşıq poeziyası öz təkmilləşmə yolunu aşıq musiqisi ilə qırılmaz vəhdətdə getmişdir: “Xalq musiqi formaları da eyni yollardan keçmiş, sevinci, şadlığı, qələbəni, kədəri, qüssəni, məğlubiyyəti ifadə edən ibtidai nidalar, səslər, hərəkətlər və jestlərin getdikcə kamilləşməsi, inkişafı sayəsində az-çox bitkin formalar yaranmışdır. Təbii ki, bu şeir, musiqi və rəqs formalarının ibtidailikdən, bəsitlikdən mürəkkəbliyə, mükamilliyə doğru inkişafı uzun əmək prosesində, həyat mübarizəsində insanın hissiyyatının, duyğularının, fikirlərinin, anlayışlarının dəyişməsi, inkişaf etməsi, zənginləşməsi ilə bağlı olmuşdur. Bu mənada aşıq yaradıcılığı qədim tarixə malikdir”(4, 468-469).

Ümumiyyətlə, M.İbrahimovun aşığın poetik söz yaradıcılığı, aşıq ədəbiyyatının inkişaf tarixi haqqında görüşlərini əks etdirən “Aşıq poeziyasında realizm əsəri” aşıq poeziyasının inkişaf tarixinin izlənilməsi baxımından zəngin material verir. Burada aşıq poeziyasının tarixi izlənilmiş, görkəmli yaradıcı aşıqların aşıq poeziyasının inkişafındakı rolu haqqında bu gün belə öz dəyərini itirməyən qiymətli fikirlər söylənilmişdir.

KAYNAKÇA

- 1.Cəfərli M. Dastan yaradıcılığı. Bakı: Elm, 2007, 108 s.
- 2.Cəfərov N. Eposdankitaba. Bakı: Maarif, 1999, 220 s.
- 3.Hacıyev T. Dədə Qorqud: dilimiz və düşüncəmiz. Bakı: Elm, 1999, 216 s.
4. İbrahimov M. Əsərləri, 10 cildə, IX cild, Bakı: Yazıçı, 1982, 664 s.
- 5.Qasımov C. Azərbaycan folklorşünaslığı və sovet totalitarizmi. Bakı: Nurlan, 2011, 599 s.
6. Rzasoy S. “Qloballaşma və humanitar elmlərin aktual problemləri” paradiqmasında folklor və milli mədəniyyət / Qloballaşma və humanitar elmlərin aktual problemləri mövzusunda keçirilmiş respublika elmi-praktik konfransının materialları (15 mart 2011-ci il). Bakı: Araz, 2011, s. 335-336
7. Rzasoy S. Azərbaycan dastanlarında şaman-qəhrəman arxetipi. Bakı: Nurlan, 2015, 436 s.
8. Təhmasib M.H. Azərbaycan xalq dastanları (orta əsrlər). Bakı: Elm, 1972, 399 s.

AZƏRBAYCAN ƏDƏBİYYATININ SÖNMƏYƏN ULDUZU**Svetlana MƏMMƏDOVA**

**Üzeyir Hacıbəyli küç.68, Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti, Xarici Dillər Mərkəzinin dosenti,
filologiya üzrə fəlsəfə doktoru, ORCID:0001-0003-8216-3639**

XÜLASƏ

Səməd Vurğun Azərbaycan ədəbiyyatının ən görkəmli nümayəndələrindən biri kimi XX əsr milli poeziyasının inkişafında mühüm rol oynamışdır. Onun yaradıcılığı təkcə bədii-estetik dəyəri ilə deyil, həm də milli şüurun formalaşmasına, vətənpərvərlik hissinin güclənməsinə və humanist ideyaların yayılmasına verdiyi töhfə ilə seçilir. Səməd Vurğunun əsərlərində Azərbaycan xalqının tarixi taleyi, mənəvi dünyası, azadlıq arzusu, doğma yurda bağlılığı və insanlıq ideali yüksək poetik dillə ifadə olunmuşdur. Bu baxımdan onun yaradıcılığı yalnız müəyyən dövrün ədəbi hadisəsi deyil, həm də ümummilli mədəni yaddaşın ayrılmaz hissəsidir. Bu məqalədə Səməd Vurğunun Azərbaycan ədəbiyyatındakı mövqeyi, onun poeziyasının əsas ideya-estetik xüsusiyyətləri və yaradıcılığının milli-mənəvi əhəmiyyəti araşdırılır. Tədqiqat zamanı müəyyən edilir ki, şairin əsərlərində vətənpərvərlik, humanizm, mənəvi təmizlik, insan ləyaqəti və dövrün ziddiyyətləri aparıcı mövqe tutur. O, təkcə şair kimi deyil, həm də dramaturq və ictimai fikir adamı kimi Azərbaycan ədəbiyyatının inkişafına əvəzsiz təsir göstərmişdir. Onun yaradıcılığı milli poetik ənənələri qorumaqla yanaşı, bu ənənələri yeni məzmun və bədii ifadə vasitələri ilə zənginləşdirmişdir. Araşdırma nəticəsində belə qənaətə gəlinir ki, Səməd Vurğun Azərbaycan ədəbiyyatında sönməyən ulduz kimi qalır, çünki onun irsi zamanın sərhədlərini aşaraq bu gün də öz ideya-bədii gücünü qoruyur. Onun əsərləri həm ədəbi-estetik, həm də tərbiyəvi-mənəvi baxımdan aktual olaraq qalır və yeni nəsillərin milli kimlik, vətən sevgisi və insanlıq dəyərləri ruhunda formalaşmasına xidmət edir.

Açar sözlər: vətənpərvərlik, dramaturq, humanizm, insanlıq, ziddiyyət, milli şüur, Azərbaycan ədəbiyyatı

THE UNDYING STAR OF AZERBAIJANI LITERATURE

Svetlana MAMMADOVA

Uzeyir Hajibeyli Str. 68, Azerbaijan State Pedagogical University,

Associate Professor at the Center for Foreign Languages,

PhD in Philology,

ORCID: 0001-0003-8216-3639

ABSTRACT

Samad Vurgun occupies a distinguished place in Azerbaijani literature as one of the most influential poets of the twentieth century. His literary heritage played a major role in shaping modern Azerbaijani poetry and in expressing the national spirit, cultural identity, and intellectual aspirations of the Azerbaijani people. Vurgun's poetry is marked by lyrical depth, patriotic feeling, humanistic ideals, and artistic richness. His works not only enriched the literary treasury of Azerbaijan but also contributed to the strengthening of national consciousness and the promotion of universal human values. This study examines the significance of Samad Vurgun's творчество within the broader development of Azerbaijani literature. Particular attention is given to the themes of patriotism, humanity, moral conflict, social responsibility, and devotion to the homeland. The paper argues that Vurgun's literary legacy should be understood not merely as poetic achievement but also as a cultural phenomenon that shaped the moral and emotional worldview of several generations. Through his poems, dramas, and public literary role, he succeeded in creating works that resonated with both the historical experience and the spiritual needs of his nation. The analysis further demonstrates that Samad Vurgun combined national literary traditions with broader artistic tendencies of his time, thereby creating a poetic language that was both accessible and elevated. His creative output reflects a deep attachment to the people, a profound sense of civic responsibility, and a commitment to ideals such as justice, dignity, and human solidarity. As a dramatist and poet, he portrayed the contradictions of his era while preserving faith in moral strength and human nobility. As a result, Samad Vurgun remains an enduring symbol of Azerbaijani literature. His works continue to inspire readers through their emotional sincerity, artistic power, and ethical orientation. His literary legacy is not limited to a historical period; rather, it remains relevant in contemporary discussions of identity, culture, patriotism, and humanism.

Keywords: patriotism, dramatist, humanism, humanity, contradiction, national identity, Azerbaijani literature

GİRİŞ

Azərbaycan ədəbiyyatının inkişaf tarixində elə sənətkarlar vardır ki, onların adı yalnız bir dövrün deyil, bütöv bir xalqın mədəni və mənəvi yüksəlişinin simvoluna çevrilmişdir. Səməd Vurğun belə sənətkarlardandır. O, Azərbaycan poeziyasına yeni nəfəs gətirmiş, milli ədəbiyyatın ideya-estetik imkanlarını genişləndirmiş, öz yaradıcılığı ilə ədəbi fikrin inkişafında silinməz iz qoymuşdur. Səməd Vurğun təkcə qüdrətli şair kimi deyil, həm də dramaturq, ictimai xadim və milli ruhun bədii ifadəçisi kimi Azərbaycan ədəbiyyatında xüsusi mövqeyə malikdir.

Onun yaradıcılığı xalqın mənəvi dünyası, vətən sevgisi, insanın daxili aləmi, tarixi yaddaş və ictimai ziddiyyətlər kimi mühüm mövzuları əhatə edir. Şairin əsərlərində vətən yalnız coğrafi məkan deyil, həm də mənəvi bağlılıq, milli qürur və tarixi məsuliyyət anlayışı kimi təqdim olunur. Bu baxımdan Səməd Vurğunun poeziyası və dramaturgiyası Azərbaycan xalqının milli kimliyinin bədii salnaməsi kimi dəyərləndirilə bilər.

Mövzunun aktuallığı ondan ibarətdir ki, müasir dövrdə milli-mənəvi dəyərlərin qorunması, gənc nəslin vətənpərvərlik və humanizm ruhunda tərbiyəsi məsələləri daha da əhəmiyyət qazanmışdır. Bu baxımdan Səməd Vurğunun irsinin yenidən təhlili, onun ideya-bədii xüsusiyyətlərinin sistemli şəkildə araşdırılması həm ədəbiyyatşünaslıq, həm də tədris-tərbiyə baxımından mühüm əhəmiyyət daşıyır.

Bu məqalənin məqsədi Səməd Vurğunun Azərbaycan ədəbiyyatındakı yerini, onun yaradıcılığının əsas xüsusiyyətlərini və milli-mənəvi dəyərini araşdırmaqdır. Eyni zamanda, onun əsərlərində vətənpərvərlik, humanizm, insanlıq və ziddiyyətlərin necə bədii şəkildə ifadə olunduğu təhlil edilir. Məqalədə şairin yaradıcılığı Azərbaycan ədəbiyyatının “sönməyən ulduzu” kimi qiymətləndirilir və bu qiymətləndirmənin elmi əsasları təqdim olunur.

METODLAR

Tədqiqatda təsviri, təhlili və tarixi-ədəbi metodlardan istifadə edilmişdir. Təsviri metod vasitəsilə Səməd Vurğunun yaradıcılığının ümumi xüsusiyyətləri, onun poeziya və dramaturgiyadakı mövqeyi sistemli şəkildə təqdim olunmuşdur. Təhlili metod əsasında şairin əsərlərində yer alan vətənpərvərlik, humanizm, insanlıq və ictimai ziddiyyət kimi əsas ideya istiqamətləri araşdırılmışdır. Tarixi-ədəbi metod isə Səməd Vurğunun yaradıcılığını XX əsr Azərbaycan ədəbiyyatının inkişaf kontekstində dəyərləndirməyə imkan vermişdir.

Tədqiqatın məzmunu əsasən şairin ədəbi irsinin ideya-bədii xüsusiyyətlərinin ümumiləşdirilməsi üzərində qurulmuşdur. Onun yaradıcılığı yalnız estetik baxımdan deyil, həm də milli-mənəvi və tərbiyəvi baxımdan təhlil edilmişdir.

TƏDQIQAT NƏTİCƏLƏRİ

Səməd Vurğun poeziyasından söz açarkən öncə vətəndaşlıq nümunəsi, vətənpərvərlik duyğuları yada düşür. Səməd Vurğun böyük ideallar, xalq ruhunun tərcümanı olaraq bəşəri ideyalar şairi idi. Şeir sənət aləminə acılı,

şirinli məhəbbət motivləri ilə gələn şairin yaradıcılığında ilk böyük dönüş “Azərbaycan” oldu. Bu şeir Səməd Vurğunun Vətənə məhəbbətinin etirafı idi. Vətən haqqında deyilmiş ən gözəl himn kimi səslənən bu şeirdəki “Ayrılarımı könül candan?” kimlərə ünvanlanmış ritorik sual deyil, şairlə Vətən arasında əhdi – peyman idi. Azərbaycan Səməd Vurğuna qədər heç bir şeirdə bu qədər bütöv, bu qədər tam olmamışdır. Bu şeiri əzbərdən bilməyən azərbaycanlı tapılmaz. Bu şeir adi şeir deyil, nəğmədir, xalqın adından deyilmiş himndir. 1933-cü ildə yazılmış “Azərbaycan” şeiri Azərbaycan ədəbiyyatının incilərindəndir. Bu şeirdə şair öz vətəninə qədim tarixi, təbii gözəlliyi, nemətləri, xalqın xeyirxahlığı, açıqürəkliyi və qonaqpərvərliyini tərənnüm edib. Bu şeir Vurğunun ideyasına görə “Azərbaycan” epopeyasının proloqudur. Şeir 1959-cu ildə “SSRİ xalqları ədəbiyyatı üzrə muntəxəbat”a daxil edilmişdir. Azərbaycanlı bəstəkar Ələkbər Tağıyev isə şeirin sözlərinə bəstələnən eyniadlı “Azərbaycan” mahnısını yazmışdır. Şeirin sətirləri şairin 1961-ci ildə Bakıda ucaldılmış postamentində həkk olunub.

Səməd Vurğun, yalnız şeiriyyatda deyil, həm də dramaturgiyada öz sözünü demişdir. Ədibin yaradıcılığı olduqca zəngindir və onun yaradıcılıq irsini təşkil edən dram əsərləri Azərbaycan ədəbiyyatı üçün olduqca böyük əhəmiyyətli yer tutur. Onlardan biridə “Vaqif” dramıdır. S. Vurğunun 1937-ci ildə qələmə aldığı «Vaqif» dramı onun ilk səhnə əsəridir. Şair əsərin ilk tamaşası münasibətilə dərc etdirdiyi məqaləsində yazıçıların vəzifələrindən birinin də qaranlıq keçmişin işıqlı cəhətlərini - böyük insanlarını yaxından öyrənmək və xalqa tanıtdırmaqdan ibarət olduğunu göstərmiş və sonra yazmışdır: «Bu məqsədlə də mən «Vaqif» dramını yazdım».[1] Deməli, yenə də şairin məqsədi Azərbaycan tarixinin hələ əsaslı şəkildə öyrənilməmiş səhifələrini bədii söz vasitəsilə oxucuya çatdırmaq olmuşdur. Xalqın «böyük insanlarını yaxından öyrənmək və xalqa tanıtdırmaq» yenə ön plandadır. Səməd Vurğun «Komsomol poeması»nda çox ziddiyyətli və mürəkkəb bir dövrü, bu dövrdə acı bir həqiqəti, bir xalqın ayrı-ayrı düşmənlərə bölünmüş iki qütbünün bir-birilə mübarizəsini, onların dövrə və dövrün hadisələrinə münasibətini göstərmiş, xalq həyatı və məişətini, xalqımıza məxsus adət-ənənələri təsvir etmişdir. Dövrün özünə məxsus cəhətlərinin buradakı adamların xarakterinə ciddi təsir göstərdiyi də əksini tapmışdır. Akademik Məmməd Arif yazmışdır: «Komsomol poeması» yalnız öz mövzusu etibarilə deyil, forma rəngarəngliyi, bədii keyfiyyəti etibarilə də yeni və əhəmiyyətli bir hadisə idi. Şair bir-birinə bənzəməyən xarakterlər yaratmaq yolu ilə gedərək, dövr haqqında düzgün bədii təsəvvür yarada bilmişdir». [2] Şairin yaratdığı bu xarakterlər inamı, əqidəsi, hadisələrə münasibəti, dünyagörüşü ilə bir-birindən xeyli dərəcədə fərqlənirlər. Lakin onların hamısı həyatda vardır. Səməd Vurğun da onları məhz həyatdan əsərə gətirmiş, müxtəlif xarakterlər yaratmışdır. Poemada bu xarakterlər bir-birinə əks olan iki qütbə birləşmişlər: bolşeviklərin çağırışı ilə yeni bir cəmiyyət yaratmaq uğrunda mübarizə aparanlar və əvvəlki cəmiyyətin silaha sarılaraq dağlara çəkilən nümayəndələri. Qarşı-qarşıya durmuş bu tərəflərdən birini Bəxtiyar və onun komsomol dəstəsi, digərini isə Gəray bəy və köhnə quruluşun tərəfdarları təmsil edir. Lakin baş verən

hadisələr bu iki tərəfin bir-birilə apardığı ölüm-dirim savaşları ilə məhdudlaşmır. Komsomolçu Cəlalla Gəray bəyin qızı Humayın qarşılıqlı məhəbbəti poemanın əsas xəttini təşkil edir. Şair humanizm və vətənpərvərliyi Nizami yaradıcılığının təməli, iç mövzusu hesab edirdi. Onun əsərlərində Azərbaycanın təbiəti, doğma torpağın qədim şöhrəti, əzəmətli qalaları bütün gözəlliyi ilə vəsf olunmuşdur. Amma S.Vurğun Nizami vətənpərvərliyinin mahiyyətini təkcə bunda görmürdü. Mütəfəkkir şairin əsərlərində ictimai bələlərin, sosial bərabərsizliyin səbəbkarlarına, xalqı fəlakətə, işkəncəyə düşür edənlərə kəskin nifrət və kin duyulurdu. Nizami öz kəsərli bədii müddəaları ilə haqqın, ədalətin bərpasına ədəbi fərman verirdi. S.Vurğun da Nizami vətənpərvərliyinin əsil mahiyyətini bu ictimai-siyasi səciyyəyə daşıyan motivlərdə görürdü. S.Vurğun Nizamini demokratik ideyaların tərənnümçüsü adlandırırdı. Şair öz cəsarəti ilə Şərq ədəbiyyatına bir orijinallıq gətirmiş, xalqın sadə nümayəndələrini tərənnüm edərək əbədləşdirmişdir. Ümummilli liderimiz Heydər Əliyev Azərbaycan şerini çox sevirdi. Böyük tədbirlərin birində Heydər Əliyev Azərbaycan şerini söyləyərək kövrəlmişdir. O illər idi ki, Azərbaycan xalqı qarşısında çıxış edirdi amma heç kəs onun kövrəldiyinin şahidi olmamışdır. O məhz Azərbaycana həsr olunmuş şeiri deyərkən kövrəlmişdir. O hər zaman deyərdi Azərbaycan mənim ürəyimdir, Azərbaycan mənim nəfəsimdir, Azərbaycan mənim həyatımdır.

El bilir ki, sən mənimsən,

Yurdum, yuvam, məskənim sən.

Anam, doğma vətənim sən!

Ayrılarımı könül candan?

Azərbaycan, Azərbaycan!

"Səməd Vurğun şerinin böyüklüyü, eyni zamanda gözəlliyi ondan ibarət idi ki, onun hər kəlməsi, hər sətri hər bir azərbaycanlının qəlbinə çatırdı, onun beynini fəth edirdi, onu öz təsiri altına salırdı. Səməd Vurğunun şeiri bu gün də müasirlərimizə, gənc nəsəyə ilham, ruh verir, onları coşdurur, daha da vətənpərvər edir, onlara Vətəni, milləti, torpağı sevməyi öyrədir" : Ümummilli Lider Heydər Əliyev. Səməd Vurğun qısa, lakin məhsuldar yaradıcılıq yolu keçmiş, qoyduğu zəngin irslə Azərbaycan poeziyasının inkişafında mühüm mərhələ yaratmışdır. Onun əsərlərində dövrün ictimai həyatı, xalqın dünyagörüşü, milli dəyərləri, məişət və ailə münasibətləri geniş şəkildə əks olunmuşdur. Şairin ədəbiyyat və mədəniyyət sahəsindəki xidmətləri dövlət tərəfindən yüksək qiymətləndirilmişdir. O, müxtəlif orden və medallarla təltif edilmiş, 1956-cı ildə təsis olunan "Azərbaycanın Xalq şairi" fəxri adına ilk layiq görülmüş şair olmuşdur.[3]

NƏTİCƏ, MÜZAKİRƏ VƏ TƏKLİFLƏR

Aparılan təhlil göstərir ki, Səməd Vurğun Azərbaycan ədəbiyyatında xüsusi və əbədi yer tutan sənətkardır. Onun əsərləri milli ruhun, vətən sevgisinin, humanist düşüncənin və insanlıq idealının yüksək poetik ifadəsi kimi dəyərləndirilir. Şair öz yaradıcılığında xalqın mənəvi gücünü, tarixə bağlılığını və gələcəyə inamını bədii

şəkildə əks etdirmişdir. Buna görə də onun irsi yalnız ədəbi hadisə deyil, həm də milli özünüdərk prosesinin mühüm tərkib hissəsidir.

Müzakirə baxımından qeyd etmək olar ki, Səməd Vurğunun yaradıcılığı bu gün də aktuallığını qoruyur. Onun əsərlərində irəli sürülən vətənpərvərlik, insan ləyaqəti, ədalət, xeyirxahlıq və milli birlik ideyaları müasir dövrdə də böyük tərbiyəvi əhəmiyyətə malikdir. Xüsusilə gənc nəslin milli ruhda yetişdirilməsi baxımından bu irsin öyrənilməsi vacibdir.

Təkliflər kimi aşağıdakılar irəli sürülə bilər:

1. Səməd Vurğunun əsərləri təhsil müəssisələrində daha geniş şəkildə tədris olunmalıdır.
 2. Onun yaradıcılığı üzrə müqayisəli ədəbi tədqiqatlar artırılmalıdır.
 3. Şairin əsərlərinin müasir interpretasiyası və səhnə həlləri təşviq edilməlidir.
 4. Gənclərin milli-mənəvi tərbiyəsində onun poeziyasından və dramaturgiyasından daha fəal istifadə olunmalıdır.
 5. Onun yaradıcılığı yalnız tarixi kontekstdə deyil, müasir dəyərlər baxımından da yenidən dəyərləndirilməlidir.
- Beləliklə, Səməd Vurğun Azərbaycan ədəbiyyatının sönməyən ulduzu kimi öz bədii işığını qoruyub saxlayır. Onun əsərləri keçmişlə bu günü, milli ilə ümumbəşərini, poeziya ilə mənəviyyatı birləşdirən güclü ədəbi körpüdür.

ƏDƏBİYYAT SİYAHISI

- 1.Səməd Vurğun. Əsərləri: Altı cildə, V c., B.: Azərbaycan EA nəşriyyatı, 1972, 426 s.
- 2.Məmməd Arif. Səməd Vurğunun dramaturgiyası. Bakı -1964, 238 s.
- 3.Səməd Vurğun irsinin kitabxanalarda təbliği istiqamətləri Metodik vəsait, Bakı- 2026

OKUMA VE YAZMA BECERİLERİNİN GELİŞTİRİLMESİNDE YAPAY ZEKA PLATFORMLARI

B/m., Lale MUSAYEVA

Azerbaycan Devlet Pedaqoji Universitesi, Azərbaycan dili və öqretim texnologijisi bölmü,
lala.musayeva.adpu@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7701-5716

Özet

Modern eğitim sisteminde yapay zeka tabanlı platformların uygulanması, öğrenme sürecine yeni olanaklar kazandırmış ve özellikle okuma ile yazma becerilerinin geliştirilmesinde yenilikçi yaklaşımların oluşmasına yol açmıştır. Geleneksel öğretim yöntemlerinden farklı olarak, yapay zeka platformları, öğrencinin bireysel özelliklerini, öğrenme hızını, hata modellerini ve gelişim dinamiklerini dikkate alarak daha esnek ve kişiselleştirilmiş bir öğrenme ortamı yaratmaktadır. Bu bağlamda, "Okuma ve Yazma Becerilerinin Geliştirilmesinde Yapay Zeka Platformları" konusu hem pedagojik hem de metodik açıdan özel bir güncellik taşımaktadır. Bu araştırmanın amacı, yapay zeka platformlarının okuma ve yazma becerilerinin gelişimine etkisini incelemek, bunların öğretim sürecinde uygulanma olanaklarını ve metodik üstünlüklerini belirlemektir. Araştırma göstermektedir ki, yapay zeka platformları okuma sürecinde metinlerin seviyeye uygun seçilmesi, okuma hızının izlenmesi, anlama düzeyinin ölçülmesi, ana fikrin belirlenmesi ve bireysel geribildirim verilmesi açısından önemli bir rol oynamaktadır. Özellikle adaptif okuma sistemleri, öğrencinin önceki performansına dayanarak ona uygun metinler sunmakla okuma öğretimini daha amaçlı hale getirmektedir. Bu durum, hem zayıf hem de ileri düzeydeki öğrenciler için uygun bir öğrenme yörüngesi oluşturma imkanı sağlamaktadır. Yazma becerilerinin geliştirilmesinde yapay zeka platformlarının rolü daha da geniştir. Bu platformlar, metin yapısı, cümle bağlantıları, sözcüksel tekrarlar, imla ve dil bilgisi hataları, üslup uyumsuzlukları ve mantıksal tutarlılık konularında ön analiz yaparak öğrenciye anında geribildirim sağlar. Böylece öğrenci kendi yazısına daha eleştirel bir şekilde yaklaşır, onu düzenlemeyi öğrenir ve yazma sürecinde aşamalı bir gelişim gösterebilir. Bununla birlikte, yapay zeka tabanlı platformlar, yaratıcı yazma, başka sözcüklerle ifade etme (parafraz), plan oluşturma ve metni yeniden işleme gibi etkinliklerde de destek sağlayabilmektedir. Ancak araştırma sonuçları, yapay zeka platformlarının kullanımının tamamen olumlu ve risksiz olmadığını göstermektedir. Hazır cevaplara bağımlılık, yaratıcı düşünmenin zayıflaması, yazarlık sorumluluğunun azalması, intihal eğiliminin artması ve öğrencinin dil üzerinde bağımsız çalışma becerisinin körelmesi temel sorunlar arasında yer almaktadır. Bu nedenle, yapay zeka platformları öğretmenin yerini alan bir araç olarak değil, öğretmenin metodik denetimi altında çalışan destekleyici bir kaynak olarak kabul edilmelidir. Öğretmen, platformun sağladığı sonuçları kontrol etmeli, öğrencinin bireysel ilerlemesini izlemeli ve etik kullanım kurallarını açık bir şekilde belirlemelidir. Sonuç olarak, yapay zeka platformları okuma ve yazma becerilerinin geliştirilmesinde geniş olanaklara sahiptir. Bunların amaçlı, etik ve pedagojik açıdan temellendirilmiş kullanımı, öğrencilerin dil becerilerini güçlendirebilir, öğretimi kişiselleştirebilir ve öğrenmeyi daha interaktif hale getirebilir. Bu nedenle, modern eğitimde yapay zeka platformlarının uygulanması gelecek vaat eden bir yön olarak değerlendirilmelidir.

Anahtar kelimeler: yapay zeka, okuma becerisi, yazma becerisi, yapay zeka platformları, dijital öğrenme, kişiselleştirilmiş öğrenme, geribildirim

THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE PLATFORMS IN THE DEVELOPMENT OF READING AND WRITING SKILLS

Senior lecturer, Lala MUSAYEVA

Azerbaijan State Pedagogical University, Department of Azerbaijani Language and Educational Technology, lala.musayeva.adpu@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7701-5716

Abstract

In the modern education system, the application of artificial intelligence-based platforms has introduced new opportunities into the learning process, particularly leading to the formation of innovative approaches in the development of reading and writing skills. Unlike traditional teaching methods, AI platforms create a more flexible and personalized learning environment by considering the student's individual characteristics, learning pace, error patterns, and developmental dynamics. In this regard, the topic of "Artificial Intelligence Platforms in the Development of Reading and Writing Skills" holds particular relevance both pedagogically and methodologically. This study aims to explore the impact of artificial intelligence platforms on the development of reading and writing skills, and to identify their application possibilities and methodological advantages in the teaching process. Research shows that AI platforms play a significant role in the reading process in terms of selecting texts appropriate to the level, monitoring reading speed, measuring comprehension levels, identifying key ideas, and providing personalized feedback. Adaptive reading systems, in particular, make reading instruction more purposeful by presenting texts suited to the student's previous performance. This allows for constructing an appropriate learning trajectory for both weak and advanced students. The role of artificial intelligence platforms in the development of writing skills is even broader. These platforms provide students with immediate feedback by conducting preliminary analyses of text structure, sentence coherence, lexical repetitions, orthographic and grammatical errors, stylistic inconsistencies, and logical sequence. Thus, students develop a more critical approach to their own writing, learn to edit their work, and can demonstrate gradual improvement in the writing process. Moreover, AI-based platforms can also support activities such as creative writing, paraphrasing, outlining, and text revision. However, research findings indicate that the use of artificial intelligence platforms is not entirely positive or risk-free. Dependence on ready-made answers, weakening of creative thinking, diminished authorship responsibility, an increased tendency toward plagiarism, and the weakening of students' ability to work independently with language rank among the main problems. Therefore, AI platforms should be regarded not as tools that replace the teacher, but as supportive resources operating under the teacher's methodological supervision. The teacher must verify the platform's results, monitor the student's individual progress, and clearly establish rules for ethical use. In conclusion, artificial intelligence platforms offer extensive possibilities for the development of reading and writing skills. Their purposeful, ethical, and pedagogically sound use can strengthen students' language skills, personalize instruction, and make learning more interactive. Consequently, the application of AI platforms in modern education should be considered a promising direction.

Keywords: artificial intelligence, reading skills, writing skills, AI platforms, digital learning, personalized learning, feedback

MÜASİR AZƏRBAYCAN DİLİNDƏ CÜMLƏ ÜZVLƏRİNİN FUNKSIONAL TƏHLİLİ

ARZU KƏRİMOVA

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universitetinin

baş müəllimi, doktorant

arzukarimova@ gmail.com

ORCID:0000-0002-2662-6015

MODERN AZERBAIJAN TÜRKÇESİNDE CÜMLE ÖĞELERİNİN İŞLEVSEL ANALİZİ

ÖZET

Modern Azerbaycan dilinde cümle öğelerinin işlevsel analizi, dilbilim biliminin önemli alanlarından biri olarak öne çıkmakta ve sentaktik yapının derinlemesine anlaşılmasına hizmet etmektedir. Cümle, dilin temel iletişim birimi olarak düşünce ve bilginin aktarılmasında önemli bir rol oynar. Bu açıdan cümle öğelerinin yalnızca biçimsel değil, aynı zamanda işlevsel bakımdan incelenmesi, onların anlam yükünü, semantik rolünü ve iletişimsel önemini belirlemeye olanak sağlar.

Cümle öğeleri geleneksel olarak temel ve yardımcı öğeler olmak üzere iki gruba ayrılır. Temel öğeler özne ve yüklemi kapsar ve bunlar cümlemin predikatif temelini oluşturur. Özne, cümlede söz konusu olan varlık ya da kişi hakkında bilgi verirken, yüklem bu varlık ya da kişi hakkında yargı bildirir. İşlevsel açıdan bu öğeler arasındaki ilişki, cümlemin temel semantik yapısını oluşturur.

Yardımcı öğeler – nesne, sıfat ve zarf tümleci – ise cümlede ek bilgi taşıyarak ifadenin daha açık ve kapsamlı olmasına hizmet eder. İşlevsel yaklaşım, bu öğelerin yalnızca sentaktik konumunu değil, aynı zamanda semantik ve iletişimsel işlevlerini de incelemeye imkân tanır. Örneğin nesne eylemin hedefini, sıfat bir varlığın niteliğini, zarf tümleci ise eylemin çeşitli özelliklerini ifade eder.

Modern dilbilimde işlevsel analiz, cümle öğelerinin konuşma içindeki rolünü, bağlam içinde değişkenliğini ve pragmatik özelliklerini de dikkate alır. Bu yaklaşım gösterir ki cümle öğelerinin işlevi yalnızca dilbilgisel kurallarla sınırlı değildir; aynı zamanda konuşanın amacı, üslup özellikleri ve iletişimsel ortam ile yakından ilişkilidir.

Araştırma sonucunda, işlevsel analizin Azerbaycan dili sentaksının daha kapsamlı ve sistemli biçimde öğrenilmesine olanak sağladığı belirlenmiştir. Bu yaklaşım hem teorik hem de pratik açıdan önemlidir ve dil öğretiminde, özellikle okul ve yükseköğretim düzeyinde sentaktik bilgilerin daha etkili şekilde edinilmesine katkıda bulunur.

Anahtar kelimeler: cümle, cümle öğeleri, işlevsel analiz, özne, yüklem, nesne, sıfat, zarf, sentaks.

FUNCTIONAL ANALYSIS OF SENTENCE ELEMENTS IN MODERN AZERBAIJANI

ABSTRACT

The functional analysis of sentence elements in modern Azerbaijani is considered one of the key areas of linguistic science and serves to provide a deeper understanding of syntactic structure. The sentence, as the main communicative unit of language, plays an essential role in conveying thoughts and information. In this regard, analyzing sentence elements not only formally but also functionally allows us to determine their semantic load, roles, and communicative significance.

Sentence elements are traditionally divided into two groups: principal and secondary elements. The principal elements include the subject and the predicate, which form the predicative basis of the sentence. The subject provides information about the entity or person being discussed, while the predicate expresses a judgment about that entity or person. From a functional perspective, the interaction between these elements shapes the core semantic structure of the sentence.

Secondary elements – object, attribute, and adverbial modifier – carry additional information and contribute to a more precise and expanded expression of meaning. The functional approach makes it possible to examine not only their syntactic position but also their semantic and communicative functions. For example, the object indicates the target of the action, the attribute expresses a property of the entity, and the adverbial modifier describes various characteristics of the action.

In modern linguistics, functional analysis also considers the role of sentence elements in speech, their variability within context, and their pragmatic features. This approach demonstrates that the function of sentence elements is not limited to grammatical rules alone but is also closely related to the speaker's intention, stylistic features, and communicative context.

The study concludes that functional analysis enables a more comprehensive and systematic understanding of Azerbaijani syntax. This approach is significant both theoretically and practically, contributing to more effective acquisition of syntactic knowledge in language teaching, particularly at school and higher education levels.

Keywords: sentence, sentence elements, functional analysis, subject, predicate, object, attribute, adverbial modifier, syntax.

MÜASİR AZƏRBAYCAN DİLİNDƏ CÜMLƏ ÜZVLƏRİNİN FUNKSIONAL TƏHLİLİ

XÜLASƏ

Müasir Azərbaycan dilində cümlə üzvlərinin funksional təhlili dilçilik elminin mühüm istiqamətlərindən biri kimi çıxış edir və sintaktik quruluşun dərin şəkildə anlaşılmasına xidmət edir. Cümlə dilin əsas kommunikativ vahidi olmaqla, fikir və məlumatın ötürülməsində mühüm rol oynayır. Bu baxımdan cümlə üzvlərinin yalnız formal deyil, həm də funksional baxımdan təhlili onların məna yükünü, semantik rolunu və kommunikativ əhəmiyyətini müəyyən etməyə imkan verir.

Cümlə üzvləri ənənəvi olaraq baş və ikinci dərəcəli üzvlər olmaqla iki qrupa ayrılır. Baş üzvlərə mübtəda və xəbər daxildir və bunlar cümlənin predikativ əsasını təşkil edir. Mübtəda cümlədə danışılan obyekt və ya şəxs haqqında məlumat verir, xəbər isə həmin obyekt və ya şəxs haqqında hökm bildirir. Funksional baxımdan bu üzvlərin qarşılıqlı əlaqəsi cümlənin əsas semantik strukturunu formalaşdırır.

İkinci dərəcəli üzvlər – tamamlıq, təyin və zərflik – isə cümlədə əlavə informasiya daşıyaraq fikrin daha dəqiq və geniş ifadəsinə xidmət edir. Funksional yanaşma bu üzvlərin yalnız sintaktik mövqeyini deyil, həm də semantik və kommunikativ funksiyalarını araşdırmağa imkan verir. Məsələn, tamamlıq hərəkətin obyektini, təyin predmetin əlamətini, zərflik isə hərəkətin müxtəlif xüsusiyyətlərini ifadə edir.

Müasir dilçilikdə funksional təhlil cümlə üzvlərinin nitqdəki rolunu, onların kontekst daxilində dəyişkənliyini və pragmatik xüsusiyyətlərini də nəzərə alır. Bu yanaşma göstərir ki, cümlə üzvlərinin funksiyası yalnız qrammatik qaydalarla məhdudlaşmır, həm də danışanın məqsədi, üslub xüsusiyyətləri və kommunikativ şərait ilə sıx bağlıdır.

Tədqiqat nəticəsində müəyyən edilir ki, funksional təhlil Azərbaycan dilinin sintaksisinin daha dolğun və sistemli şəkildə öyrənilməsinə imkan yaradır. Bu yanaşma həm nəzəri, həm də praktik baxımdan əhəmiyyətlidir və dilin tədrisində, xüsusilə məktəb və ali təhsil səviyyəsində sintaktik biliklərin daha effektiv mənimsənilməsinə kömək edir.

Açar sözlər: cümlə, cümlə üzvləri, funksional təhlil, mübtəda, xəbər, tamamlıq, təyin, zərflik, sintaksis.

GİRİŞ. Dil insanların ünsiyyət vasitəsi olmaqla yanaşı, həm də düşüncənin ifadə formasıdır. Bu baxımdan dilin struktur vahidlərinin öyrənilməsi xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Sintaksis isə dilçiliyin cümlənin quruluşunu və onun daxilindəki münasibətləri araşdıran əsas sahələrindən biridir. Müasir Azərbaycan dilində sintaktik vahidlərin öyrənilməsi yalnız formal yanaşma ilə məhdudlaşmır, eyni zamanda funksional aspektdən də tədqiq olunur.

Cümlə üzvlərinin funksional təhlili onların yalnız hansı suallara cavab verməsi və ya hansı formal göstəricilərlə ifadə olunması ilə kifayətlənmir. Bu təhlil üsulu cümlə daxilində hər bir üzvün hansı kommunikativ və semantik funksiyanı yerinə yetirdiyini müəyyənləşdirir. Bu isə dilin canlı və dinamik sistem kimi başa düşülməsinə şərait yaradır.

Mövzunun aktuallığı ondan ibarətdir ki, müasir dilçilikdə funksional yanaşma getdikcə daha çox əhəmiyyət qazanır. Azərbaycan dilində də bu istiqamətdə aparılan tədqiqatlar cümlə üzvlərinin daha dərinləndirən öyrənilməsinə imkan verir. Bu məqalədə cümlə üzvlərinin funksional xüsusiyyətləri geniş şəkildə araşdırılır, onların semantik və kommunikativ rolu izah edilir. [1, 41]

ƏSAS HİSSƏ. Cümlə və onun sintaktik quruluşu. Cümlə bitmiş fikri ifadə edən əsas sintaktik vahiddir. Onun quruluşu cümlə üzvlərinin qarşılıqlı əlaqəsi əsasında formalaşır. Cümlə üzvləri arasındakı əlaqələr uzlaşma, idarə və yanaşma kimi sintaktik münasibətlərlə ifadə olunur.

Funksional baxımdan cümlə yalnız qrammatik quruluş deyil, həm də kommunikativ vahiddir. Bu səbəbdən cümlə üzvlərinin funksiyası onların cümlədəki yerindən və rolundan asılı olaraq dəyişə bilər.

Baş üzvlərin funksional xüsusiyyətləri. Mübtəda. Mübtəda cümlədə əsas mövzunu bildirir və adətən isim və ya isimləşmiş sözlərlə ifadə olunur. Funksional baxımdan mübtəda informasiya mərkəzi rolunu oynayır.

Məsələn: Uşaq kitab oxuyur. Bu cümlədə “uşaq” mübtəda olub hərəkətin daşıyıcısını bildirir. Xəbər. Xəbər cümlənin əsas predikativ üzvü olub mübtəda haqqında hökm verir. Funksional baxımdan xəbər cümlənin əsas informativ yükünü daşıyır. Məsələn:

Uşaq kitab oxuyur. Burada “oxuyur” xəbəri hərəkəti ifadə edir.

İkinci dərəcəli üzvlərin funksional xüsusiyyətləri. Tamamlıq. Tamamlıq hərəkətin obyektini bildirir və xəbərlə sıx əlaqədə olur. Məsələn: *Mən kitabı oxudum.*

“kitabı” tamamlıqdır və hərəkətin yönəldiyi obyektini göstərir.

Təyin. Təyin isimlərin əlamətini bildirir və onları dəqiqləşdirir. Məsələn: Güzəl qız gəldi. “güzəl” təyin kimi çıxış edir.

Zərflilik. Zərflilik hərəkətin zamanını, yerini, səbəbini və s. bildirir. Məsələn: *O, məktəbə tez gəldi.* Burada “tez” zərflilidir.

Funksional təhlilin xüsusiyyətləri. Funksional təhlil cümlə üzvlərinin aşağıdakı xüsusiyyətlərini nəzərə alır:

- semantik rol
- kommunikativ funksiya
- kontekstual dəyişkənlik
- nitqdə istifadə xüsusiyyətləri. [3, 321]

Bu yanaşma göstərir ki, eyni cümlə üzvü müxtəlif kontekstlərdə fərqli funksiyalar yerinə yetirə bilər.

Cümlə üzvlərinin qarşılıqlı əlaqəsi. Cümlə üzvləri bir-biri ilə sıx əlaqədə olur və bu əlaqə cümlənin bütövlüyünü təmin edir. Funksional baxımdan bu əlaqələr informasiyanın düzgün ötürülməsinə xidmət edir.

Məsələn: Müəllim şagirdlərə dərsi izah etdi. Burada bütün üzvlər birlikdə vahid informasiya yaradır. [2, 168]

NƏTİCƏ. Müasir Azərbaycan dilində cümlə üzvlərinin funksional təhlili sintaksisin daha dərinədən anlaşılmasına imkan yaradır. Bu yanaşma göstərir ki, cümlə üzvləri yalnız qrammatik vahidlər deyil, həm də kommunikativ funksiyalar daşıyan elementlərdir.

Baş və ikinci dərəcəli üzvlərin qarşılıqlı əlaqəsi cümlənin semantik strukturunu formalaşdırır və fikrin aydın ifadəsinə xidmət edir. Funksional təhlil isə bu prosesin daha dolğun şəkildə izah edilməsinə imkan verir.

Bu tədqiqat nəticəsində aydın olur ki, funksional yanaşma dilin öyrənilməsində mühüm rol oynayır və gələcək tədqiqatlar üçün geniş imkanlar açır.

ƏDƏBİYYAT SİYAHISI

1. Abdullayev Ə. Azərbaycan dilinin sintaksisi. Bakı, 2010, 320 s.
2. Həsənov H. Müasir Azərbaycan dili. Bakı, 2015, 280 s.
3. Kazımov Q. Azərbaycan dili qrammatikası. Bakı, 2009, 400 s.
4. Vəliyev K. Sintaksis məsələləri. Bakı, 2012, 250 s.
5. Axundov A. Azərbaycan dilinin əsasları. Bakı, 2008, 300 s.

KİÇİK YAŞLI MƏKTƏBLİLƏRDƏ SÖZ EHTİYATININ İNKİŞAFI VƏ LEKSİKOLOGİYA

Azərbaycan Respublikası, Bakı şəhəri

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti

Azərbaycan dili və onun tədrisi texnologiyası kafedrası

Pedaqogika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent Fəridə Səfəraliyeva

E-mail: f.safaraliyeva@mail.ru

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1161-5759>

XÜLASƏ

Açar sözlər: leksik məna, söz, lüğət fondu

Leksikologiyanın əsas məqsədi dilin lüğət tərkibini sistem şəklində şagirdlərə öyrətməkdən ibarətdir. Bu gün leksik tərkibinə görə Azərbaycan dili zəngin dillərdən biridir. Məhz orta məktəbdə tədris zamanı sözün mahiyyətini, mənasını və çoxmənalılığını müəyyən etmək və eyni zamanda mənaca qruplarını müəyyənləşdirmək müəllimin əsas metodlarından biri olmalıdır. İbtidai siniflərdə leksikaya aid qaydaların təhlili, mətnlərdə çətin sözlərin işlənməsi və üslubiyyatla bağlı məsələlərin tədrisi vacib məsələlərdən sayılır. Mətnlərdə sözlərin həqiqi və məcazi mənada verilməsi, omonimlər, sinonimlər, antonimlər, eləcə də terminlərin izahı məhz ibtidai sinifdən başlayaraq tədris olunur.

İlk növbədə leksikologiyanın morfologiya və söz yaradıcılığı ilə yaxınlığından danışmaq istərdim. Belə ki, bunların hər biri dilin lüğət tərkibi, onun leksik-qrammatik təsnifi, sözün semantik və morfoloji strukturları ilə əlaqəlidir. Əgər morfologiyada sözün qrammatik strukturu, morfem tərkibi, söz yaradıcılığında sözlərin yaranma yolları araşdırılırsa, leksikologiyada sözlərin dilin leksik sistemində yeri, işlədilməsi və mənşəyi öyrənilir. Leksikologiyanın vəzifəsi dilin müasir vəziyyətini, lüğət tərkibini, onun tarixən dəyişməsi və zənginləşməsi, sözlərin istifadə olunma dairəsi və emosional-ekspressiv çalarlarını sistem şəklində araşdırmaqdan ibarətdir. Sözsüz ki, dilimizin lüğət tərkibinin ən önəmli hissəsini ümumxalq leksikası tutur. İlk növbədə bura geniş yayılmış anlayışları ifadə edən sözləri aid etmək olar. Bədii əsərlərdə ümumişlək sözlər baş verən hadisələrin, obrazların bədii təsvirini sadə, anlaşıqlı sözlərlə ifadə etməyə şərait yaradır. Bu məqam xüsusi üslubi rəngarəngliyə malik sözlərin üzə çıxmasında əsas vasitə kimi özünü göstərir.

Azərbaycan dilinin lüğət tərkibi leksik və frazeoloji tərkibdən ibarətdir. Sözsüz əsas lüğət fondu ilə dilin lüğət tərkibi arasında oxşar və fərqli cəhətlər də vardır. Oxşar cəhətlər odur ki, onların hər ikisi dəyişir və zənginləşir. Hər ikisi dil üçün vacib olan tikinti materialıdır. Dilin lüğət tərkibi ilə əsas lüğət fondu arasında bir sıra fərqli cəhətlər də özünü göstərir. Belə ki, əsas lüğət fondu tərkibcə ümumxalq səciyyəlidir. Onunla qohum dillərin əsas lüğət fondu arasında ümumilik hiss olunur. Əsas lüğət fondunun dilin lüğət tərkibinin mənalı hissəsi olduğunu desək, yanılmazıq.

Müəllim şagirdlərin lüğət ehtiyatını genişləndirmək məqsədi ilə onlara Azərbaycan dilinin lüğət zənginliyi haqqında müəyyən qədər bilik verməyə çalışmalıdır. Bu zaman şagirdlər Azərbaycan ədəbi dilinin ümumi lüğətinə əməli surətdə yiyələnirlər. Həm oxu, həm də dil dərslərində aparılan lüğət işləri şagirdlərin söz ehtiyatını artırır. Bu zaman müəllim həm dilin zəngin fonetik imkanlarını aydınlaşdırmalı, həm də sintaktik vasitələrini göstərməlidir.

VOCABULARY DEVELOPMENT AND LEXICOLOGY IN YOUNGER SCHOOLCHILDREN

The Republic of Azerbaijan, Baku

Azerbaijan State Pedagogical University

Department of Azerbaijani language and technology of its teaching

Doctor of philosophy in pedagogy, associate professor Farida Safaraliyeva

E-mail address: f.safaraliyeva@mail.ru

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1161-5759>

Summary

Keywords: lexical meaning, word, dictionary Foundation

The main goal of lexicology is to teach students the vocabulary composition of the language in the form of a system. Today, the Azerbaijani language is one of the rich languages in terms of its lexical composition. It is during teaching in high school that it should be one of the main methods of the teacher to determine the essence, meaning and polysemy of the word, and at the same time to identify groups of meanings. The analysis of the rules relating to the lexicon in elementary grades, the processing of difficult words in texts and teaching issues related to Stylistics are considered one of the important issues. It is from elementary school that the transfer of words in the texts in a real and figurative sense, homonyms, synonyms, antonyms, as well as the explanation of terms are taught.

First of all, I would like to talk about the closeness of lexicology with morphology and word formation. So, each of them is related to the vocabulary of the language, its lexical and grammatical classification, semantic and morphological structures of the word. If in morphology the grammatical structure of the word, the composition of the morpheme, the ways of forming words in Word formation are studied, then in lexicology the place, use and origin of words in the lexical system of the language are studied. The task of lexicology consists in examining the modern state of the language, its vocabulary composition, its historically changing and enriching, the range of use of words and their emotional-expressive shades in a systemic way. Of course, the most important part of the vocabulary of our language is the national lexicon. First of all, words denoting widespread concepts can be attributed to this. Common words in works of art create conditions for expressing

the artistic description of events and images in simple, understandable words. This moment manifests itself as the main means of revealing words with a special stylistic diversity.

The vocabulary of the Azerbaijani language consists of lexical and phraseological composition. There are also similarities and differences between the basic vocabulary stock without words and the vocabulary composition of the language. The similarities are that both of them are changing and enriching. Both are important building material for language. A number of different aspects are also manifested between the vocabulary composition of the language and the main vocabulary fund. Thus, the main vocabulary fund is nationwide in composition. A commonality is felt between him and the main vocabulary of related languages. We will not be mistaken if we say that the basic vocabulary is a meaningful part of the vocabulary composition of the language.

In order to expand the vocabulary of students, the teacher should try to give them some knowledge about the vocabulary richness of the Azerbaijani language. In this case, students master the general vocabulary of the Azerbaijani literary language practically. Vocabulary work carried out in both reading and language classes increases the vocabulary of students. In this case, the teacher must both clarify the rich phonetic capabilities of the language and indicate its syntactic means.

MƏKTƏBLİLƏRDƏ VƏTƏN SEVGİSİNİN FORMALAŞDIRILMASI

Məmmədova Könül Ələddin qızı

Pedaqogika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent

ADPU-nun Azərbaycan dili və onun tədrisi texnologiyası kafedrası

konul.1970@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0001-8664-4912>

AÇAR SÖZLƏR: vətən, müqəddəs, vətənpərvərlik tərbiyəsi

Vətən müqəddəsdir, ülvidir. Onun hər şeyi, dağı, daşı, torpağı, suyu, səması bizim üçün əzizdir, doğmadır. Əgər öz yaşadığın yerin, oxuyub təhsil aldığın, boya-başa çatdığın torpağın keçmişini, bu gününü yaxşı bilməsən, onun sərvətini qorumaq, çoxaltmaq və gələcək nəsillərə saxlamaq qayğısına qalmasan, o halda əsl vətəndaş ola bilməzsən. Bu gün məktəblərimizdə yalnız bilik, savad verilmir, həm də şagirdlərə vətənpərvərlik hissi aşılanır. Ulu öndər Heydər Əliyev vətənpərvərlik hisslərini yüksək qiymətləndirərək demişdir: “Hamımızın ümumi vəzifəmiz xalqımızda vətənpərvərlik, vətən torpağına, millətə sədaqət, vətən uğrunda şəhidliyə hazır olmaq hisslərini formalaşdırmaq, inkişaf etdirmək və təbliğ etməkdir”.

Hər bir insanın şəxsiyyət kimi formalaşması məktəbdə başlayır. Daha dəqiq ifadə etsək, insanın ilk cəmiyyəti elə məhz məktəbdir. Bu baxımdan məktəblərdə təlim-tərbiyə prosesində şagirdlərə vətənpərvərlik hisslərinin aşılması daim olmalı, bu mövzunun təşkili, təbliği metodikanın başlıca vəzifələrindən biri olmalıdır. Qələm tutub yazı yazmağa, oxumağa başlayan şagirdlərin ilk yazısı, ilk oxusu “Ana” və “Vətən” kəlmələri olur. “Vətən” bizim azadlığımız, mənliliyimiz, namusumuz, şərəfimizdir. Vətən alınmır, verilmir, dəyişmir, satılmır, köhnəlmir, qocalmır, o, əbədi və əzəlidir. Vətəni qorumaq hər bir vətəndaşın borcudur, onu sevmək isə anamızı sevməyə bərabər hissidir. Vətən sevgisi, Vətənə məhəbbət insanın daxilindən, qanından gəlsə də, vətənpərvərlik hissi kiçik yaşlı şagirdlərə aşılanmalı, vətənpərvərlik tərbiyəsi ailədən başlayıb, məktəbdə davam etməli, cəmiyyətdə formalaşmalıdır. Şagirlərin milli mənlilik şüurunun, vətənpərvərlik hisslərinin tərbiyəsi, onlarda ölkə, Vətən sevgisinin formalaşması hər bir müəllimi düşündürən vacib məsələlərdən biri olmalıdır.

Məktəbin, müəllimin vəzifəsi yalnız bilik vermək, hansısa elmin sirlərini açıqlamaq deyil, həm də Vətənə layiqli şəxsiyyət yetişdirməkdir. Məktəblərdə uşaqlara ilkin vətənpərvərlik hissinin aşılması müxtəlif üsullarla - onlara vətənpərvərlik mövzusunda mahnı və şeirlər öyrətmək, dövlət atributlarının şəkillərini çəkdirmək və s. vasitələrlə öyrədilir. Vətən uğrunda, torpaqlarımız uğrunda döyüşlərdə qəhrəmanlıq göstərmiş şəhidlərimizin, qazilərimizin, eləcə də beynəlxalq yarışlarda bayrağımızı yüksəldən idmançıların, Azərbaycanı dünyada tanıdan dövlət xadimlərinin, alim, yazıçı və incəsənət xadimlərinin şəxsi nümunələri də şagirdlər üçün tərbiyə məktəbidir.

Vətənpərvərlik məsələsi cəmiyyətdə daim aktual olmuş, bu gün də aktual olaraq qalır. Millətin vətənpərvərliyi onun tamlığının, bütövlüyünün təməli desək, yəqin ki, səhv etmərik. Bir xalqın, millətin vətənpərvərlik şüuru onun digər xalqlar və millətlər tərəfindən qəbul edilməsi, tanınması, hörmətlə qarşılanması, ən əsası isə o xalqın yaratdığı dövlətin bütövlüyü, varlığı, suverenliyi ilə ölçülür.

Artıq bu gün müstəqil respublikamızın inkişafı, ilk növbədə, böyüyən nəslin təlim-tərbiyə işinin düzgün təşkilindən, vətəndaşlıq hazırlığından asılıdır. Uşaqların bir vətəndaş kimi böyüməsində ailənin, cəmiyyətin-ümumilikdə mühitin rolu böyükdür. Uşaqlar bir insan kimi, vətəndaş kimi ilk tərbiyəni ailədən alır. Burada onlar əxlaqi-mənəvi keyfiyyətləri, fiziki möhkəmliyi, əmək vərdişlərini, davranış qaydalarını, bədii-estetik duyumu və s. kimi keyfiyyətləri qazanır. Tərbiyənin əsas məqsədi kamil şəxsiyyət-insanvətəndaş yetişdirməkdir. Vətəndaş tərbiyə etmək mənsub olduğu dövlətin inkişafına çalışan, mənafeyini gözləyən, onun təhlükəsizliyi üçün məsuliyyət daşıyan, ölkənin yüksəlişində iştirak edən insan yetişdirmək deməkdir. İnsan fərd kimi doğulub, vətəndaş kimi fəaliyyət göstərərək tərbiyə-təhsil və əmək proseslərində vətəndaş hazırlığı keçir. Əsl vətəndaş dedikdə, bilavasitə vətənə, dövlətə gərəkli fəaliyyəti ilə xidmət edən, böyük mənəvi keyfiyyətlərə malik olan insan nəzərdə tutulur.

QAYNAQ VƏ MENBƏLƏRDƏ İMAM ALİ ƏLEYHİSSƏLAMIN ŞƏXSİYYƏTİ VƏ MƏQAMLARI

Doç.Dr. ƏBÜLFƏZ TAHİR ƏZİMLİ

ORCID: 0009-0001-1327-3425 ezimliebulfez@yahoo.com.tr Google Akademik, Dünya Sülh Səfiri; Nobel Prize & India- Birliyinin Yönetici üzvü; Qlobal Yazarlar Akademiyası-Hindistan üzvü; Türk Dünyası Vətəndaşlığı və Eyitimçilər Birliyi üzvü; TÜRKSOY üzvü; Poetas Intergalácticos-üzvü; Naxçıvan Dövlət Universiteti, Naxçıvan Müəllimlər İnstitutu: BÜTÖV AZERBAIJAN

ÖZƏT

İlkin uca məqam:Hz. Fatimə bint-i Əsed'dən İmam Ali (as) doğumu:13 Rəcəb, Mevla Ali (aleyhisselam)'ın mübarek doğum gecəsi.

Fatma Bint-i Əsed İmam Ali (a.s.)'ın Anneləri “Rabbim! Ben sana inanıyorum. Senden gelen Resul'lere ve kitaplara da inanıyorum. Dedem İbrahim Halil'in (a.s) sözlerini təsdiq ediyorum ki, o bu eski evi (Beytu'l-Atik'i) yeniden bina etmiştir. Bu evi bina edenin hakkı için, karnımdaki çocuğun hakkı için doğurmamı kolaylaştır- diye dua'da bulundu;

“Yezid b. Ka'neb anlatıyor; Bir de baktık, Kâbe'nin duvarı açıldı! Fatıma içeri girip gözlerimizden kayboldu. Sonra duvar yeniden eski halini aldı. Kapı kilidinin bize açılmasını istedik, ama açılmadı. O zaman bunun Allah'ın işi olduğunu anladık.

İMAM ALİ əleyhissəlamın şəxsiyyəti və məqamları, açıq-aşkar çox qaynaqlarda vardır

Ebü'l- Hasan Ali b. Ebi Talib' el-Kureyşi el- Haşimi (ö. 40/661)

Hz. Peygamber'in Damadı. Mucadele Arkadaşı. İlk İmam:

Hz. Resulullah: Ya Ali İnsanlar ister seni İmam kabul etsinler, İsterlerse kabul etmesinler, Sen Allah taraffından insanlar üzerinde Hüccətsən”, yani 1. ci- İmam'sın (Hadis bütün qaynak Kitablarında Mevcutdur). İster inansınlar,istər inanmasınlar: Şahid olarak, ALLAH YETER.

İmam Ali əs. Hicretəndən. Yaklaşık, yirmi iki yıl önce, M.s. 600 yıl'larında, Kâbbe'nin içində-Mekke'de doğduğu rivayət edilmektedir. Aynı zamanda Kâbbe'nin için'de dünya'ya gelen tek insan oğludur. Babası Hz.Peygamber'in amcası Ebu Tâlib, annesi de Fâtma bint Esed b. Hâşim'dır.

Ebu Tâlib'in en küçük oğludur. Mekke'de baş gösteren kıtlık üzerine Hz. Peygamber amcası Ebu Tâlib'in yükünü hafifletmek için onu himayesine almış, Hz İmam Ali beş yaşından itibaren hicrete kadar onun yanında büyümüşdür.

AÇAR SÖZLƏR: İmam Ali məqamları; İmam Ali əs-ın doğulma məqamı; Alinin (ə) İlk müsəlman olma məqamı; İmam Alinin (əs) elmi məqamları.

THE PERSONALITY AND AUTHORITIES OF IMAM ALI ALEIHISSALAM IN SOURCES AND SOURCES

ABSTRACT

The first high point: Hazrat. Birth of Imam Ali (as) from Fatima bint Asad: 13 Rajab, the blessed birthday of Mevla Ali (peace be upon him).

The Mother of Fatma Bint-i Asad Imam Ali (a.s.) said, "My Lord! I believe in you. I also believe in the Messengers and books that came from you. I confirm the words of my grandfather Ibrahim Halil (a.s.) that he rebuilt this old house (Beytu'l-Atik). I prayed for the sake of the one who built this house, for the sake of the child in my womb, to make it easier for me to give birth;

"Yezid b. Ka'neb narrates; We looked and the wall of the Ka'ba opened! Fatima entered and disappeared from our eyes. Then the wall regained its old shape. We asked the door lock to be opened for us, but it was not opened. Then we realized that it was God's work.

The personality and status of IMAM ALI, peace be upon him, are evident in many sources

Abu'l-Hasan Ali b. Abi Talib' al-Qurayshi al-Hashimi (d. 40/661)

Haz. Son-in-law of the Prophet. Struggle Friend. First Imam:

Haz. Rasulullah: O Supreme People, whether they accept you as Imam or not, you are the Hujjat over the people from Allah, that is, you are the 1st Imam (Hadith is available in all source books). Whether they believe or not: as a witness, ALLAH IS SUFFICIENT.

Imam Ali a.s. From the Hijra. About twenty-two years ago, M.s. It is said that he was born in Mecca in the 600s. At the same time, he is the only human son born inside the Kaaba. His grandfather was Abu Talib, Prophet's uncle, and his mother was Fâtma bint Esed b. It's Hashim.

He is the youngest son of Abu Talib. Hazrat on the famine in Mecca. In order to lighten the burden of his uncle Abu Talib, the Prophet took him under his protection, Hazrat Imam Ali grew up with him from the age of five until the Hijra.

KEYWORDS:: Imam Ali places; the place of birth of Imam Ali (as); the place of Ali (as) becoming the first Muslim; the scientific places of Imam Ali (as).

GİRİŞ

Elə bir zamanda yaşayırsınız ki, şəx xeyiri üstələmişdir.

Şeytan insanları həlak etmək ümidindədir (Hz Əli əs.Nəhcül-bəlağə,s.100

İMAM ALİ əleyhissəlamın şəxsiyyəti və məqamları, açıq-aşkar çox qaynaqlarda vardır

Ebü'l- Hasan Ali b. Ebi Talib' el-Kureyşi el- Haşimi (ö. 40/661)

Hz. Peygamber'in Damadı. Mucadele Arkadaşı. İlk İmam:

Hz. Resulullah: Ya Ali İnsanlar ister seni İmam kabul etsinler, İsterlerse kabul etmesinler, Sen Allah taraffından insanlar üzerinde Hüccətsən”, yani 1. ci- İmam'sın (Hadis bütün qaynak Kitablarında Mevcutdur). İster inansınlar,istər inanmasınlar: Şahid olarak, ALLAH YETER.

İmam Ali əs. Hicretədən. Yaklaşık, yirmi iki yıl önce, M.s. 600 yıllarında, Kâbbe'nin içində-Mekke'de doğduğu rivayət edilmektedir. Aynı zamanda Kâbbe'nin için'de dünya'ya gelen tek insan oğludur. Babası Hz.Peygamber'in amcası Ebu Tâlib, annesi de Fâtma bint Esed b. Hâşim'dır.

Ebu Tâlib'in en küçük oğludur. Mekke'de baş gösteren kıtlık üzerine Hz. Peygamber amcası Ebu Tâlib'in yükünü hafifletmek için onu himayesine almış, Hz İmam Ali beş yaşından itibaren hicrete kadar onun yanında büyümüşdür.

1. HZ. FATİMƏ BİNT-İ ƏSED'DEN İMAM ALİ (A.S) DOĞUMU

13 Rəcəb, Mevla Ali (aleyhissəlam)'ın mübarek doğum gecəsi

Fatma Bint-i Əsed İmam Ali (a.s.)'ın Anneləri “Rəbbim! Ben sana inanıyorum. Sendən gələn Resul'lərə və kitaplara da inanıyorum. Dedəm İbrahim Halil'in (a.s) sözlərini təsdiq ediyorum ki, o bu eski evi (Beytu'l-Atik'i) yenidən bina etmişdir. Bu evi bina edənəin hakkı için, karnımdakı çocuğun hakkı için doğurmamı kolaylaşdır- diye dua'da bulundu;

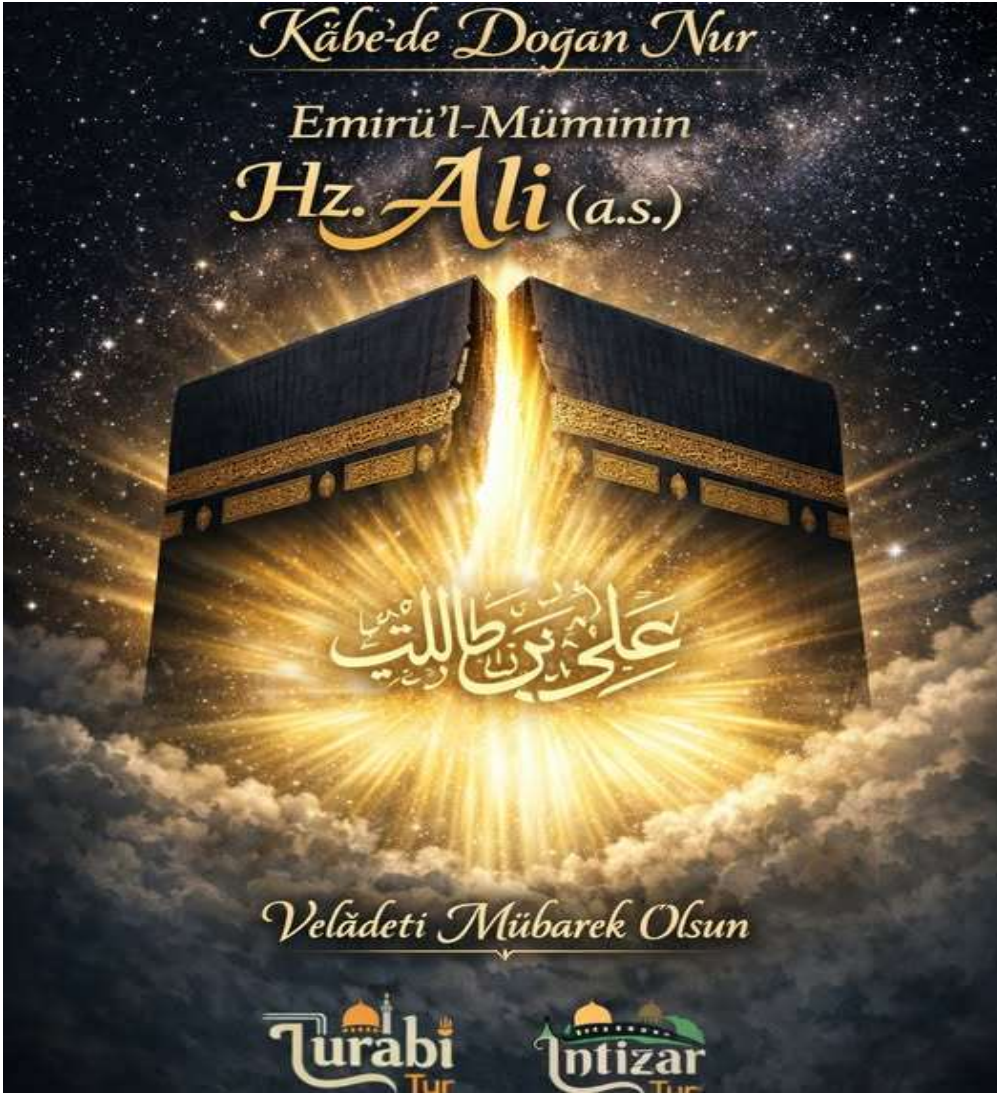
“Yezid b. Ka'neb anlatıyor; Bir de baktık, Kâbe'nin duvarı açıldı! Fatıma içeri girip gözlerimizden kayboldu. Sonra duvar yenidən eski halini aldı. Kapı kilidinin bize açılmasını istedik, ama açılmadı. O zaman bunun Allah'ın işi olduğunu anladık.

Sonra dördüncü gün dışarı çıktı. Kucağında Emirülmüminin (a.s) vardı.

Ardından şöyle derdi:

-- Ben, benden önceki kadınlardan üstün kıldım. Çünkü Asiye Bint-i Müzahim, Allah'a ibadet edilmesinden hoşlanılmayan, ancak büyük baskılar altında Allah'a ibadet edilən bir yerde, gizlice Allah'a ibadet ediyordu. Meryem Bint-i İmran, kurumuş hurma ağacını eliyle silkeledi, üzerine dökülen olgun hurmalardan yedi. Bəsə Allah'ın dokunulmaz evine girdim. Orada cennət meyvələrindən və rızıklarından yedim”. İlelu's-Şerayi “Kâbe'ye girdim, cennət meyvələrindən və rızıklarından yedim. Dışarı çıkmak istediğimde kulağıma şöyle fısıldandı; Ey Fatma! Ona Ali (Yüce) adını ver, çünkü o yücedir. Yüceler yücesi Allah diyor ki; Ben onun adını

kendi adımdan türettim. Onu kendi edebimle edeplendirdim. Onu gizli ilimlerime vakıf kıldım. Evimdeki putları o kıracak. Evimin damına çıkıp ezan okuyacak. Beni kutsayacak, ululayacak. O halde, ne mutlu onu sevip itaat edene ve yazıklar olsun ona isyanda bulunup buğz edene” (İlelu’ş-Şerayi el-Emali; Şeyh Saduk İmam Ali Ansiklopedisi syf-83).



İmam Ali (a.s.) Hira Dağında:

Hiz. Muhammed (s.a.a.) Peygamberlikle görenlendirilmeden önce yılda bir ay (Hira) Mağarasında ibadet ederdi. Bir ayı doldurunca ilk olarak Mescid-i Haram’a gider, yedi defa Allah’ın evini tavaf eder, sonra evine dönerdi. (İbn-i Hişam. Es- Siretü’n- Nebeviyye, c.1, s.252.) Rivayetlerden anlaşıldığı kadarıyla Hiz. Muhammed (s.a.a.) Hiz. Ali’ye olan aşırı ilgisinden dolayı onu da beraberinde Hira’ya götürürdü. Vahiy Melelği, Hira Mağaras’ında Hiz. Muhammed (s.a.a.)’e ilk kez nazil olduğu ve onu Resul olarak görevlendirdiği zaman Hiz. Ali (a.s.) onun yanındaydı.

Hiz. Ali (a.s.)”Kasia” hutbesinde bunu şöyle beyan ediyor:

“... o, Her yıl Hira Dağı’nda ibadete çekilirdi. Onu benden başka kimse görmezdi... Ona vahiy geldiğinde Şeytan’ın veryadını duydum; “Ya Resulullah !” dedim, “Bu feryat nedir ?” “Bu feryat eden Şeytan’dır. “dedi, “Kendisine kulluk edilmesinden ümidini kesti artık. Sen benim duyduğumu duyuyorsun, gördüğümü görüyorsun; ancak Peygamber değilsin; fakat vezirsin ve hayır üzerisin.”(Nehcü’l- Belağa, Subhi Salih, 192. Hutbe.)

Her ne kadar bu sözlerin, Hiz. Peygamber’in Hira’daki risalet sonrasına ilişkin olabileceğine ihtimali varsa da fakat elde olan ip uçları ve Peygamber’in Hira’daki ibadetlerinin genellikle önce olması, bu sözlerin Peygamber (s.a.a.)in risaletinden önceki döneme ilişkin olduğunu gösteriyor. Her halükarda İmam Ali (a.s.)ın ruhunun paklığı ve Peygamber’in onu titiz bir şekilde eğitmesi, bu yaşlarda nurlu bir kalp, gören bir göz ve işiten bir kulağa sahip olmasının halkın görmesi ve işitmesi mümkün olmayan şeyleri görmesini ve işitmesini sağlamıştı.

1-İmam Ali (a.s.)’ın İlk Müslüman olduğunun Delilleri :

İmam Ali (a.s.)’ın ilk Müslüman olduğuna dair deliller ve şahitler islam’i metinlerde o kadar fazladır ki, onların hamısını burada beyan etmemize imkânı yoktur. Yinede bunlardan, öncelik örnek olarak bazıılarını yada salacağı ki, kimselerin bunda her hangi bir itirazları bulunmasın. Eyni zamanda ilk Müslümanların gerçekliği ortaya çıksın. Bu konuyu herkesten önce Peygamber (s.a.v) ashabından bir kısmına açıkça buyurmuştur :

“ Kevser Havuzunun başına ilk gelecek olanınız, ilk iman edeniniz İmam Ali İbn-i Ebi Talib’tir” (Bax: 1- İbn-i Abdulbir , el-istiab Fi Marifeti’l -Ashab ,c. 3,s . 28 , birinci baskı , Beyrut , Daru İhyai’t- Turasi’l Arabi , Hicri 1328 ;

2- İbn-i Ebi’l- Hadid , Şerh-i Nechü’l- Belağa , c . 13 , S . 119 , Tahkik: Muhammed Ebulfazl İbrahim, birinci baskı, Kahire, Daru İhyai’l-Kütübi’l-Arabi , Hicri 1378

3- Hakim Nişaburi , el-Müstedrek Ale’s- Sahihayn ,c .3 , s .17 , Tahkik : Abdurrahman Mer’âşi , birinci baskı , Bayrut , Daru’l- Marife ,Hicri 1406).

Alimler ve hadisçiler şöyle naklediyorlar :

“ Hz : Muhammed (s.a.v.) pazartesi günü peygamber’liğe mebus oldu , İmam Ali (a.s.) bir gün sonra onunla namaz kıldı ” (Bax: İbn-i Abdulbir , el-İstiab Fi Marifeti’l- Ashab , c .3 , S . 32 , birinci baskı Beyrut ,

Daru İhya’t-Turasi’l-Arabi , Hicri 1328 ; İbn-i Esir el-Kamil Fi’t-Tarih , c. 2, s . 57 , Daru Sadr , Hicri 1399 ; Hakim Nişaburi , el-Müstedrek Ale’s- sahihayn , c. 3 , s . 122 , Takik : Abdurrahman Mer’ âşi , birinci baskı , Beyrut , Daru’l-Marife , Hicri 1406).

2-İLK MÜSLÜMAN İMAM ALİ (as)

Hiz. İmam Ali (a.s.) “ Kasia” adlı hutbesinde şöyle buyurur :

“ o gün İslam, resulullah (s.a.v.)ve Hatic’nin evinin dışında hiçbir evde yoktu ve ben de onların üçüncüsüydim . Vahyin ve risaletin nurunu görüyor , nübüvevetin kokusunu alıyordum .” “Nehcü’l- Belağa ,Subhi salih , 192 ci hutbe).

İmam Ali (a.s.) Başka bir yerde de şöyle buyuruyor :

“Allah’ım, ben sana dönüp yönelen, iştirip icabet eden ilk şahsım. Benden önce Resulullah’tan başka hiç kimse namaz kılmadı“ (Nehcü’l-Belağa , Subhi salih , 131 .ci hutbesi .)

Əli ibn Əbitalib yine şöyle buyuruyor :

“Ben Allah’ın kulu resulünün kardeşi ve Sıddıykı- Əkberm (en büyük doğru konuşan şahsım) . Bu sözü benden sonra yalancı ve iftiracıdan başkası söylemez. Ben insanlardan önce yeddi yıl Resulullah ile namaz kıldım “ (Bax: Taberi , Muhammed b. Cerir , Tarihu’l-Ümem ve’l- Müluk ,c .2 , s .312 Beyrut , Darul-Kamusil-Hadis; İbn-i Esir ,el-Kamil Fi’t-Tarih , c . 2, s . 57 , Beyrut Daru Sadır , Hicri 1399.

Hakim Nişaburi , el-Müstedrek Ale’s- sahihayn , c .3 , s . 112 , Tahkik : Abdurrahman Mer’ası , birinci baskı , Beyrut , Daru’l-Marife , Hicri 1406).

Ufeyl bin Kaysi- Kindi şöyle diyor :

“Ben cahiliye döneminde atir ticareti yapardım . Ticari seferlerimden birinde Mekke’ye geldim ve Hz. Abbas’ın misafiri oldum. Günlerin birinde Mescid’i Haram’da Abbas’ın yanında oturmuştum . Güneşin tam tepeye ulaştığı sırada ,yüzü dolunay gibi nurani olan bir genç Mescid’e geldi ; gökyüzüne baktı , sonra Kâbe’ye doğru durdu ve namaz kılmaya başladı . Biraz sonra güzel yüzlü bir çocuk onun sağ tarafında durarak ona bağlandı . Sonra kendisini örtmüş olan bir kadın geldi ve o ikisinin arkasında durdu . Üçü beraber namaz kılıp, rüku ve secde ediyorlardı.

Ben Putperestlerin merkezinde, üç kişinin değişik bir şekilde ibad ettikleri bu sahneyi görünce çok şaşırdım . Hz. Abbas’a ;

-Büyük bir olay!-dedim .

O da bu cümleyi tekrar etti ve ekledi :

-Bu üç kişiyi tanıyormusun ?

-Hayır , dedim .

- İlk olarak gelen, o biri ikisinin önünde duran yeğenim Hz. Muhammed b. Abdullah , ikincisi diğer yeğenim Hz. Ali b. Ebi Talib, üçüncüsü de Hz. Muhammed’in eşidir.

O, kendi dininin Allah tarafından indiğini iddia ediyor . Şu anda dünyada bu üç kişiden başka hiç kimse bu dini yaşamıyor” (İbn-i Ebi’l-Hadid , Şerh-i Nehcü’l- Belağa, c. 13 s .226 ,

Tahkik :Muhammed Ebulfazl İbrahim, birinci baskı, Kahire, Daru İhyai’l-Kütübi’l-Arabiyye Hicri 1378 ;

Muhammed b. Cerir Taberi, Tarihul-Ümem vel-Mülük ,c .2 , s .212, Beyrut, Daru'l-Kamusil-Hadid, biraz farklılıkla İbn-i Ebi'l-Hadid, zikredilen kitapta bu olayı Abdullah b. Mesud'dan da nakletmiştir . O da Mekke'ye seferi sırasında böyle bir sahneye şahit olmuştur”.

Bu rivayet açıkça gösteriyor ki , Hz. Peygamber-i Ekrem (s.a.v.) ‘in davetinin başlagıcında , eşi Hz. Hatice'nin dışında, sadece, İmam Ali (a.s) onun dinini kabul etmişti ve daha sahi delil ve belgeleri sergilemeye devam edeceğiz.

Ayrıca ilk Müslümanların kimlerin olacaklarını açıklıyacağız değerli araştırmacı arkadaşlarım ve saygı değer Müslüman kardeşlerimde şaşkınlık içerisinde kalacaklardır.

Medine devri bölümünün ikinci cild'in (215 ci sayfasında) İbn-i Abdul Ber'in İstihabında İbn-i Esir'in üstülgabesi'inde , Ahmet b. Hanbel'in Müsned'tinde Hz. Peygamber'imiz şöyle beyan etmektedir:

-Ey Fatıma! Niyə ağlayırsan? Ben seni istəyenlerin en bilgilisine, Yumuşak huylulukta ve akıl'lılıkta en üstününe ve ilk Müslüman olanına nikâhladım.

3. İMAM ALİ (A.S) IN KİMLİĞİ:

adı: ali

lakabı: emirü'l- mü'minin

künyesi: ebul hasan

baba adı: ebu talib

ana adı: fatıma

doğum yeri: kâbe

doğumu: hicretten 22 veya 23 yıl önce

halifeliği: hicretten 35 yıl sonra

halifelik süresi: 5 yıl

ömrü: 63 yıl:

şehadeti: hicri 40-cı yılda haricilerden "ibni mülcen" adlı bir şahıs tarafından.

Defn edildiği yer: İrak- "Necf" şehri

4.. İMAM ALİ (A.S.)'IN AD VE KÜNYELERİ:

imam ali (a.s) ın kimliği: dünya litaretür kaynak kitaplarında

rastlanmış evliyalar şahı babında bahs olunan imam ali (a.s.)'ın ad, ve künyeleri:

imam ali (a.s) ın kimliği:

01. İmam-ı Ali (lügati manası: yüksek, âli, yüce.)

02. Murtaza (intihap ve takdir olunmuş.)

03. Murtaza ali (aliyyel murtaza.)

04. Əbülhasan (imam hasan'ın babası.)
05. Əbülhüseyn (imam hüseyin'in babası.)
06. Əsedullah (allah'ın aslanı.)
07. Əsedullah-ül galip (allahın galip aslanı.)
08. Heydər (aslan.)
09. Haydar-ı kerrar (tekrar tekrar aslan.)
10. Ali ibn-i ebi-talip (ebi-talib'in oğlu.)
11. Əba-tûrab, ebu-turab, (toprağın babası.)
12. Babü-l ilm (ilm kapısı.)
13. Əbu-sıpteyn (iki torunun babası) imam ali (a.s.)'in künyesi.)
14. Əxi resulullah (peygamber (s.a.v.)'in dünya ve ahiret kardeşi.)
15. Axu'r (eb-ür) reyhaneyn (iki reyhanın- yani imam hasan ve imam hüseyin (a.s.) babaları.)
16. Əmir-ün nahl (ağaçların emiri: hurma ağaçlarını koruduğu için.)
17. Əmir'ül müminin (iman sahiplerinin başkanı.)
18. Şah-i merdan (mertlerin şahı.)
19. Şir-i-yezda (allah'ın aslanı.)
20. Şir-i huda (allah'ın aslanı.)
21. Şah-ı velâyet (velilik şahı.)
22. Şah-ı evliya (evliyalar sultanı.)
23. Vasiy-yi resullah (s.a.v.) (peygamber (s.a.v.)'in vasiyet etdiyi şahıs.)
24. Safder (safları yırtan, düşman saflarını yaran batıştır.)
25. Safşiken (safları kıran doğrayan.)
26. Damadi- Resul (peygamber (s.a.v.)'in damadı.)
27. Zeve-i betül (afif olan kadının eşi.)
28. Şah-ı necef (necef şəhrinin sultanı.)
29. Şahsüvar-ı islâm (islâm şövalyesi), (le chevalier de l'islâm)
30. İmam-ül muttekin (pakların imam-ı.)
31. İmam-ül berus (iyilerin imam-ı.)
32. Azil-ül fiserve (günahların her çeşidini irtikâp edenler ve fisk-i furur sahiplerini öldüren.
33. Seyyid-ül müslimin (müslümanların seyyidi.)
- 34 Qaid-ül gurriel muhaccelin (el ve bilekleri ak olanların önderi.)
35. Hatem-ül vasiyyin (vâsilerin sonuncusu.)

36. Sıddık-ul ekber (büyük doğrucu.)
37. Rayet-ül hûda (hidayet bayrağı.)
38. Faruu hazihil-ümme (bu ümmetin tefrik, temyiz edeni.)
39. İmam-ül evliya (velilerin imam-ı.)
40. Vasubud-din (dinin arı beyi.)
41. Əvvəlin müminine billâh (allah'a önce iman getiren.)
42. Yedullahül basita (allah'ın açık eli.)
43. Merdi meydan (savaş meydanlarının yiğidi.)
44. Aynullahü nazıra (allah'ın bakan gözü.)
45. Babül-medine (medinenin- bilgi şehrinin kapısı.)
46. Hellalül gazavat (gazvelerin kükremiş aslanı.)
47. Kerremallah-ı Veçhey (Cenab-ı Hakkın emriyle) "Maide Sûer-i ayet ilkesi'nin 55.nci ayetleri".
Velilik payesi Allah ve Peygamber (s.a.v.)'inden sonra İmam-ı Ali (a.s.)'a Kerremallah-ı Veçhey verilmiş olduğu ve birçok mümtaz hasletler sahibi bulunan "Tanrı Aslanı'nın gösterdiği kerametler, yaptığı fevkaalede işlerin en büyük amili ve centlerdeki başarılarına Evliyalık kuvvet ve kudreti ile başardığı inancı bende hâsıl olmakla Kur'an ve Ehl-i Beyt araştırmalarımıza bir ad düşünürken ad ve elkab ve künyeleri meyarından (Evliyalar şahı)'nı isimlerini seçmişsinizdir."
48. ed-Dai--Davetçi.
49. el-Faruk--Hak ile batılı birbirinden ayıran.
50. el-Hadi- doru yolu gösteren.
51. el-Mürteza -Beğenilmiş, razı olunmuş.
52. ən-Nebeul- Azim -Büyük Haber.
53. eş-Şahid--Tanık.
54. Hasifun- Nal: Ayakkabı Dikicisi.
55. es-Sıddik'ul Müstakim: Dosdoğru yol.
56. Kad-ı Deyn-i Resulullah--Resulullah'un borcunu ödeyen.
57. Kasım'ul -Cennet-i ve'n Nar-- "Cennettekilerin ve cehennemlikleri ayıran ölçü."
58. Katilul-Fecere--Günahkarlarla savaşılan.
59. Katil'un-Nakisi ve'l-Kasıtın ve'l-Marıkın--Biatlerini bozan.
60. Keşşaful-Kureb--Üzüntüleri giderici.
61. Mevle əl-Müminin--Müminlerin velisi, dostu, yöneticisi.
62. Mübir'uş-Sirk ve'l Müşrikin: (Şirki ve müşrikleri yok edici.)

63. Münciz-u Va'd-i Resulullah: (Resulullah'ın sözünü yerine getiren.)
64. Nefs'ur-Resul: (Peygamber'in nefsi, canı.)
65. (Seyfullah'il-Meslul: (Allah'ın kınından çekilmiş kılıcı.)
66. Seyyid'ul Arab: (Arapların Efendisi.)
67. Şebih-i Harun: (Harun Peygamberin benzeri.)
68. Zülkarneyn: (İki toplumu birleştiren.)
69. Sahib'ul-Liva: (İslâm bayrağının Sahibi.)
70. “Əmir'ül Mü'minin” İmam Ali (a.s.)'in Künyelerinden en önemlilerindendir.

3. İMAM ƏLİNİN MƏQAMLARI HAQQINDA “QUR'ANİ-KƏRİM”DƏ AYƏLƏR

İmam Əlinin məqamını insanlara bildirmək haqqında “Qur'ani-Kərim”də açıq-aşkar ayələr vardır: “Ey peyğambər, bildir, sana rabbindən indirilən emri və eğer bu tebliği ifâ etməzsən onu elçiliğini yapmamış olursun və Allah, seni insanlardan korur. Şüphe yok ki, Allah kâfir kavme, doğru yolu gitmək hususunda başarı vermez. ‘Maide Sûre-i ayet ilkelerinin- 67’”

Burda da anlaşılmaktadır ki, İslâm devletinin Hz. Peyğambər (s.a.v.)'in vefatlarından hükümet ve idare-i hükümlerinin başında olmasının mecburiyetinin zorunluğu kasd edilmektedir.

Burda vermiş olduğumuz İmam Ali (a.s.)'in ona özgü olarak, ilahi bir güç olan Allah'u Teaala'nın ad ve künyeleridir. Ve hatta İmam Ali (a.s.) kendi hutbelerinin birinde ruh alemleri takvaları ile ilgili şöyle bir sözleri vardır:

“Ey dünya, ben seni üç sefer boşadım. Senin beni aldatman imkansızdır”.

İmam Hüseyin (a.s.) b. Ali (a.s.)'dan nakl olunan sözler azdır. İmam Hüseyin b. Ali (a.s.)'nin sözlerinin elimize geçmesinin az oluşunun temel nedeni şudur ki, Lanetlenmiş Emevi asrı, İmam Ali (a.s.) ve evlatları olan "Alevilerin" hakkında uygulanan sansür yasaklarıdır. Kimse onlarla irtibat kurmaya veya onların sözlerini nakletmeye cesaret edememişlerdir. Yine de mümkün olduklarında bu sözlerden ve onların ruh alemlerinden söz etmişlerdir.

İmam Hüseyin (a.s.) İmam Ali (a.s.)'dan "kendi kulağınız ile Peyğambər (s.av.)'in ağzından duyduğunuz bir sözü bize naklediniz" -diye istekte bulunmuşlardır. Bakınız, İmam Hüseyin (a.s.) Dedeleri Hz. Muhammed (s.a.v.)'in sözleri arasından yapmış olduğu seçim, nasıl bir seçimdir. Buradan siz O'nun şahsiyetinin ölçüsünü de elde edebilirsiniz.

Ali ibn Əbitalib Hz. Muhammed'in (sav) Peyğambərliğine ilk inananlardan olup, ilk iman etmiş şahısdır. Ancak Hz. Hatice annemiz ile aynı anda iman eden mi yoksa Hz. Hatice annemizden sonramı iman edenlerden kesin bir delil yok. Yine de neşekilde olursa olsun, ilk iman edenlerdendir. Kimileride Ebu Bekir'den sonra iman

etmiş diyorlarsa bunun gerçekte bir bağlantısı yoktur. Çünkü Ebu Bekir daha sonra müslüman oldu onuda belgelerle ispatliyoruz. (bk.Câhiz, Əl-Osmaniyye, s.3-13).

Bu sırada yaşının doqquz veya on bir olduğu rivayet edilir. Bu durumda onun Hz. Hatice'den sonra, yaşına göre, çocuklar arasında ilk iman edən ve Hz Peygamber'le birlikte ilk namaz kılan kimsedir. Ayrıca Allah Kurân'i kerim,de iman edənlərə inanmaq haqqında imana davet ederken hiç bir zaman çocuk kavramı mənasını verən ifadə işlənməmişdir. Resulullah (s.a.a) İmam Ali (a.s.) hakkında şöyle buyurmuşdur: *"Şüpheşiz sen benim duyduğumu duyuyor və benim gördüğümü de görüyorsun, fakat sen peygamber değilsin"* ("Nehcül Belaga, Suphi Salih, 192. Hutbe). Yani Peygamber'e bağışlanmış olan melekleri görme, onların seslerini işitmə kabiliyeti ve ilahi gücü ona da verilmişdi; Fakat o peygamber değildi.

Resulullah (s.a.v.)şöyle buyurmuşdur.

"Şüpheşiz Ali, Allah'ın kitabı və benim Sünnetim hususunda ümmetimden hiç bir kimsenin sahip olmadığı bir ilme sahiptir. O benim bütün bildiklerimi biliyor. Çünkü Allah-u Teala hiçbir kimsenin bilmediği bir ilmi bana öğretti və onu Ali'ye de öğretmemi emretti. Ben de öyle yaptım."

Daha sonra şöyle buyurdu:

"Şüpheşiz, Allah-u Teala ona hikmeti və hak ilə bätılı ayırt eden bir bilgi vermiştir ." Kitab-ı Süleyman, s.71.

İbn-i Ebi'l-Hadid, Şerh-i Nehcül'l-Belağa'da şöyle yazıyor:

" Sahih kitaplarda rivayet edilmiştir ki, Cebrail ilk kez Peygamber'e nazil olduğu ve onu risalet makamına getirdiği zaman Ali, Peygamber'in yanında idi. İbn-i Ebi'l Hadid, Şerh-i Nehcül'l Belağa c.13, s.208, Daru İhyai'l- Kütübi'l- Arabiyye, Kahire, Hicri 1378.

Hz. Resul-i Ekrem (s.a.v)

"Allah-u Teala cenneti, benim Ehlibeyt'ime zulüm və ihanet edenlere, sövenlere, onlarla sava-şanlara və itretimi inciterek bana eziyette bulananlara haram kılmıştır."

(Zehair-ul Ukba, s.20, El Keşşaf Tefsiri, Şura suresi 23. ayetin tefsiri.

<https://www.facebook.com/imam.dikmen>

İMAM ALİ'NİN BEDDUASI SEBEBİYLE AZABA UĞRAYAN SAHABELERDEN; ENES B. MÂLİK

Hz. Ali (a.s) hilafet döneminde, halkın bir araya toplandığı önemli günlerden. birinde minbere çıkarak halka şöyle hitap etmiştir.

"Resulullah'ın (saa) Gadir-i Hum günü "Ben kimin mevlasıysam, Ali de onun mevlasıdır" buyurduğunu duyan her müslümana Allah'ı şahit tutuyorum ki kalkıp duyduğuna dair şahadette bulunsun. Bu olayı kendi gözleriyle görüp kendi kulaklarıyla duymayan kimse kalkmasın."

O, zaman onaltısı Bedir Savaşında bulunanlar olmak üzere otuz sahabe kalkıp Resulullah'ın Hz. Ali'nin elinden tutarak halka hitaben "Acaba benim müminlere nefislerinden daha evla olduğumu bilmiyor musunuz?" Onlarda "Evet, biliyoruz" dediklerinde "Ben kimin mevlasıysam, Ali'de onun mevlasıdır. Ey Allah'ım onu seveni sen de sev; ona düşman olana sen de düşman ol" buyurduğuna şehadette bulundular.

Ama Gadir-i Hum olayında hazır olan bazı sahabeler, Hz. Ali'ye olan haset ve düşmanlıkları yüzünden şehadette bulunmadılar. Bunlardan birisi de Enes ibn-i Malik idi.

Hz. Ali (a.s) minberden inip ona "Ey Enes, neden Resulullah'ın ashabının şehadette bulunduğu gibi sende onlarla birlikte o gün duyduğuna şehadette bulunmuyorsun?" dediğinde "Ey Emir'el müminin, artık yaşım geçmiş ve duyduklarımı unutmuşum" diye cevap vermişti.

O zaman Hz. Ali ona "Eğer yalan konuşuyorsan Allah seni sarıgınla gizleyemeyeceğin bir beyazlığa (hastalığa) düşer etsin" diye beddua etti.

Bunun üzerine, Enes ibn-i Malik henüz yerinden kalkmadan cüzzam hastalığına yakalandı. Öyle ki cüzzam hastalığından yüzü beyazlaştı. Sonraları Enes ağlayarak "Beni salih kulun duası bu hale getirdi; zira ben onun şehadetini gizledim" diyordu.

Bu meşhur olan bir kıssadır. İbn-i Kuteybe "El Mearif" adlı kitabında hastalığa yakalanan meşhur insanları sayarken Enes'in de cüzzam hastalığına yakalandığını zikretmiş ve kıssayı nakletmiştir. Yine bu olayı Ahmed ibn-i Hanbel de Müsned'inde nakletmiştir ve "Üç kişiden başka hepsi şehadet verdiler; şehadet vermeyen üç kişi de imam Ali'nin (as) bedduasını tutuldular" demiştir.

Burada imam Ahmed ibn-i Hanbel'in El Belazuri'ye isnaden naklettiği o üç kişiyi zikretmek yerinde olur.

O diyor ki: Hz. Ali, Gadir-i Hum'da bulunanlara ant verdiğiğinde Minberinin altında Enes ibn-i Malik, Bura ibn-i Azib ve Cerir ibn-i Abdullah Beceli de vardı. Hz. Ali'nin (as) isteğini tekrarlamasına rağmen bu üçünden hiç birisi kalkıp da şehadette bulunmadı. O zaman Hz. Ali (a.s) şöyle dedi: "Allah'ım, bu şehadeti bildiği halde gizleyen kimseyi öyle bir belaya düşer etki, onunla tanınsın ve bu belaya düşer olmadan canını alma"

Ravi diyor ki: "Enes ibn-i Malik cüzzam hastalığına yakalandı, Bura ibn-i Azib kör oldu, Cerir ibn-i Abdullah ise hicret ettiği halde tekrar bedevi hayatına döndü ve Eş-Şerat bölgesine gidip annesinin evinde öldü."

Her araştırmacı, üzerinden bir çeyrek asır geçip unutulmak üzereyken tekrar Hz. imam Ali (a.s)nin diriittiği bu hadiseyi incelerken Hz. Ali'nin ne kadar büyük değer, azamet, yüksek himmet ve temiz kalbe sahip olduğunu anlar. Gözünde diken boğazında kemik varmışçasına sabretmiş, bunun yanısıra Gadir-i Hum hadisesini hayatı boyunca tüm manasıyla kalbinde saklamış ve onu tekrar izhar ve ihya etmek için uygun bir fırsat arıyordu. Bu yüzden yeri geldiğinde bu hadiseyi hatırlatıyordu, Müslümanların toplu halde bulunduğu bir yerde onlardan bir grubu şahit oldukları bu hadiseye şehadette bulunmaya çağırması da bunun bir örneğidir.

Bu mübarek olayı ihya etmək və olayda hazır olan və olmayan tüm müsəlmanlara delil getirmək hususunda takib edilən yoldaki baliğ hikmətə bax! Əgər Hz. Ali nin kendisi, "Rəsulullah (s.a.a) Gadir-i Hum' günü beni halifə təyin edib bana vəsiyyət etdi" desəydi, bu, dinliyənlərdə gərəkli tə'siri bərkəməzdi.

Həttə ona "niçin uzun bir sürə sustun?" diyə itiraz edərdilər; fakat "Gadir-i Hum günü Rəsulullah'ın sözlərini duyan hər müsəlman şahsa şəhadətə bulunması üçün Allah'ı şahid tutuyorum." diyərkən olayı anlatması Bədir savaşında bulunanlar olmaq üzərə otuz səhabənin diliylə Rəsulullah'ın kendi dilindən nəqlətməsi artıq hər türlü şəx və şübhənin kökünü kəzənmiş və olayı yalanlayan və ya bu hususta şəkkədləri təslim olmaq məcburiyyətində bərkətdi. Bəyləcə ona itiraz edənlərin cəvabını da vərmiş oldu. Zira O Həzrət'lə birlikdə səhabənin bəyləkələrindən olan bu otuz kəşi də öncəki halifələrin dənəmində bu hususta susmuşlardı. Bu da göstərir ki, o dənəmlərdə bu həqiqəti aşıqlamak üçün münasib bir ortam məvcut dēğildi, dəsopotizm vardı...cəbri bir şəkildə kendi dayattıkları şeylərin uyyulanmasını istiyorlardı.

NƏTİCƏ OLARAQ:

Nəticə-xülasə olaraq, bələ bir xülasə iləqəyd ədək ki Araqşdırma-tədqimizdə aşğıdaki konulardan bəhs edildi: İlkin uca məqam:Hz. Fatimə bint-i Əsəd'dən İmam Ali (as) doğumu:13 Rəcəb, Məvla Ali (aleyhissəlam)'ın mübərək doğum gecəsi.

Fatma Bint-i Əsəd İmam Ali (a.s.)'ın Annələri "Rəbbim! Bən səna inanıyorum. Səndən gələn Rəsul'lərə və kitaplara da inanıyorum. Dədem İbrahim Halil'in (a.s) sözlərini təsdiq ediyorum ki, o bu əski evi (Beytu'l-Atik'i) yəniden bina etmişdir. Bu evi bina edənin həkkı üçün, kərnımdaki çocuğun həkkı üçün doğurmamı kolaylaşdır- diyə dua'da bulundu;

"Yezid b. Ka'neb anlatıyor; Bir də baktık, Kâbe'nin duvarı açıldı! Fatıma içeri girip gözlerimizden kayboldu. Sonra duvar yəniden əski halini aldı. Kapı kilidinin bize açılmasını istedik, amə açılmadı. O zaman bunun Allah'ın işi olduğunu anladık.

İMAM ALİ əleyhissəlamın şəxsiyyəti və məqamları, açıq-aşkar çox qaynaqlarda vardır

Ebü'l- Hasan Ali b. Ebi Talib' el-Kureyşi el- Həşimi (ö. 40/661)

Hz. Peyğambər'in Dəmadı. Mucadəle Arkadaşı. İlk İmam:

Hz. Rəsulullah: Ya Ali İnsanlar istər səni İmam kəbul etsinlər, İstərlərsə kəbul etməsinlər, Sən Allah tərəffindən insanlar üzərində Hücçətsən", yəni 1. ci- İmam'sın (Hədis bütün qaynak Kitablarında Məvcutdur). İstər inansınlar,istər inanmasınlar: Şahid olaraq, ALLAH YETER.

İmam Ali əs. Hicrətdən. Yəkləşik, yirmi iki yıl öncə, M.s. 600 yıl'larında, Kâbbə'nin içində-Məkkə'də doğduğu rıvayət edilməkdədir. Aynı zamanda Kâbbə'nin için'də dünya'ya gələn tək insan oğludur. Babası Hz.Peyğambər'in amcası Ebu Təlib, annəsi də Fətmə bint Əsəd b. Həşim'dır.

Ebu Tâlib'in en küçük oğludur. Mekke'de baş gösteren kıtlık üzerine Hz. Peygamber amcası Ebu Tâlib'in yükünü hafifletmek için onu himayesine almış, Hz İmam Ali beş yaşından itibaren hicrete kadar onun yanında büyümüştür.

İmam Ali məqamları; İmam Ali əs-ın doğulma məqamı; Alinin (ə) İlk müsəlman olma məqamı; İmam Alinin (əs) elmi məqamları.

QAYNAQLAR

Qurani-Kərim

Hədislər

Ali ibn Əbutalib. "Nehcül Belaga, Suphi Salih, 192. Hutbe

İbn-i Ebi'l Hadid, Şerh-i Nehcü'l Belağa c.13, s.208,

Daru İhyai'l- Kütübi'l- Arabiyye, Kahire, Hicri 1378.

İbn-i Kuteybe el Dinnuri'nin yazdığı "Kitab'ul Mearif", s.251

Müsned-i Ahmed ibn-i Hanbel, c.1, s.119

El Belazuri'nin yazdığı "Ensab'ul Eşraf", c.1, s.152,

<https://www.facebook.com/imam.dikmen>

“QURANI-KƏRİM”İN NAZİLİNDƏN SONRA SƏSİN VƏ SÖZÜN TƏSNİFİ ÜZRƏ YAZILMIŞ LÜĞƏTLƏR-ƏSƏRLƏR

Doç.Dr. ƏBÜLFƏZ TAHİR ƏZİMLİ

**ORCID: 0009-0001-1327-3425 ezimliebulfez@yahoo.com.tr Google Akademik, Dünya Sülh Səfiri; Nobel
Prize & India- Birliyinin Yönetici üzü; Qlobal Yazarlar Akademiyası-Hindistan üzü; Türk Dünyası
Vətəndaşlığı və Eyitimçilər Birliyi üzü; TÜRKSOY üzü; Poetas Intergalácticos-üzü; Naxçıvan Dövlət
Üniversiteti, Naxçıvan Müəllimlər İnstitutu: BÜTÖV AZERBAIJAN**

ÖZƏT

Ərəb dilçiliyi üzrə lüğətlərin tərtibi və təbliği öyrətmə, başqa dillərlə müqayisəli təqdimlə linqvistik tipinə görə yeni idi. Bu elmi təsəvvürlər-təqdimlər Leksikoqrafiya elmini dünya üzrə ön sıraya çıxartdı.

Ərəb dili üzrə linqvistik tədqiqlər səslərin və sözlərin izahlarına dair çoxlu miqdarda lüğətlər-əsərlər yazılmış, tərtib edilmişdir. Bu elmi-praktiki və tətbiqi səciyyə daşıyırdı. Bu həm də Dünya üzrə ilkin elmi təsnif etmə və müqayisəli təqdim etmə elmi idi. Lüğətlər müqayisəli əsaslarına görə, dillərin araşdırılması və təbliği, öyrədilməsi üzrə linqvistik sahəsində ilkin dünya sistemidir.

Lüğət tərtibində, sisteməli olaraq, əsasən üç cür öyrənmə-izah etmə sistemi var idi:

Birinci, mövzular üzrə sözlərin izahına dair lüğətlər; ikincisi, sözlərin həflər sistemi üzrə tərtibi lüğətlər, üçüncüsü, əlifba sırası ilə verilən sözlüklər— lüğətlər.

Lüğət-sözlük kimi əsərin ərəb dilçiliyinin struktur leksikası tarixində əvvəlki müəlliflərin yazdıqları kitablar kimi xüsusi linqvistik dəyəri vardır. Lüğətlərin tərtibi, sözlərin məna siqletlərinin izahı və şərh baxımından əsərlərin özünəməxsus yeri vardır. Leksikoqrafiya sahəsində qanunlu və əldə üdilmiş uğurlar- Dünya linqvistikasında yeni tədqiq-təbliğlərin, kitabların, lüğətlərin yaranmasına rəvə verdi. Bütün ali və orta təhsil ocaqlarında tədqis sistemikası baxımından xüsusi yer tuturdu.

Lüğət-sözlüklərin elmi baxımdan tədqiq və təqdimi, Qurani-Kərimin öyrənilməsi və təbliği üçün xüsusi səciyyə daşıyırdı. Hər bir əsər-kitab-lüğət ərəb dilçiliyinin struktur leksikası tarixində əvvəlki müəlliflərin yazdıqları kitablar kimi, hər bir kitab-lüğət xüsusi linqvistik dəyərə malik idi. Lüğətlərin tərtibi, sözlərin məna siqletlərinin izahı və şərh baxımından kitabların özünəməxsus yeri vardır. Leksikoqrafiya sahəsində uğurlu olan bu əsərlər-kitablar sonrakı yüzilliklərdə də öz elmi sanbalını və mövqeyini qoruyan mənbələrdən oldular. Ən əsası, Lüğətlər sözlərdəki hərflərin tələffüz məxrəcləri üzrə tərtib edilmişdir.

AÇAR SÖZLƏR: Leksikoqrafiya; lüğətlərin tərtibində Qurani-Kərimin rolu; Lüğətçilik üzrə ilkin tarixi mənbələr; ərəb dilçiliyi üzrə elmin formalaşması

DICTIONARIES-WORKS WRITTEN ON SOUND AND WORD CLASSIFICATION AFTER THE REVELATION OF THE “QURAN-KARIM”

ABSTRACT

The compilation and dissemination of dictionaries on Arabic linguistics was new due to its linguistic type of teaching, comparative presentation with other languages. These scientific findings-presentations brought the science of lexicography to the forefront in the world.

Linguistic studies on the Arabic language have resulted in the writing and compilation of a large number of dictionaries-works on the explanations of sounds and words. This was of a scientific-practical and applied nature. This was also the first scientific classification and comparative presentation science in the world. Dictionaries, due to their comparative basis, are the first world system in the field of linguistics for the study and dissemination and teaching of languages.

In lexicography, there were mainly three types of study-explanation systems:

First, dictionaries for explaining words by topic; second, dictionaries for arranging words according to the system of syllables; third, dictionaries given in alphabetical order.

A work such as a dictionary has a special linguistic value in the history of the structural lexicon of Arabic linguistics, like the books written by previous authors. The works have a unique place in terms of the compilation of dictionaries, the explanation and interpretation of the meaning of words. The successes achieved and achieved in the field of lexicography gave impetus to the creation of new research-publications, books, dictionaries in world linguistics. It occupied a special place in terms of the systematics of research in all higher and secondary educational institutions.

The scientific study and presentation of dictionaries had a special character for the study and propagation of the Holy Quran. Each work-book-dictionary, like the books written by previous authors in the history of the structural lexicon of Arabic linguistics, had a special linguistic value. Books have a unique place in terms of compiling dictionaries, explaining and interpreting the meaning of words. These works-books, which were successful in the field of lexicography, became sources that maintained their scientific authority and position in the following centuries. Most importantly, the dictionaries were compiled according to the pronunciation of the letters in the words.

KEYWORDS: Lexicography; The role of the Holy Quran in compiling dictionaries; Primary historical sources on lexicography; Formation of science on Arabic linguistics

GİRİŞ

“Qurani-Kərim”in nazilindən sonra Ərəb dilçiliyi üzrə lüğətlərin tərtibi və təbliği öyrətmə, başqa dillərlə müqayisəli təqdimlə linqvistik tipinə görə yeni idi. Bu elmi təsəvvürlər-təqdimlər Leksikoqrafiya elmini dünya üzrə ön sıraya çıxartdı.

“Qurani-Kərim” dili üzrə linqvistik tədqiqlər səslərin və sözlərin izahlarına dair çoxlu miqdarda lüğətlər-əsərlər yazılmış, tərtib edilmişdir. Bu elmi-praktiki və tətbiqi səciyyə daşıyırdı. Bu həm də Dünya üzrə ilkin elmi təsnifatmə və müqayisəli təqdimetmə elmi idi. Lüğətlər müqayisəli əsaslarına görə, dillərin araşdırılması və təbliği, öyrədilməsi üzrə linqvistik sahəsində ilkin dünya sistemidir.

Lüğət tərtibində, sisteməlik olaraq, əsasən üç cür öyrənmə-izahetmə sistemi var idi:

Birinci, mövzular üzrə sözlərin izahına dair lüğətlər; ikincisi, sözlərin həflər sistemi üzrə tərtibi lüğətlər, üçüncüsü, əlifba sırası ilə verilən sözlüklər— lüğətlər.

Lüğət-sözlük kimi əsərin ərəb dilçiliyinin struktur leksikası tarixində əvvəlki müəlliflərin yazdıqları kitablar kimi xüsusi linqvistik dəyəri vardır. Lüğətlərin tərtibi, sözlərin məna siqletlərinin izahı və şərh baxımından əsərlərin özünəməxsus yeri vardır. Leksikoqrafiya sahəsində qanunlu və əldə üdilmiş uğurlar- Dünya linqvistikasında yeni tədqiq-təbliğlərin, kitabların, lüğətlərin yaranmasına rəvə verdi. Bütün ali və orta təhsil ocaqlarında tədqis sistemtikası baxımından xüsusi yer tuturdu.

Lüğət-sözlüklərin elmi baxımdan tədqiq və təqdimi, Qurani-Kərimin öyrənilməsi və təbliği üçün xüsusi səciyyə daşıyırdı. Hər bir əsər-kitab-lüğət ərəb dilçiliyinin struktur leksikası tarixində əvvəlki müəlliflərin yazdıqları kitablar kimi, hər bir kitab-lüğət xüsusi linqvistik dəyərə malik idi. Lüğətlərin tərtibi, sözlərin məna siqletlərinin izahı və şərh baxımından kitabların özünəməxsus yeri vardır. Leksikoqrafiya sahəsində uğurlu olan bu əsərlər-kitablar sonrakı yüzilliklərdə də öz elmi sanbalını və mövqeyini qoruyan mənbələrdən oldular. Ən əsası, Lüğətlər sözlərdəki həflərin tələffüz məxrəcləri üzrə tərtib edilmişdir.

KƏLİMƏLƏRİN İLK HƏRFLƏRİNƏ GÖRƏ TƏRTİB EDİLƏN LÜĞƏT-KİTABLAR

I. Mövzular üzrə sözlərin izahlı lüğətləri:

1. Ebu Zəkəriyyə Yəhya bin Ziyad əl-Fərra (ölümü:207, m.822). Məani-il-Quran : sözlərin izahına həsr edilib. 3 cildə, Beyrut. 1401, m.1983.

2. Əl Mübarak, Əbu Əbdürrahman Abdullah bin Yəhya (ölümü: h. 237. m.851): QARİBUL-quran və təfsiruh , Beyrut, 1407, m. 1987.

—sözlərin mənalrını izah edilir.

3. Ər-Rağib əl-İsfəhani Əbulqasim Hüseyn bin Muhaməd (ölümü:502, m.1108):

Əl-Mufradat (gözəl ifadələr sözlüyü olmaqla, kəlimələri. sözləri izah edir: burada sözləri ilk həflərinə görə əlifba sərəsı ilə düzmuşdür. Qahirə, 1961.

4. Əbül Qasim Carullah **Əz-Zaməhşəri** (ölümü: h.538, m.1143)--türk əsillidir—"Əl-faiq fi qaribil-hadis. Hədislərdəki sözlərin izahlı lüğətidir; sözlər əlifba sırası ilə düzülmüşdür. Hədislərdə olan müxtəlif kəlimələrin məna və məzmunları açıqlanmışdır. Əsər ilk dəfə h. 1324, m. 1906-cı ildə Haydarabadda çap edilmişdir. Sonralar Dörd cildə Misirdə nəşr edilmişdir

5. **İbnil-Əsir əl-Cəzəri** Məcduddin Əbu Səadat (ölümü: h.606, m.1209). ən-nihayə fi qaribil-hadis. Hədislərdəki sözlərin və ifadələrin izahını verir.5 cildədir, Qahirə, 1965.- hədislərdəki kəlimələri izah edən əsərdir.

6. **Əl-Xarəvi**---Əbu Mənsur Muhəmməd bin Ahməd əl_Əzhəri əl-Xarəvi (ölümü: h.370, m.980). Əz-zahir fi qaribi əlfaziş- Şafii. İsmail bin Yəhya əl-Muzəninin (ölümü: h. 264, m. 877) "Muhtaşarul- muzəni" adlı hüquq kitabındakı sözlərin mənalrını izah etmişdir. Küveyt, 1979.—hüquq terminlərindən bəhs edən izahlı lüğətdir.

7. **Ən-Nəsəfi** Muhəmməd bin Ahməd bin İsmail (ölümü:h. 538, m. 1143). Tlbetut-taləbə fil istilahat-il fikhiyyə ala əlfazil-kutubil-hanəfiyyə: Hüquq terminləri lüğətidir. H. 1311-ci ildə İstanbulda nəşr edilib.

8. **Əl-Mutərrizi** Əbulfəth Nasir bin Əbil-Məkarim (ölümü: h. 610, m. 1213). Əl-Muğrib fi tərtibil-murib. Haydarabad, 1910, Beyrut. , iki cildə_ Haləb, 1979.

Əlifba sırası ilə tərtib edilən izahlı lüğətdir. M. Sadi Çögenli tərəfindən doktora tezi olaraq hazırlanmışdır (bax: Arap əd. Kayn.. səh.1170.

9. **Ən - Nəvəvi** Əbu Zəkəriyyə Muhəmməd bin Şərəf (ölümü: h. 676, m. 1277). Təhzibul-əsma val-luğat. Hüquq lüğətidir. Müəllif hüquq sözləri üzrə üç lüğət tərtib tmiş, sözlərə izahlar vermişdir. Əsər iki hissədən və hər hissə də iki fəsildən ibarətdir. Bu lüğətdə Sözlər əlifba sırası ilə verilmişdir. İki cildə Beyrutda nəşr edilib.

10. **Əl-Bali** Muhəmməd bin Əbil_Fəth bin Ebil-Fadl.. 9ölümü: h.709, m.1309). Əl-Mutli ala əlfazil_Mukni. Hüquq lüğətidir. Muvaffakiddi Abdullah bin Kudamənin "Əl-Mukri" alı əsərindəki sözlərin izahını vermişdir.

11. **İbni-Sikkit** Əbu Yusif Yəqub bin İshaq (ölümü:h.243, m.857). "Kənzul-huffaz fi kitabi təhzibil-əlfaz". Əsəri Əbu Zəkəriyyə əl-Xətib ət-Təbrizi (ölümü: h. 502, m. 1109) təfsir etmişdir. Mövzulara görə əsər 148 bölməyə ayrılmışdır. Əsər 1895-ci ildə Beyrutda çap edilmişdir.

12. **Kura ən-Nəml** Əbul-Həsən Ali əl-Həsən (ölümü: h.310, m. 922)."Əl-Munəccid" əsərinin müəllifidir. Əsərdə sözlər mövzular üzrə təqdim edilmiş və onlara izahlı təhlil verilmişdir. Müəllif mənalrı başqaları tərəfindən çətin anlaşılan sözləri izah etmişdir. Kitab altı bölmədən ibarətdir:

I bölmə: insanın bədən üzvlərilə bağlı adların-sözlərin izahına həsr edilib;

II bölmə: heyvan cinsləri-növlərilə bağlı olan sözlər izah edilir;

III bölmə: quşlar aləminə məxsus sözlər açıqlanır;

IV bölmə: silah nvlərini bildirən sözlərin leksik mənalrı izah edilir;

V bölmə: kainat, göy cisimləri ilə bağlı olan adlar-sözlər izah edilir:

VI bölmə: Yer kürəsi bağlı olan adlar-sözlər izah edilmişdir. VI bölmə ərəb hərflərinin sayına uyğun olaraq, iyirmi səkkiz fəslə ayrılmışdır. Sözlərin leksik-semantik mənə çalarlarını açıqlamaq baxımından əsər ərəb dilçiliyi tarixində xüsusi yer tutur. Əsər h.1396, m. 1976-cı ildə Qahirədə çap edilmişdir.

13. Əs-Səalibi Əbu Mənsur Abdülməlik bin Muhəmməd (ölümü: h. 429, m. 1038). "Fikhul-luğa" əsərinin müəllifidir. Filoloji baxımdan hüquq sözlərinin mənalarını izah edən mükəmməl əsərlərdəndir. Əsər otuz bölmədən ibarətdir. Müəllif sözlərin əsas mənaları və o mənalar kənarında ifadə etdiyi məzmun-mənalarla bağlı izahlar verir. Burada fəri mənalar" açıqlanır. Əs-Səalibi "Fikhul-luğa" əsərini yazarkən əl-Xəlil. əl-Əsməi, əl-Qisai. əl-Fərra, Əbu Zeyd əl-Ənsari, Əbu Ubeydə Məammər bin əl-Muşənnə kimi alimlərin əsərlərinə istinad etmişdir. Əsər Beyrutda və Qahirədə nəşr edilmişdir (**Arab edebiyatında kaynaklar.(Demirayak Kenan, Çoğenli Sadi) Erzurum:1995, 282 seh. s 20).** S.119-120).

14. İbn Sidə Ali bin İsmail (ölümü: h. 458, m.1065). Əslən Əndəlusdandır. Müəllif müxtəlif sözləri konkret mövzular, mənalar üzrə birlikdə təqdim edir, sözlərinleksik mənə çalarlarını açıqlayır. Mövzu üzrə tərtib edilən ən böyük izahlı lüğət kimi diqqəti cəlb edir. 17 cildədən ibarət olan "Əl-Muxassas" əsəri, izahlı lüğət 1898—1902-ci illərdə Qahirədə çəşr edilmişdir (bax: qaynaqlar, səh.120).

İbn- Sidənin digər bir əsəri "Əl-muhkəm val-muhitul- əzəm" adlanır.

Lüğət-sözlük kimi əsərin ərəb dilçiliyinin struktur leksikası tarixində əvvəlki müəlliflərin yazdıqları kitablar kimi xüsusi linqvistik dəyəri vardır. Lüğətlərin tərtibi, sözlərin mənə siqlətlərinin izahı və şərh baxımından əsərin özünəməxsus yeri vardır. Leksikoqrafiya sahəsində uğurlu əsərlərdən biri kimi sonrakı yüzilliklərdə də öz elmi sanbalını və mövqeyini qoruyan mənbələrdən biridir. Lüğət sözlərdəki hərflərin tələffüz məxrəcləri üzrə tərtib edilmişdir. Müəllif əsəri yazarkən "əl_Ayn", "əl-Cəmhərə" və "Təhzibul-lüğa" kimi lüğətlərin forma və məzmun tipizminə, şəkil-mənə tərkiblərinin açımı konsepsiyasına—problemlə tərkib-tələblərə bağlı olmaqla, "Qurani-Kərim" və hədis elminə istinad etmişdir. Alim səslərin ifadə mövqeyinə, tələffüz strukturuna xüsusi diqqət yetirmişdir. əl-Xəlil və əl-Əzhəridən fərqli olaraq son üç hərfi vav, əlif, i(ye) şəklində deyil, əlif, i(ye), vav şəklində tərtib etmişdir. Lüğəti Mustafa əs-Sakka və Hüseyn Naşşar tədqiq etmiş və altı cildə 1958-ci ildə Misirdə nəşr etdirmişlər (s. 126).

15. Əl-Xarəzmi Muhəmməd bin Ahməd bin Yusif əl-Xətib (ölümü: h.387, m.997). "Məfatihul-ulum" əsərini yazıb Müxtəlim elm sahələrinə aid sözlərin leksik-semantik mənalarını açıqlayır.

16. Əl-Curcani əs-Seyyid əş-Şərif Ali bin Muhəmməd 9ölümü: h.816, m.1413). "Ət-Tarifət" əsərində müxtəlif elm sahələrinə aid istilahlara izahlı lüğətdir. Əsər ərəb hərflərinin sayına görə, iyirmi səkkiz fəsildən ibarətdir.. Əsər dəfələrlə çəşr edilmişdir.

17. Ət-Təhanəvi Muhəmməd Ala bin Ali (ölümü: h. XII əsr. “Kəşşafu istilahatıl- funun” adlı izanlı lüğət hazırlamışdır. Lüğətdə ayrı-ayrı elm sahələrinə aid sözlərin, istilahlara izahı verilir. Burada İstilahlara-sözlərin son hərfləri üzrə düzülmüşdür. Əsər 1862-ci ildə Kəlküttədə iki cildə nəşr edilmişdir. 1327-ci ildə “Sad” bölməsinin “be fəslinədək olan hissə İstanbulda

Çəşr edilmişdir. “Ta” bölməsinin “Sin” fəslinədək olan hissə 1963-cü ildə Qahirədə nəşr edilmişdir. Əsərin Kəlküttə nəşri nüsxəsi 1984-cü ildə İstanbulda çap edilmişdir.

18. Əbul-Bəqa Əyyub bin Musa əl-Hüseyni əl-Kəfəvi (ölümü: h. 1094, m. 1583). “Əl-Kulliyat” əsərinin müəllifidir. Müəllif Əbul_Bəqa bu əsərində müxtəlif elmlərə dair sözləri, ifadə və istilahlara leksik baxımdan açıqlamışdır. Əsər iyirmi səkkiz bölmədən ibarətdir. Mənalara üzrə düzülmən sözlərin leksik-semantik və məzmun izahları əsərin dilçilik dəyərini səciyyələndirən cəhətlərdəndir. Kitabda mənalara açıqlanan sözlər hüquqa, ilahiyyətə, morfologiyaya və fəlsəfəyə aid sözlərin mənalara elmi istilahlara nəzərindən açıqlanmışdır.”Əl-Kulliyat ən çox çap edilən dilçilik mənbələrindəndir. Belə ki, əsər 1253, 1255, 1281-ci illərdə Bulakda, 1278-ci ildə İstanbulda, 1284 və 1286-cı illərdə Tehrandə, 1993-cü ildə ikinci dəfə Beyrutda nəşr edilmişdir.

II. ƏLİFBA SIRASI İLƏ VERİLƏN SÖZLÜKLƏR—LÜĞƏTLƏR:

Hərflərin tələffüzünə görə lüğətin tərtibi dil sisteminin öyrənilməsi sahəsində başlıca sahələrdən idi Səslərin tələffüz incəlikləri, hərflər və səslər arasındakı nitq rabitələri də bu tədqiqlərdə xüsusi yer tuturdu.

19. Əl-Xəlil bin Ahməd əl-Fərahidi (ölümü: h.175, m. 791). İlk dəfə olaraq, ərəb dili sözlərini əlifba sırası ilə düzülmüşdür. Kəlimələr İlk hərflərinə nəzərən düzülmüşdür. Kitabdakı bölmələr hərflərin sayı qədər_ 28 fəsildən ibarətdir. Bölmələrin adları belə verilirdi: kitabul-ayn, Kitabul-ha, Kitabul- xa, Müəllif sözləri dörd yerə ayırmışdır: a) sunai, b) sulasi, c) rubai, d) humasi.

Əl-Xəlil hərfləri məxrəclərinə görə aşağıdakı kimi sıralamışdır:

- ayn (a,ə), ha (H), he (gözlü h), xa, ğaf(Ğ);
- qaf (q), K Kka)/ cim(c), şin (ş);
- sad (s), sin(s), ze(z)—ta(t), dal (d), Te (T);
- zal(z), se(s), zad(z);
- ra(r), lam(l), nun(n);
- fa(f), be(b), mim(m);
- vav(v), əlif (a), ye (i,y);
- həmzə.

Səs-hərflə azlığına görə dörd və beş hərflə sözləri bir bölmədə vermişdir. Əsər 1967-ci ildə Bağdatda nəşr edilmişdir. Habelə h. 1408, m. 1988-ci ildə səkkiz cildə Beyrutda işıq üzü görmüşdür (qayn.: Səh.1230).

20. Əbu Ali əl-Qali—Əbu Ali İsmail bin əl-Qasim əl-Qali (ölümü: h. 356, m. 966) Əndəlusludur. Ərəb filologiyasının yaradıcısı hesab edilir. “Əl-Bari fi qaribil-luğatil-arabiyyə” əsərini Əndəlisdə yazmışdır. Ərəb dilinə aid ən böyük lüğət hesab edilir (bax: qaynaql. Səh. 124).

Əbu Əli əl-Qali də Əl-Xəlil kimi sözləri hərflərin məxrəclərinə--tələffüz yatımlarına görə tərtib etmiş mənalarnı açıqlamışdır. əbu Əli əl-Qali “məxrəc sırasına görə” hərfləri aşağıdakı stildə sıralamışdır: Ha, əyn,xa, ğəyn; zad, cim, şin;

Lam, ra, nun; ta, dal, təy; sad. Ze, sin; zad, za, sa;

Qaf, be, mim; dal, əlif, i.

Əl-Qali kəlimələri həm yazısına. Həm də vəzninə-oxunuş təqtinə görə təsnif etmişdir.

Əsər Londonda (1933) və Bağdadda (1974) nəşr edilmişdir.

21. Əl-Əzhəri, Əbu Mənsur Muhəmməd bin Əhməd əl-Əzhəri (ölümü: h. 370, m. 980). Əl-Əzhərinin “Təhziibul-luğa” adlı əsəri dilçilik tarixində xüsusi yer tutur. Sözlərin tərtibi və mənalər üzrə izahına görə, əsər izahlı sözlük kimi diqqəti cəlb etmişdir. Müəllif bu lüğətini kəlimələrdəki hərflərin məxrəcləri—tələffüz strukturu üzrə tərtib-təsnif etmişdir. Əsərin tərtib prinsipləri Əl-Xəlil bin Əhmədin “Kitabul-ayn” əsərinin strukturuna bənzəyir. Əl-Əzhəri “Kitabul-ayn” əsərini tənqid etmiş, nöqsanlarını ayırd etmişdir. əsərdə müəllif yer –məkan adlarına, ölkə adlarına, su qaynaqlarına aid sözlərə xüsusi diqqət yetirmişdir. Alim öz ikirlərini açımında, izahatlarında “Qurani-Kərim”ə və hədislərə istinad etmişdir. Əsər “Lisanul-arab” və “Tacul-arus” əsərləri – lüğətləri üçün də qiymətli mənbə olmuşdur. Əsər 15 cildə Misirdə nəşr edilmişdir.

22. İbn Abbad—Əbulqasim əs-Sahib İsmail bin Abbad bin əl-Abbas (ölümü: h.385—m.995). “Əl-Muhit fil-Luğa” əsərini yazıb. Əsərdə müəllif özündən əvvəlki və öz zamanının alimləri kimi, sözləri məna-məzmun izahlarını vermişdir; bu zaman əs-Sahib bin Abbas kəlimələrin izahında hərflərin və səslərin mövqeləri, əlifba sırasındakı məxrəcləri xüsusiyyətlərini nəzərə alıb və “əsəri təlif edərkən məxrəc və qəlb sistemində əl-Xəlilə, babların (bölmələrin) taksimində isə əl-Əzhəriyə bağlı qalmışdır”(Qaynaql. Səh. 126). Müəllif bəhs etdiyi sözlərin işlənmə mənbələrinə, qaynaqlara həssaslıq göstərmiş, zəngin maddələrdən ibarət bir əsər yazıb ərsəyə gətirmişdir. 1975-ci ildə əsərin bir cildi nəşr edilmişdir.

III. KƏLİMƏLƏRİN SON HƏRFLƏRİNƏ GÖRƏ TƏRTİB EDİLƏN LÜĞƏTLƏR

Bir sıra lüğət-sözlüklər *sözlərin sön hərflər sistemi* üzrə tərtib-təsnif edilmişdir. Bunlara aid aşağıdakı müəlliflərin əsərlərini göstərmək olar:

23. əl-Farabi—Əbu İbrahim İshaq bin İbrahim əl-Farabi (ölümü: h. 350—m. 961. Böyük ensiklopedik təfəkkürə malik alim olub. Məşhur əsərlərindən biri “Divanul-ədəb fi bəyani luğatul-arab” adlanır. Əsər kəlimələrin—sözlərin son hərfləri üzrə tərtib edilmişdir. Kitab aşağıdakı fəsillərdən ibarətdir:1) Kitabul-salim; 2) Kitabul-mudaaf; 3) Kitabul-misal; 4) Kitabu zəvatis-səlasə; 5) Kitabu zəvatil-ərbəa; 6) Kitabul-həmzə.

Müəllif hər fəsildə əvvəl isimləri, sonra feilləri təqdim etmişdir.

Lüğətdə sözlər son hirfləri isasin sıralanmışdır və bu sıralanma ilk hərflərin əlifba düzümü üzrə verilmişdir. “Divanul -ədab” əsəri dörd cildə 1974—1979-cu illərdə Qahirədə nəşr edilmişdir (bax: qaynaq: səh. 127).

24. Əl-Cövhəri—İsmail bin Hammad əl-Cövhəri (ölümü: h. 393—m.1003) “Tacul-luğa və sihahul-arabiyyə” əsərini yazmışdır. Əsərdə sözlər kəlimələrin son hərfləri üzrə verilmişdir. Sözlərin seçimində dəqiqlik və düzgünlük meyarlarına görə əl-Cövhərinin bu əsəri “əs-Sihah” adlandırmışlar. Müəllif, əl-Fərabininin “Divanul-ədab fi bəyani lüğatul-arab” əsərinin elmi məziyyətlərindən bəhrələnmişdir. Əsərdəki hər hansı bir sözü tapmaq üçün o, son hərf sıralanması üzrə axtarılmalıdır.

Kitabın digər bir tərtib-tərkib məziyyəti bundan ibarətdir ki, Son hərf üzrə düzümə görə verilmiş kəlimələr sözlərin ilk hərfləri əsasında tərtib edilmişdir. Bu cür tərtib ərəb dilçilik sistemində ən mükəmməl leksikoloji forma-tərkib hesab olunur; belə halda sözlərin sırasını tez tapmaq olur. Əsər Təbrizdə (h.1270—m. 1853), Bulaqda (h.1282---m. 1865) , habelə altı cildə 1956-cı ildə Qahirədə nəşr edilmişdir. Lüğəti Mehmed Vani türk dilinə tərcümə etmiş və onu “Vankuli lugati” adı ilə təqdim etmişdir. iki cild halında İbrahim Mütəfərrika əsəri iki cild halında İstanbulda nəşr etdirmişdir (bax: qaynaq: səh.127—128).

25. İbn Mənzur (ölümü: h. 711—m. 1311) ərəb dilindəki sözləri son hərflər 2zrə tərtib etmişdir. “Lisanul-arab” adlı lüğətində sözlərin tərkib xüsusiyyətlərinə dair əlamətlərin onların hərfləri, səslənmə tezlikləri əsasında tərtib və təsnif etmişdir. Müəllif tərkib xüsusiyyətləri ilə bağlı olaraq əl-Cövhərinin metoduna istinad etmişdir. İbn Mənzur əsərində 80000 ifadənin mənasını açıqlamışdır. Fikirlərinin izahında ayələrə, hədislərə, şeir, məsəl və hikmətli spzlərdən istifadə etmişdir. “Lisanul-arab” əsəri 20 cildə nəşr edilmişdir. 1987-ci ildə beyrutda 7 cildə nəşr edilmişdir.

26. əl-Firuzabadi—Mühəmməd bin Yaqub əl-Firuzabadi (ölümü: h. 816—m. 1413) də sözlərin məna lüğətlərini yaradaraq “əl-Qamusul- muhit” adlı əsər yazmışdır. Linqivist alim bu kitabda kəlimələri son hərfi üzrə tərtib etmiş, sözlərin tələffüzünə və məna seçimlərinə dair elmi izahlar vermişdir. Müəllif sözlərin hərflərə və tələffüz məxrəclərinə görə təsnifində Əl Cövhərinin “Tacul-luğa və sihahul-arabiyya” əsərinin strukturuna uyğun bir strukturalizmi əsas götürmüşdür. Əsərdə şəxs və yer adlarına xüsusi diqqət verilmişdir. əl-Firuzabadinin “əl-Kamusul-muhit” əsəri dörd cildə 1952-ci ildə Misirdə nəşr edilmişdir. Türkiyədə isə əsər dörd cildə Asim Əfəndinin tərcüməsində “əl-Okyanusul-basit fi tərcumətul-kamusul-muhit” adı ilə nəşr edilmişdir (bax: qayn. Səh.128-129).

27. əz-Zəbidi—Mühəmməd bin Muhəmməd əl-Hüseyn əz-Zəbidi (ölümü: h. 1205—m. 1790) də ərəb dilində sözlərin məna təsnifləri üzrə “Tacul-arus” lüğətini yazmışdır. Müəllif əl-Firuzabadinin “Əl-Qamusul-muhit” adlı sözlüyünə şərhlər yazmış, yaddan çıxan, yaxud haqqında az bəhs edilən məsələlər üzrə əlavələr etmişdir. Lüğətdə sözlər kəlimələrin son hərfləri üzrə sıralanmışdır. Əz-Zəbidinin bu şərh-lüğətinin forma,

tərkib, struktur tipinə görə “Lisanul-arab” (ibn Mənzur) əsərinə daha çox yaxın olduğu bildirilir (Qayn. Səh. 129). “Tacul-arus” sözlüyü, izahlı məlumat təfsir lüğəti h.1306-cı ildə Misirdə (Qahirədə) 10 cildə nəşr edilmişdir. Kitabın Küveyt nəşri isə 25 cildə ibarətdir; 25-ci cild Qaf hərfinədək olan hərfləri əhtə edir (yənə orada: səh.129).

IV. KƏLİMƏLƏRİN İLK HƏRFLƏRİNƏ GÖRƏ TƏRTİB EDİLƏN LÜĞƏT-KİTABLAR:

28. İbn Dureyd---Əbu Bəkr Muhəmməd bin əl Hasan bin Dureyd (ölümü: h. 321—m. 933). Tanınmış dilçi ibn-Dureydin ən məşhur əsərlərindən biri “Əl-Cəmhərə fil-luğa” sözlüyüdür. Sözlük ilk hərflərin yerinə nəzərə alınaraq tərtib edilmişdir. Sözlük əlifba sisteminə görə tərtib edilmişdir. Bu cür tərtib “qalb sistemi” adlanır. Sözlərin seçimində sərbəst hərəkət edən müəllif danışıqda, xalq dilində daha çox işlək olan sözləri seçmiş və onların mənalarını açıqlamışdır. Ərəb dilinin tərkib sistemləri zəngin və rəngarəngdir. Müəllif də bu rəngarəngliyi nəzərə imkanlarına uyğun izahlarını vermişdir. Əsər 13 bölmədən ibarətdir; burada kəlimələr sunai, sulasi, rubai, humasi, lətif, nəvadır və b. fəsillərdən ibarətdir. Əslə hərflərin əsasında təqdim edilən kəlimələrdə hərflərin dəyişimi ilə mənə dəyişimlərinin yaranması xüsusiyyətlərini təhlil-təsnif edən müəllif hərflərin kəlimələr daxilindəki rolu, kəlimələrin mənə çalarları, tərkib strukturu ilə bağlı məsələləri linqvistik-poetik yöndən açıqlamışdır. əsər Zeynalabdin Musəvi tərəfindən h. 1344-1351-ci illərdə dörd cildə Əvvəlcə Heydərabadda, sonra Bağdad və Beyrutda nəşr edilmişdir (qayn. Səh.130).

29. İbn Faris—Əbul-Hüseyn Ahməd bin Faris bin Zəkəriyyə (ölümü: h. 395—m. 1004). İbn-Faris “əl-Mucməl fil-luğa” əsərini yazmışdır. “Mucməl” az sözlə ifadə edilmə, xülasə şəklində söyləmə deməkdir. Sözlərdən qənaətlə istifadə etmək dilin poetik simasında xüsusi yer tutan cəhətlərdəndir. “əl-Mucməl” əsərində “Kitabul-ayn” lüğətyənlə səsləşən əlamətlər müəllifin başqa dilçilərin elmi şərhələrinə, fikir və mülahizələrinə ehtiramını bildirir. “ərəb ədəbiyyatına dair “Qaynaqlar” məcmuəsində göstərilir ki, “İbn Faris əsərini hərflərə görə bölümlərə ayırmış, həməzə bölümü ilə bitirmişdir”. Müəllif birinci və ikinci bölmələrdə sözlərin ilk hərfləri və həmin hərfləri izləyən hərfləri əlifba sistemi ilə sıralamışdır.

Əsər 1982 və 1986-cı illərdə Beyrutda nəşr edilmişdir.

İbn Farisin digər bir əsəri “Mucəmu maqayisil-luğa” adlanır. Müqayisəli sözlər lüğəti olmaqla, əsər xüsusi linqvistik tərkibə, semantik-leksik struktura malikdir. Dilçi alim bu əsərini “əl-Mucməl fil-luğa” lüğətinin davamı kimi yazmışdır. “Mucəmu maqayisil-luğa” əsəri altı cildə ibarətdir. Lüğət h. 1366-m.1946 və h.1389-m.1969-cu illərdə Qahirədə nəşr edilmişdir.

30. əz-Zaməhşəri—Muhəmməd bin Umər əz-Zaməhşəri (h. 583—m. 1143). “Əsasul-bələğə” əsərinin müəllifidir. “Əsasul-bələğə” kitabı İlk hərf sisteminə görə təsnif edilən sözlüklər sırasında xüsusi yer tutur. Əsərdə sözlərin həm leksik-semantik mənası, həm də məcazi mənaları izah edilir. Bələğət elmi üzrə ən mükəmməl əsərlərdən biridir.

Ümumiyyətlə, Gözəl danışiq, təsirli və mənalı ifadə etmə tərz, sözlərin məna-məzmun stilində gözəl ifadə cazibədarlığı, sözlərin gücü ilə heyvətli şəkildə təsir oyatmaq əlamətləri qabarıq olan nitq sistemi kimi, bəlağət elmi xüsusi nəzəriyyə, praktiki-təcrübü əlamətlər tərzinə malikdir. Bəlağət elminin əsaslarından bəhs edib kitab sözlərin məna-məzmun tipologiyasında, struktur-semantik simasına görə xüsusi elmi dəyərə malikdir. Əsər Qahirədə (1881, 1922), Loknovda (1893), Haydarabadda (1906), Beyrutda (1965) nəşr edilmişdir.

31. Ər-Razi—Mühəmməd Əbu Bəkr bin Abdulqadir ər-Razi (ölümü: h. 666—m. 1267). Linqivist alim “Muxtarus-sihah” əsəri ilə tanınmışdır. Müəllif bu lüğətində məşhur alim əl-Cövhərinin əsərindəki söz və ifadələrə yığcam təsnif-təhlil qəlibindən yanaşmış, mənalı, söz-tərkibləri öz mənzilələri daxilindən açıqlamışdır. Ər-Razi “əs-Sihah” əsərini tədqiq etmiş, oradakı sözlərin məna-məzmun və ifadə çalarlarını təfsir etmişdir. Bununla bağlı olaraq, o daha çox “Qurani-Kərim”dəki və hədislərdəki söz-kəlimələri təhlil obyektə etmişdir. Müəllif Sözlərin mənalı onları nitq prosesindəki roluna və vəzifəsinə görə təqdim etmişdir.

32. əl-Fayyumi (ölümü: h. 770—m.1368) dilçilikdə söz sistemlərinin təshih və təsnifi üçün xüsusi elmi-potensial gücə malik olan bir alim kimi “əl-Misbahul- munir fi garibiş-şəhrül-kəbir” əsərinin müəllifidir. Kitabda İmam Gəzalinin “əl-Vəciz” adlı əsərinə ər-Rafinin yazdığı “Kitabus-şərhil-kəbir” adlı şərhdəki sözlərdən bəhs edilir. Müəllif həmin şərhlər kitabındakı sözləri götürmüş, onların mənalı, məzmun və ifadə xüsusiyyətlərini təhlil etmişdir. Bununla əl-Fayyumi linqivistik struktura yeni tərkib-yanaşma xüsusiyyətləri gətirmişdir. Kitab iyirmi yeddi bölmədən ibarətdir. Əsər 1929-cu ildə iki cildə nəşr edilmişdir.

33. Butrus əl-Bustani (ölümü: m. 1883). Əslən Livanlıdır; ərəb dilçiliyi tarixində “Muhitul-muhit” kimi sanballı sözlüyü ilə tanınır.

Butrus əl-Bustani də sözləri ilk hərflərə görə əlifba sistemi ilə təqdim etmişdir. İlk hərf sistemini əz-Zəmahşəri tərtib etmişdir. B.əl-Bustani də bu üsul əsasında daha geniş və müasir tələblərə uyğun sözlük hazırlamışdır. Müəllif böyük alim əz-Zəmahşərinin “Qamusul-muhit” əsərini yüksək dəyərləndirmiş, onu da öz əsərinə daxil etmişdir; və özünün tərtib etdiyi əsəri “Muhutul-muhit” adlandırmışdır. Bu əsərin digər bir elmi özəlliyi də ondan ibarətdir ki, alim özündən əvvəlki alimlərin də lüğətlərinə istinad etmişdir.

34. Abdullah əl-Bustani (ölümü: m. 1930). Sözlərin qrammatik-leksik özəlliklərini araşdırmış, mənalı və mənalı nitq sistemindəki yerinə dair elmi- praktiki təhlil-təsniflər vermişdir. Bu baxımdan, onun “Əl-Bustan” adlı sözlüyü linqivistik-elmi səciyyəsinə görə XX əsr dilçiliyində xüsusi yer tutur. Butrus əl-Bustani kimi, Abdullah əl-Bustani də öz sözlüyündə Zəmahşəriyə üz tutmuş, onun “Əsasul-bəlağa” əsərinə istinadən dəyərli bir leksografik əsər yazmışdır. Müəllif “Əsrarul-bəlağa” sözlüyündə olduğu kimi, “kəlimələri həmədən ya-ya qədər köklərinin birinci, ikinci, üçüncü hərflərinə görə soralamış, müştakları da bu köklərin altında toplamışdır” (qayn. Səh. 133). Müəllif feil, isim və sifətlərə dair fəsillər ayırmış, onların tərkib və tətbiq imkanlarını dəyərləndirmişdir. Əsərin 1 cildi 1927-ci, II cildi isə 1930-cu ildə Beyrutda nəşr edilmişdir.

35. Abdullah əl-Alaylı. XX əsrin ikinci yarısı ərəb dilçiliyinin tanınmış nümayəndələrindən biridir. Abdullah əl-Alaylı ərəb fonetik və leksiyoqraflarının ənənəsini davam etdirərək, sözlərin ifadə və məna məxrəclərini əsas götürmüş, ifadə və kəlimələrin oxunuş tərzinə uyğun olaraq, lüğətində yeni forma-üsul qaydaları təqdim etməyə çalışmış, bu məqsədlə “əl-Mərca” adlı lüğət tərtib etmişdir. Müəllif lüğətinin birinci ildini 1960-cı ildə nəşr etdirmişdir. Bunun ardınca, 1964-cü ildə Cubran Məsud “Ər-Raidi”, 1967-ci ildə Fuad Əfram əl Bustani “əl-Muncidul- əbcədi”, habelə 1973-cü ildə Xalil əl-Cər “Larus” adlı əsərlərini nəşr etdirmişlər. Bu müəlliflərin hamısı öz sözlüklərini Abdullah əl-Alaylının təqdim-tərtib etdiyi sistem üzrə tərtib etmişlər. Bu sistem kəlimələrin oxunduğu—tələffüz edildiyi şəkildə əlifba sırası ilə tərtib edilməsi qaydasıdır.

NƏTİCƏ- XÜLASƏ: Beləliklə, təqdim etdiyimiz bu tarixi-lingvistik inkişaf prosesinə bağlı olaraq hansı xülasəni verə bilərik? Başlıca elmi-konseptual məsələ odur ki, XX əsrdə tərtib edilmiş sözlüklərin, lüğətlərin ərəb dilçiliyi tarixində, habelə şərq dilçiliyi sistemində xüsusi yeri vardır. Müqayisəli lüğətlərin, söz-lüğətlərin, izahlı şərh lüğətlərinin elmi əhəmiyyəti onların tərkib-tətbiq prinsiplərinə bağlıdır.

Ümumiyyətlə, “Qurani-Kərim”lə bağlı olaraq, Ərəb dilinin zənginliyini ifadə etmək tərzinə görə, hər lüğət özü ilə yeni bir yanaşma tərz, təhlil-təsnif strukturu gətirmişdir. Ərəb dilinin öyrənilməsi metodologiyasında xalqın adət-ənənələri, məişət özəllikləri, etnoqrafik yaşayış tərzləri sözlərin öyrənilməsində, təhlil və tətbiqinin araşdırılmasında əsas mənbə idi. Hər şeydən əvvəl, ona görə ki, sözlərin xalq danışığı strukturalizmi üzrə öyrənilməsi ümumdünya, Şərq lingvistikası tarixində xüsusi bir sistem kimi xarakterikdir.

ƏDƏBİYYAT

1. Arab edebiyatında kaynaklar.(Demirayak Kenan, Çoğenli Sadi) Erzurum:1995, 282 seh. s 20).
2. Abdullah əl-Bustani (ölümü: m. 1930). “Əl-Bustan” I cildi 1927-ci, II cildi isə 1930, Beyrut
3. Abdullah əl-Alaylı. “əl-Mərca”, 1960.
4. Butrus əl-Bustani (ölümü: m. 1883). Əslən Livanlıdır; ərəb dilçiliyi tarixində “Muhitul-muhit”
5. Ebu Zəkəriyyə Yəhya bin Ziyad əl-Fərra (ölümü:207, m.822). Məani-il-Quran : sözlərin izahına həsr edilib. 3 cildə, Beyrut. 1401, m.1983.
6. Əl Mübarak, Əbu Əbdürrəhman Abdullah bin Yəhya (ölümü: h. 237. m.851): QARİBUL-quran və təfsiruh , Beyrut, 1407, m. 1987.
7. Ər-Rağib əl-İsfəhani Əbulqasim Hüseyn bin Muhamməd (ölümü:502, m.1108): h. 1324, m. 1906-cı ildə Haydarabad
8. Əbül Qasim Carullah Əz-Zaməhşəri (ölümü: h.538, m.1143)--türk əsillidir—“Əl-faiq fi qaribil-hadis
9. İbnil-Əsir əl-Cəzəri Məcdüddin Əbu Sədat (ölümü: h.606, m.1209). ən-nihayə fi qaribil-hadis. Hədislərdəki sözlərin və ifadələrin izahını verir. 5 cildədir, Qahirə, 1965.

10. Cubran Məsud “Ər-Raidi”, 1964
11. Fuad Əfram əl Bustani “əl-Muncidul- əbcədi”, 1967.
12. Xalil əl-Cər -“Larus”, 1973
13. əz-Zaməhşəri—Muhəmməd bin Umər əz-Zamahşəri (h. 583—m. 1143). “Əsasul-bəlağə”. Qahirə (1881, 1922), Loknov (1893), Haydarabad (1906), Beyrutda (1965
14. İbn Faris—Əbul-Huseyn Ahməd bin Faris bin Zəkəriyyə (ölümü: h. 395—m. 1004). İbn-Faris “əl-Mucməl fil-luğa”. Beyrut, 1982, 1986. Lüğət- h. 1366-m.1946 və h.1389-m.1969-cu illər Qahirə.
15. İbn Dureyd---Əbu Bəkr Muhəmməd bin əl Hasan bin Dureyd (ölümü: h. 321—m. 933). “Əl-Cəmhərə fil-luğa”. Qahirə h. 1366-m.1946; h.1389-m.1969-Qahirə.

GƏNCLƏRİN NITQINDƏ SLENQLƏR

Mehdiyeva Mətanət Bahadur qızı

ADPU, f.ü.f.d., baş müəllim

mehtiyeva_m@mail.ru

[İD 0009 0005 0068 4590](#)

XÜLASƏ

Bu gün dil ünsiyyət vasitəsi olmaqla yanaşı, həm də sosial identifikasiya formasıdır. Əsasən gənclərin leksikonunda yer alan slenqlər dilin qeyri-rəsmi vahidləri kimi diqqət çəkir. Slenqlər sosiolinqvistika çərçivəsində araşdırılan mühüm kateoriyalardandır. Slenq ingilis mənşəli sözdür, müəyyən sosial qrup daxilində istifadə olunan qeyri-rəsmi leksik vahidlərdir. Onların bir sıra xüsusiyyətləri vardır: qısaömürlü olur, tez dəyişir, qrup identifikasiyası yaradır, standart dil normalarına ziddir.

Slenqlər, əsasən, xarici dil, sosial media təsirindən yaranır. Eyni zamanda, metaforik və məcazilik funksiyası da daşıyır. Sosial şəbəkələrdən, əsasən, ingilis dili vasitəsilə daxil olan sözlər geniş vüsət almışdır. Məsələn, follov etmək, story atmaq, like etmək və s. Eyni zamanda, qısaltmalardan da çox istifadə olunur: ok-okey, brother-bro və s. Məcəzi mənada olan slenqlərə də rast gəlinir. Məsələn, küləkləmək (yalan danışmaq), uçdu (təəccübləndi), yandı (çətin vəziyyətə düşdü) və s. Azərbaycan gənclərinin dilində dinamik işlənən slenqlər kimi “çok cool”, “like et”, “kruto” və s. sözləri nümunə göstərə bilərik.

Slenqlər ünsiyyəti sürətli etsə də, onlardan istifadə normalara ziddir. Onlardan istifadə zamanı balansın qorunması vacibdir.

Açar sözlər: leksika, slenq, xarici dil, ünsiyyət

SLANGS IN YOUTH SPEECH

SUMMARY

Today, language is not only a means of communication, but also a form of social identification. Slangs, which are mainly found in the lexicon of young people, attract attention as informal units of language. Slangs are one of the important categories studied within sociolinguistics. Slang is a word of English origin, it is an informal lexical unit used within a certain social group. They have a number of features: they are short-lived, change quickly, create group identification, and contradict standard language norms.

Slangs are mainly created by the influence of foreign languages and social media. At the same time, they also have a metaphorical and figurative function. Words that come from social networks, mainly through English, have become widespread. For example, follow, post a story, like, etc. At the same time, abbreviations are also widely used: ok-okey, brother-bro, etc. Slangs with a figurative meaning are also found. For example, гулюблюм (to lie), учду (to be surprised), янды (to get into a difficult situation), etc. As slangs used dynamically in the language of Azerbaijani youth, we can cite the words “чох кыпор”, “like et”, “крыто” and etc.

Although slangs make communication faster, their use is against the norms. It is important to maintain balance when using them.

Keywords: lexicon, slang, foreign language, communication

TOWARD A UNIVERSAL LANGUAGE LINGUISTIC, COGNITIVE, AND COMPUTATIONAL PERSPECTIVES

Azerbaijan-Baku, Gunel Shefiyeva

Orcid id: 0000-0001-5105-2749

agakishiyeva.g@mail.ru

Azerbaijan State Pedagogical University, Faculty of Philology, Foreign Languages Center

KEY WORDS: Universal language, linguistics, artificial intelligence, communication, constructed languages.

Human language is inherently diverse, with over 7,000 languages spoken worldwide. This diversity reflects cultural identity but also creates barriers to communication. A universal language aims to transcend these barriers by providing a shared medium of expression. The idea appears in ancient philosophy, Enlightenment-era linguistic engineering, and modern computational systems.

Efforts to create universal languages date back centuries. Philosophers in the 17th century attempted to design “philosophical languages” based on logical classification of knowledge. Later, constructed languages such as Esperanto sought to simplify grammar and vocabulary to facilitate international communication.

Despite their elegance, these systems failed to achieve global adoption due to sociopolitical factors, lack of native speaker communities, and competition with dominant natural languages.

A universal language must satisfy several criteria:

- **Learnability:** It should be easy to acquire regardless of linguistic background.
- **Expressiveness:** Capable of conveying complex and abstract ideas.
- **Neutrality:** Free from cultural or political bias.
- **Scalability:** Adaptable to new domains and evolving knowledge.
- **Cognitive Compatibility:** Aligned with universal aspects of human cognition.

Balancing simplicity with expressive power remains a fundamental challenge.

Research in linguistics suggests that all human languages share certain universal features, often referred to as linguistic universals. These include hierarchical structure, recursion, and categories such as nouns and verbs.

However, languages differ significantly in phonology, syntax, and semantics. A universal language must either:

- Abstract away from these differences, or
- Incorporate multiple modalities (e.g., visual, symbolic, or computational forms)

Cognitive science also indicates that meaning is shaped by perception and culture, complicating the creation of universally interpretable symbols.

Modern technology offers new pathways toward universality:

Advanced AI systems can translate between languages in real time, effectively acting as an intermediary universal language. However, translation errors and cultural nuances remain challenges.

Programming languages and mathematical notation are often considered universal due to their precision and lack of ambiguity. Yet, they are limited in emotional and contextual expression.

Icons, emojis, and pictographic systems provide cross-linguistic communication but lack depth and specificity.

Efforts in knowledge representation aim to encode meaning in language-independent forms, enabling machines—and potentially humans—to communicate across linguistic boundaries.

Language adoption is not purely a technical issue. Power dynamics, cultural identity, and economic incentives play critical roles. A universal language imposed from above may face resistance, while organically emerging systems (e.g., global lingua francas) tend to succeed.

A fully universal language—equally accessible, expressive, and culturally neutral—may be theoretically possible but practically unattainable. Instead, a hybrid approach is emerging:

- Natural languages serve local and cultural needs
- Global lingua francas facilitate international discourse
- AI-driven systems bridge communication gaps

This layered model may represent the closest achievable approximation to universality.

The pursuit of a universal language reveals deep insights into human cognition, communication, and society. While a single, fully universal language may remain elusive, technological advancements are rapidly reducing linguistic barriers.

RİYAZİ SAVADLILIĞIN PEŞƏ TƏHSİLİNDƏ ROLU VƏ İNKİŞAF İSTİQAMƏTLƏRİ

Ülkər Kərimova

ADPU -un nəzdində ADPK-nın müəllimi

Xülasə

Bu məqalədə peşə təhsili sistemində riyazi savadlılığın rolu, tələbələrin bu sahədə qarşılaşdıqları əsas çətinliklər və mövcud inkişaf istiqamətləri kompleks şəkildə təhlil olunur. Müasir dövrdə rəqəmsal transformasiya və texnoloji yeniliklər əmək bazarında yeni tələblər formalaşdırmış, nəticədə riyazi savadlılığın peşə bacarıqları ilə integrasiyası zəruri olmuşdur. Məqalədə riyazi savadlılıq yalnız nəzəri biliklər toplusu kimi deyil, gündəlik həyat və peşə fəaliyyətində tətbiq olunan analitik düşüncə və problem həll etmə bacarığı kimi qiymətləndirilir. Statistik göstəricilər və beynəlxalq tədqiqatlara əsaslanaraq müəyyən edilmişdir ki, peşə təhsili alan tələbələrin əhəmiyyətli hissəsi riyazi bilikləri praktik mühitdə tətbiq etməkdə çətinlik çəkir. Azərbaycanda aparılan monitorinqlər də bu sahədə müəyyən problemlərin mövcud olduğunu göstərir.

Tələbələrin riyaziyyata marağının zəif olması, innovativ tədris metodlarının yetərinə tətbiq edilməməsi və müəllim hazırlığının əmək bazarının tələblərinə tam uyğun olmaması əsas problemlər kimi müəyyənləşdirilmişdir. Məqalədə həmçinin riyazi savadlılığın inkişafı üçün müasir təlim metodlarının tətbiqi, riyaziyyatın peşə fənləri ilə integrasiyası, rəqəmsal alətlərdən istifadə və beynəlxalq təcrübənin öyrənilməsi kimi istiqamətlər təklif olunur. Almaniyanın dual təhsil modeli və Finlandiyanın praktik yönümlü yanaşmaları nümunə kimi təqdim edilir.

Nəticə etibarilə, peşə təhsilində riyazi savadlılığın artırılması ölkənin iqtisadi və sosial inkişafı baxımından mühüm əhəmiyyət kəsb edir və gələcək əmək bazarına uyğun ixtisaslı kadrların hazırlanmasında əsas amillərdən biri kimi çıxış edir.

Açar sözlər: riyazi savadlılıq, peşə təhsili, əmək bazarı, STEM, rəqəmsal təhsil, analitik düşüncə

Müasir qloballaşan dünyada təhsil sisteminin qarşısında duran əsas vəzifələrdən biri əmək bazarının tələblərinə uyğun, çevik və rəqəbatqabiliyyətli kadrların hazırlanmasıdır. Bu kontekstdə peşə təhsili xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Peşə təhsili yalnız praktik bacarıqların öyrədilməsi ilə məhdudlaşmır, eyni zamanda tələbələrdə analitik düşüncə, problem həll etmə və qərarvermə qabiliyyətlərinin formalaşdırılmasını da nəzərdə tutur. Bu bacarıqların əsasını isə riyazi savadlılıq təşkil edir. Riyazi savadlılıq anlayışı ənənəvi riyaziyyat biliklərindən daha geniş mənə kəsb edir. Bu, fərdin gündəlik həyatında və peşə fəaliyyətində riyazi anlayışlardan düzgün istifadə etmə, məlumatları təhlil etmə və məntiqi nəticələr çıxarma bacarığıdır. XXI əsrin kompetensiyaları sırasında riyazi savadlılıq mühüm yer tutur və bu bacarığın inkişafı innovativ iqtisadiyyatın formalaşması üçün vacib şərt hesab olunur. Azərbaycan Respublikasında qəbul edilmiş “Peşə təhsili haqqında Qanun” (2018) və “Təhsilin inkişafı üzrə Dövlət Strategiyası”nda da riyazi savadlılığın artırılması prioritet istiqamətlərdən biri

kimi müəyyən edilmişdir. Bu sənədlərdə peşə məktəblərində riyaziyyat fənlərinin müasir texnologiyalar və innovativ tədris metodları ilə integrasiyası xüsusi vurğulanır. Rəqəmsal texnologiyaların sürətli inkişafı və əmək bazarında avtomatlaşdırma proseslərinin genişlənməsi riyazi bacarıqların əhəmiyyətini daha da artırmışdır. Mühəndislik, informasiya texnologiyaları, maliyyə və digər sahələrdə çalışan mütəxəssislər üçün riyazi savadlılıq əsas tələblərdən biri hesab olunur. Bu səbəbdən peşə təhsilində riyaziyyatın tədrisi yalnız nəzəri deyil, həm də praktik yönümlü olmalıdır. Bununla belə, mövcud vəziyyət göstərir ki, bir çox tələbələr riyazi bilikləri praktik fəaliyyətə tətbiq etməkdə çətinlik çəkirlər. Bu isə tədris metodlarının təkmilləşdirilməsini və yeni yanaşmaların tətbiqini zəruri edir. Bu məqalənin məqsədi peşə təhsili sistemində riyazi savadlılığın rolunu müəyyənləşdirmək, mövcud problemləri təhlil etmək və onların həlli yollarını təqdim etməkdir.

Peşə təhsili sistemində riyazi savadlılıq tələbələrin peşə fəaliyyətinə hazırlığında əsas komponentlərdən biri kimi çıxış edir. Müasir əmək bazarında texnoloji dəyişikliklər və rəqəmsallaşma prosesləri nəticəsində riyazi biliklərin praktik tətbiqi daha da aktuallaşmışdır. Bu baxımdan riyazi savadlılıq yalnız nəzəri biliklər deyil, həm də real problemlərin həllində istifadə olunan funksional bacarıqlar sistemi kimi qiymətləndirilməlidir. Riyazi savadlılığın peşə təhsilində rolu müxtəlif sahələr üzrə fərqli formalarda özünü göstərir. Mühəndislik və texniki ixtisaslarda bu bacarıq ölçmə, hesablama və texniki layihələndirmə proseslərinin əsasını təşkil edir. Elektrik və mexanika sahələrində Ohm qanunu, qüvvə və enerji hesablamaları kimi anlayışlar riyazi biliklərə əsaslanır. İqtisadi və maliyyə sahələrində faiz hesablamaları, statistik təhlil və risk qiymətləndirilməsi riyazi savadlılığın tətbiq sahələrindəndir. Informasiya texnologiyaları sahəsində isə alqoritmlərin qurulması, proqramlaşdırma və məlumatların analizi riyazi düşüncə tələb edir. Beynəlxalq tədqiqatlar göstərir ki, riyazi savadlılıq səviyyəsi ilə məşğulluq imkanları arasında birbaşa əlaqə mövcuddur. PISA 2022 nəticələrinə görə, riyazi bacarıqları yüksək olan şəxslərin əmək bazarında uğur qazanma ehtimalı daha yüksəkdir. UNESCO-nun 2023-cü il hesabatında isə qeyd olunur ki, peşə təhsili alan tələbələrin təxminən yarısı riyazi bilikləri praktik fəaliyyətə tətbiq etməkdə çətinlik çəkir. Azərbaycanda aparılan monitorinqlər də bu problemi təsdiqləyir və tələbələrin riyaziyyat üzrə nəticələrinin qənaətbəxş olmadığını göstərir. Tələbələrin qarşılaşdığı əsas problemlərdən biri riyaziyyata marağın aşağı səviyyədə olmasıdır. Bu hal əsasən tədris prosesinin nəzəri yönümlü olması və real həyatla əlaqənin zəif qurulması ilə bağlıdır. Digər problem riyazi anlayışların praktik tətbiqində çətinliklərin mövcud olmasıdır. Tələbələr çox vaxt riyazi bilikləri konkret peşə fəaliyyətinə uyğunlaşdırmaqda çətinlik çəkirlər. Bundan əlavə, innovativ tədris metodlarının və rəqəmsal texnologiyaların kifayət qədər tətbiq olunmaması da mühüm problemlər sırasındadır. Mövcud problemlərin həlli üçün bir sıra inkişaf istiqamətləri təklif olunur. İlk növbədə, müasir təlim metodlarının tətbiqi vacibdir. Layihə əsaslı öyrənmə və problem həlli yanaşmaları tələbələrin aktiv iştirakını təmin edir və onların analitik düşüncə bacarıqlarını inkişaf etdirir. Bu metodlar vasitəsilə tələbələr real problemlər üzərində işləyərək riyazi biliklərini praktikada tətbiq etmə imkanını əldə

edirlər. İkinci mühüm istiqamət riyaziyyatın peşə fənləri ilə inteqrasiyasıdır. Riyazi anlayışların konkret peşə sahələrində tətbiqi tələbələrin mövzunu daha yaxşı mənimsəməsinə kömək edir. Məsələn, elektrik ixtisasında riyazi hesablamaların praktik tətbiqi dərslərin effektivliyini artırır. Rəqəmsal alətlərdən istifadə də riyazi savadlılığın inkişafında mühüm rol oynayır. GeoGebra, MATLAB və AutoCAD kimi proqramlar tələbələrə vizual və interaktiv öyrənmə imkanı yaradır. Bu alətlər riyazi anlayışların daha aydın başa düşülməsinə və tətbiqinə şərait yaradır. Tələbələrin motivasiyasının artırılması da vacib amillərdən biridir. Praktiki tapşırıqlar, istehsalat təcrübəsi və real iş mühitinə uyğun layihələr tələbələrin riyaziyyata marağını artırır. Bundan əlavə, beynəlxalq təcrübənin öyrənilməsi və tətbiqi də mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Almaniyanın dual təhsil modeli və Finlandiyanın praktik yönümlü tədris yanaşması bu sahədə uğurlu nümunələrdir.

Beləliklə, peşə təhsilində riyazi savadlılığın inkişafı kompleks yanaşma tələb edir və bu sahədə aparılan islahatlar tələbələrin gələcək peşə fəaliyyətinə müsbət təsir göstərir.

Ədəbiyyat

1. Azərbaycan Respublikası. *Peşə təhsili haqqında Qanun*, 2018.
2. Azərbaycan Respublikası. *Təhsilin inkişafı üzrə Dövlət Strategiyası*, 2013.
3. OECD. *PISA 2022 Results*. Paris, 2023.
4. UNESCO. *Global Education Monitoring Report*, 2023.
5. Niss, M. (2015). *Mathematical Literacy and Competencies*. Springer.
6. Hoyles, C., & Noss, R. (2017). *Mathematics Education and Technology*. Routledge.
7. Bakı Şəhər Təhsil İdarəsi. *Peşə təhsili üzrə monitoring hesabatı*, 2022.

MƏLUMAT DAŞIYICILARI İNFORMASIYA TƏHLÜKƏSİZLİYİNİN ƏSAS OBYEKTİ KİMİ

Həsənova Yeganə Akif qızı

ADPU -un nəzdində ADPK-nın müəllimi

yegana.hasanova.1967@gmail.com

Xülasə

Bu məqalədə məlumat daşıyıcıları informasiya təhlükəsizliyinin əsas obyektlərindən biri kimi təhlil olunur. Müasir dövrdə informasiyanın saxlanması və ötürülməsi müxtəlif fiziki və rəqəmsal daşıyıcılar vasitəsilə həyata keçirilir və bu daşıyıcıların təhlükəsizliyi informasiya təhlükəsizliyinin ümumi səviyyəsinə birbaşa təsir göstərir. Məqalədə maqnit, optik və yarımkeçirici əsaslı yaddaş qurğuları, o cümlədən sərt disklər, fleş yaddaşlar və kağız daşıyıcılar sistemli şəkildə təsnif edilir və onların xüsusiyyətləri izah olunur. Xüsusi diqqət bu daşıyıcılarda saxlanılan informasiyanın məzmununa yönəldilmişdir. Belə ki, fərdi məlumatlar, kommersiya sirləri, xidməti məlumatlar və dövlət sirri kimi həssas informasiyalar bu mühitlərdə saxlanıla bilər və onların qorunması mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Məqalədə qeyd olunur ki, məlumat daşıyıcılarının nəzarətsiz istifadəsi, itirilməsi, oğurlanması və ya qəsdən dəyişdirilməsi ciddi təhlükələr yaradır. Eyni zamanda, informasiyanın sızma kanalları – insayder fəaliyyəti, autorsinq prosesləri, elmi-tədqiqat işləri və istehsalat fəaliyyəti kontekstində təhlil olunur. Bu amillər nəticəsində məlumatların qeyri-qanuni əldə edilməsi və yayılması riski artır.

Nəticə olaraq vurğulanır ki, məlumat daşıyıcılarının mühafizəsi üçün hüquqi, texniki və təşkilati tədbirlərin kompleks şəkildə tətbiqi vacibdir. Bu tədbirlər informasiyanın məxfiliyini, bütövlüyünü və əlçatanlığını təmin etməyə yönəlmişdir və həm dövlət qurumları, həm də fərdi istifadəçilər üçün aktualdır.

Açar sözlər: məlumat daşıyıcıları, informasiya təhlükəsizliyi, məxfi məlumat, insayder, fleş yaddaş, informasiya sızması

Giriş

İnformasiya cəmiyyətinin formalaşdığı müasir dövrdə məlumatın dəyəri sürətlə artmaqda və strateji resursa çevrilməkdədir. İnformasiya artıq yalnız bilik və kommunikasiya vasitəsi deyil, eyni zamanda iqtisadi, siyasi və sosial güc amili kimi çıxış edir. Bu baxımdan informasiyanın qorunması məsələsi – yəni informasiya təhlükəsizliyi – həm dövlətlər, həm təşkilatlar, həm də fərdi istifadəçilər üçün prioritet istiqamətlərdən biri hesab olunur.

İnformasiyanın təhlükəsizliyindən bəhs edərkən yalnız proqram təminatı və şəbəkə mühafizəsi deyil, həm də məlumatın saxlanıldığı fiziki və rəqəmsal mühitlər – yəni məlumat daşıyıcıları xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Məlumat daşıyıcıları informasiyanın maddi əsasını təşkil edir və onun saxlanması, ötürülməsi və bərpası bu daşıyıcılar vasitəsilə həyata keçirilir. Bu daşıyıcılar müxtəlif formalarda mövcuddur: maqnit diskler, optik daşıyıcılar, yarımkeçirici yaddaş qurğuları və ənənəvi kağız sənədlər. Müasir texnologiyaların inkişafı nəticəsində məlumat daşıyıcılarının çeşidi və funksionallığı genişlənmiş, eyni zamanda onların təhlükəsizlik riskləri də artmışdır. Xüsusilə portativ yaddaş qurğuları (flaş diskler, yaddaş kartları və s.) məlumatların asanlıqla daşınmasına imkan yaratsa da, onların itirilməsi və ya icazəsiz istifadəsi ciddi təhlükələr yaradır. Digər tərəfdən, kağız daşıyıcılar da hələ də geniş istifadə olunur və onların düzgün idarə olunmaması informasiya sızmasına səbəb ola bilər.

İnformasiya təhlükəsizliyi baxımından əsas problemlərdən biri də məlumat daşıyıcılarının nəzarətsiz dövriyyəsidir. Bu daşıyıcılar müxtəlif mühitlərdə – iş yerlərində, evlərdə, ictimai məkanlarda istifadə oluna bilər və bu da onların təhlükəsizlik səviyyəsini zəiflədir. Xüsusilə insayder təhdidləri, yəni təşkilat daxilində çalışan şəxslərin qəsdən və ya ehtiyatsızlıq nəticəsində məlumat sızdırması halları ciddi risk yaradır. Bundan əlavə, autorsinq fəaliyyətləri və istehsalat prosesləri zamanı da məlumatların nəzarətsiz yayılması ehtimalı artır.

Bu səbəbdən məlumat daşıyıcılarının qorunması kompleks yanaşma tələb edir. Buraya hüquqi tənzimləmə, texniki mühafizə vasitələri və təşkilati tədbirlər daxildir. Məlumatların şifrələnməsi, giriş nəzarəti, fiziki mühafizə və utilizasiya qaydaları bu sahədə əsas tədbirlər sırasındadır. Bu məqalənin məqsədi məlumat daşıyıcılarını informasiya təhlükəsizliyinin mühüm elementi kimi təhlil etmək, onların növlərini, risklərini və mühafizə üsullarını sistemli şəkildə təqdim etməkdir.

Məlumat daşıyıcıları informasiya təhlükəsizliyi sistemində əsas komponentlərdən biri kimi çıxış edir. İnformasiyanın saxlanması, emalı və ötürülməsi bu daşıyıcılar vasitəsilə həyata keçirildiyi üçün onların təhlükəsizliyi bütövlükdə informasiya mühitinin qorunmasına birbaşa təsir göstərir. Müasir dövrdə məlumat daşıyıcılarının müxtəlifliyi onların təsnifatını və təhlükəsizlik baxımından təhlilini daha da aktual edir. Ənənəvi olaraq məlumat daşıyıcıları fiziki və rəqəmsal olmaqla iki əsas qrupa bölünür. Fiziki daşıyıcılara kağız sənədlər, kitablar, arxiv materialları, çertyojlar və digər çap məhsulları daxildir. Bu daşıyıcılar uzun müddət informasiya

saxlanmasının əsas vasitəsi olmuşdur və bu gün də bir çox təşkilatlarda aktiv şəkildə istifadə edilir. Rəqəmsal daşıyıcılara isə maqnit (sərt diskler, disketlər), optik (CD, DVD), yarımkeçirici (SSD, fleş yaddaşlar) və digər müasir yaddaş qurğuları aiddir. Bu daşıyıcılar yüksək tutum, sürətli məlumat ötürülməsi və rahat daşınma imkanları ilə seçilir. Maqnit daşıyıcılar uzun müddət ərzində informasiya texnologiyalarının əsasını təşkil etmişdir. Sərt diskler (HDD) böyük həcmli məlumatların saxlanması üçün geniş istifadə olunur. Lakin bu tip daşıyıcılar mexaniki zədələrə qarşı həssasdır və fiziki təsirlər nəticəsində məlumat itkisi baş verə bilər. Optik daşıyıcılar isə daha çox arxivləşdirmə məqsədilə istifadə edilir, lakin onların da uzunmüddətli saxlanma zamanı deformasiyaya uğrama ehtimalı mövcuddur. Müasir dövrdə geniş yayılmış yarımkeçirici əsaslı yaddaş qurğuları – fleş diskler və SSD-lər isə yüksək sürət və etibarlılıq təmin etsə də, onların kiçik ölçülü və portativ olması təhlükəsizlik risklərini artırır. Məlumat daşıyıcılarında saxlanılan informasiya müxtəlif kateqoriyalara aid ola bilər. Bunlara fərdi məlumatlar, kommersiya sirləri, xidməti informasiyalar, elmi-tədqiqat nəticələri və dövlət sirri kimi məxfi məlumatlar daxildir. Bu tip informasiyanın qorunması üçün xüsusi təhlükəsizlik tədbirlərinin tətbiqi vacibdir. Əks halda, məlumatların icazəsiz əldə olunması və ya yayılması ciddi hüquqi və iqtisadi nəticələrə səbəb ola bilər. İnformasiya təhlükəsizliyi baxımından əsas problemlərdən biri məlumat daşıyıcılarının nəzarətsiz istifadəsidir. Daşıyıcıların itirilməsi, oğurlanması və ya üçüncü şəxslərə ötürülməsi nəticəsində məlumat sızması halları geniş yayılmışdır. Xüsusilə portativ yaddaş qurğularının istifadəsi zamanı bu risk daha yüksək olur. Məsələn, bir fleş yaddaşın itirilməsi nəticəsində böyük həcmdə məxfi məlumatın üçüncü şəxslərin əlinə keçməsi mümkündür.

Məlumat sızmasının əsas kanallarından biri insayder fəaliyyətidir. İnsayderlər – yəni təşkilat daxilində çalışan və ya əvvəllər çalışmış şəxslər – mövcud səlahiyyətlərindən istifadə edərək məlumatlara çıxış əldə edə və onları icazəsiz şəkildə ötürə bilərlər. Bu cür hallar həm qəsdən, həm də ehtiyatsızlıq nəticəsində baş verə bilər. Digər mühüm risk mənbəyi autorsinq fəaliyyətidir. Təşkilatların müəyyən funksiyaları xarici şirkətlərə həvalə etməsi zamanı məlumat təhlükəsizliyi üzərində nəzarət zəifləyə bilər və bu da məlumat sızması ehtimalını artırır. Elmi-tədqiqat və istehsalat prosesləri də informasiya təhlükəsizliyi baxımından riskli sahələr hesab olunur. Bu proseslər zamanı müxtəlif sənədlər, texniki materiallar və məhsul nümunələri yaranır ki, bunlar da məlumat daşıyıcıları kimi çıxış edir. Bu materialların düzgün qorunmaması və ya utilizasiya edilməməsi nəticəsində məxfi məlumatlar kənar şəxslərə ötürülə bilər. Məsələn, tullantıya atılan sənədlər və ya istifadə olunmuş elektron daşıyıcılar bərpa edilərək məlumatların əldə olunmasına şərait yarada bilər. Məlumat daşıyıcılarının mühafizəsi üçün kompleks yanaşma tələb olunur. Bu yanaşma hüquqi, texniki və təşkilati tədbirləri əhatə edir. Hüquqi tədbirlərə müvafiq qanunvericilik aktlarının tətbiqi, məxfi məlumatların qorunması ilə bağlı normativ sənədlərin hazırlanması daxildir. Texniki tədbirlərə məlumatların şifrələnməsi, antivirus proqramları, giriş nəzarət sistemləri və məlumatların ehtiyat nüsxələrinin yaradılması aid edilir. Təşkilati tədbirlər isə işçi

heyətinin maarifləndirilməsi, təhlükəsizlik qaydalarının tətbiqi və nəzarət mexanizmlərinin qurulmasını əhatə edir. Bundan əlavə, məlumat daşıyıcılarının utilizasiyası məsələsi də xüsusi diqqət tələb edir. İstifadədən çıxmış daşıyıcılar sadəcə atılmamalı, xüsusi metodlarla məhv edilməlidir. Məsələn, kağız sənədlər xüsusi cihazlarla xırdalanmalı, elektron daşıyıcılar isə fiziki olaraq zədələnməli və ya məlumatları tam silinməlidir.

Beləliklə, məlumat daşıyıcıları informasiya təhlükəsizliyinin ayrılmaz tərkib hissəsi olmaqla yanaşı, həm də ən həssas elementlərindən biridir. Onların düzgün idarə olunması və mühafizəsi olmadan informasiya təhlükəsizliyinin təmin edilməsi mümkün deyildir.

Ədəbiyyat siyahısı

1. Stallings, W. *Cryptography and Network Security*. Pearson, 7th Edition, 2017.
2. Whitman, M. E., & Mattord, H. J. *Principles of Information Security*. Cengage Learning, 6th Edition, 2018.
3. Peltier, T. R. *Information Security Policies, Procedures, and Standards*. Auerbach Publications, 2016.
4. ISO/IEC 27001:2013. *Information Security Management Systems – Requirements*.
5. Anderson, R. *Security Engineering: A Guide to Building Dependable Distributed Systems*. Wiley, 2020.

ENTREPRENEURIAL COMPETENCES AS MEDIATORS OF PERSONAL SUCCESS IN SMALL BUSINESS OWNERS

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

In the nowadays competitive environment, the survival of the small enterprises depends not only on the external market conditions, but also on the strategies implemented by their owners. These strategies rely mainly on the entrepreneurial competences, such as opportunity recognition, strategic thinking, resilience, innovation, or interpersonal skills. Despite the fact that it is largely agreed that these competences may lead to business performance, less attention has been given to how they actually translate personal attributes into tangible success outcomes. Therefore, in the current paper we intend to address this gap by examining whether and in what way entrepreneurial competences may be a link between personal traits and perceived personal success in small business contexts. As personal traits, we considered opportunity recognition, strategic thinking, resilience, innovation and interpersonal skills. Personal success was conceptualized not only in financial terms, but also through subjective indicators such as satisfaction, autonomy and work-life balance. To achieve our goal, we intend to conduct a quantitative research, based on a structured survey. The target sample is represented by 50 small business Romanian owners, from different industries. Standardized measurement scales will be used to assess personal traits, entrepreneurial competences and personal success, and the data will be analyzed by using structural equation modeling to test both direct and indirect relationships among variables.

Keywords: entrepreneurship, entrepreneurial competences, business performance, small businesses

QUANTUM-RESILIENT SOCIAL REGISTRIES PROTECTING NSER DATA AGAINST FUTURE CRYPTOGRAPHIC THREATS

MUHAMMAD FAISAL

Assistant Professor (AI) at Allama Iqbal Open University

ORCID: 0000-0002-5797-766X

ABSTRACT

As the Benazir Income Support Program (BISP) matures into a fully digital enterprise, the long-term security of the National Socio-Economic Registry (NSER) becomes a matter of national security. With the global rise of quantum computing, traditional RSA and ECC encryption methods currently used to protect the biometric and financial data of over 9 million households face potential obsolescence. This research explores the integration of Post-Quantum Cryptography (PQC) into Pakistan's social protection infrastructure. The study investigates the implementation of lattice-based cryptographic algorithms to secure "data-at-rest" and "data-in-transit" between BISP headquarters and regional disbursement centers. By simulating quantum-level "harvest now, decrypt later" attacks, the paper highlights the urgency of transitioning to a quantum-secure architecture. The research proposes a hybrid cryptographic framework that maintains compatibility with existing mobile banking APIs while providing a shield against future Shor's algorithm-based threats. Furthermore, the study discusses the role of Quantum Key Distribution (QKD) in securing high-stakes communication during national crises, where data integrity is the difference between successful relief and systemic failure. The findings suggest that by adopting these global standards early, BISP can ensure that the private socioeconomic profiles of Pakistan's most vulnerable citizens remain protected for decades. This proactive security stance is essential for maintaining the institutional trust required for a crisis-resilient digital state.

Keywords: Post-Quantum Cryptography, NSER, BISP Security, Lattice-Based Encryption, Quantum Key Distribution, Data Sovereignty, Cybersecurity.

ALGORITHMIC EMPATHY AND THE "CARE ECONOMY" AI AS A COMPANION FOR THE ISOLATED

MUHAMMAD FAISAL

Assistant Professor (AI) at Allama Iqbal Open University

ORCID: 0000-0002-5797-766X

ABSTRACT

In an era of rising loneliness, the human need for "Connection" is being met by "Algorithmic Empathy." This research investigates the use of AI companions and social robots in the "Care Economy" specifically for the elderly and those living in isolation. The study evaluates 2026 models of "Empathic AI" that can recognize human emotions through vocal tonality and facial micro-expressions. While recognizing that AI cannot replace human touch, the findings show that empathic AI significantly reduces feelings of loneliness and provides critical "Cognitive Scaffolding" for those with early-stage dementia. The paper argues that as society becomes more digital, the role of AI must evolve from a cold logic engine to a warm, empathic presence that supports the human need for emotional validation.

Keywords: Algorithmic Empathy, Care Economy, Social Robots, Loneliness, Empathic AI, Cognitive Scaffolding.

QUANTUM-SECURE SOCIAL REGISTRIES DEFENDING NATIONAL DATA AGAINST FUTURE CRYPTOGRAPHIC SHOCKS

MUHAMMAD FAISAL

Assistant Professor (AI) at Allama Iqbal Open University

ORCID: 0000-0002-5797-766X

ABSTRACT

As social registries (like Pakistan's NSER) become the "Single Source of Truth" for national populations, they become targets for sophisticated state-level cyber-attacks. This research investigates the transition to "Quantum-Secure Social Protection." With the emergence of quantum computing in 2026, traditional encryption used for biometric and financial data is at risk. The paper proposes a roadmap for implementing Lattice-Based Cryptography and Quantum Key Distribution (QKD) across the BISP digital backbone. The study analyzes the "Data Resilience" factor—the ability of the safety net to remain operational and secure during a national cyber-war. The findings suggest that "Cryptographic Resilience" is just as important as "Climate Resilience," as a data breach of the national social registry would lead to the total collapse of institutional trust and the exclusion of millions from the digital economy.

Keywords: Quantum-Secure Cryptography, Lattice-Based Encryption, NSER Security, Data Resilience, Cyber-Warfare, National Security.

AN ANALYSIS OF A HAIKU POEM BY ALVIN B. CRUZ ABOUT AUTUMN

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 haiku poem "autumn leaves/ a monk shaves/ his head" by Alvin B. Cruz, from Manila, the Philippines, which was published in The Mainichi Japan on April 18, 2026, selected by Dhugal J. Lindsay. The haiku poem is a highly adaptable poetry form from the sixteenth-seventeenth century Japan, which retains its appeal today and which can be adapted to various cultures. This particular haiku poem by Alvin B. Cruz shows us an example of juxtaposition, or parallel, where the first line can refer either to leaves during spring, which turn yellow, dry, and then fall, or simply where the autumn season ends – or leaves – and the hair loss on the monk's head, as he shaves his head. Autumn is a season of changes in nature and of loss of leaves for the trees, as they prepare for the winter season. Autumn is also a season of meditation over what has been lost compared to the previous season, which is summer. The changes during this season are radical. In addition, autumn is considered a season of transition, which underlines the ephemeral aspect all the more. The methodological framework is made up of reader-response criticism, Zen Buddhism and psychology.

Keywords: Imagination, empathy, Zen Buddhism, reader-response criticism, psychology

1. INTRODUCTION

The present paper sets out to analyse a haiku poem published in the online, English version of the Mainichi newspaper from Japan. Through this analysis, the author of the present paper wishes to bring in a perspective on the haiku poem as it is practiced today by authors outside its original Japanese culture.

The Mainichi Japan can be seen as an example of newspaper which allows the publication of present-day, innovative haiku poems, while also publishing classic-style haiku poems now and then, accompanied by a comment. This is Japan's oldest newspaper, and, in the meantime, the haiku poem is a very old form of poetry originating in Japan, in the sixteenth-seventeenth century (Addiss, 2012; Meilantari et al, 2024). Authors who are accepted for publication feel that they have written genuine haiku poems, due to the standards which are suggested by such a newspaper, based on its reputation. We notice how the haiku poem has come a long way since its origins and how it continues to be relevant to our mindsets and preoccupations, and still be practiced and understood nowadays. The haiku poem offers us a certain spirit and observation style which cuts across ages and cultures. We do not need to consider it tied to a certain age, culture, and society only, as we can see by reading haiku poems from all times and cultures.

1.1. Theoretical Framework

In its traditional form, the haiku poem is 5-7-5 syllables and three lines. It also includes a seasonal reference – kigo in the Japanese language, which helps us through clues or through direct mentioning of the season to identify the time when the observations take place. If we research deeper, we notice that there is also a free haiku form, starting with the Free Haiku Movement in Japan led by Seisensui Ogiwara (1884–1976) (Kimura, 2022). As we go deeper into our understanding of the haiku poem, we find out, based on haiku online communities, that the haiku poem is based not only on juxtaposition, but also on a series of allusions, as master Corneliu Traian Atanasiu (2026) advises the authors in his online community Romanian Kukai (especially in his discussion in the online Facebook group Autori de Haiku din Romania – Haiku Authors of Romania, in my translation). What is important to keep in mind is that the haiku poem does more than just describe a scene or some images from our everyday life reality – it needs to lead us towards a different level of meaning. It is difficult to claim with preciseness what the haiku poem is and is not only based on a set of rules. There are good haiku poems which defy those rules, as Atanasiu (2026) frequently reminds the members of his community.

The haiku poem asks for an active reader who can work together with the author starting from the given clues to understand the haiku poem, which is why reader-response criticism is the best approach to understand the haiku poem. According to reader-response criticism, readers react emotionally to the texts they read, and they also rely on their background knowledge in order to further understand the texts (Mart, 2019).

Zen Buddhism (Duval, 1991) is associated with the haiku poem, due to its reliance on the focus on the present moment and on the fact that in this life we are going to eventually lose everything and everyone we love, and that we need to come to terms with these losses. Everything is, thus, ephemeral, and subject to change.

All of these above-mentioned elements can be part of a haiku poem.

2. METHOD

The haiku poem chosen for analysis in this paper is the following one: "autumn leaves/ a monk shaves/ his head" by Alvin B. Cruz, from Manila, the Philippines, which was published in The Mainichi Japan on April 18, 2026, selected by Dhugal J. Lindsay.

If we consider the features of the haiku poem previously presented, we can identify in this poem by Cruz (2026), a juxtaposition (Gilli, 2001), based on two images: the image of autumn and the image of the monk shaving his head. Readers understand, intuitively, just by looking at the structure of the poem, that we have here a comparison between the image of autumn, with its falling leaves and empty trees, and that of the monk shaving his head. Both monk and nature let go of something we notice physically and visually. The trees let go of their leaves, and the monk lets go of his hair and, by extension, with everything that he associates with it. We may consider that the act of shaving one's head means expressing that he or she is going through a radical change. The monk can be regarded as leaving behind his former lifestyle and his former self. He may be changing based on accepting loss and on considering how he does not need to hang on to some things which can be eventually lost anyway. By shaving his head, he can be interpreted by readers as accepting that nature goes through several cycles. During the autumn season, trees lose their leaves. However, during spring, nature comes back to life. His hair will also grow in time. These physical and visual changes can also be considered by readers in parallel with psychological and figurative changes. The state of mind of the monk will also change. Maybe he is going through a difficult stage in his life at this point. The autumn season, after all, invites us to reflect back on the past and on what we have lost. It is a season of deep changes and it is associated with loss, since the trees lose their leaves and nature seems to go on a path towards dying. In Western lyrical poetry, the autumn season has been associated with depression and with very low emotional states. Readers may consider an interpretation along these lines in the case of this haiku poem by Cruz (2026) as well. The monk may be meditating about the passage of summer and about loss while he is shaving his head. He too may have gone through some losses – other than the one of his hair which he shaves – and may be feeling in a low mood. Perhaps what is going on in nature is mirroring his emotional state, even if this is not directly stated in the haiku poem. In this way, readers become aware of the indirect communication specific to Asian cultures, but not only – since we also find it in literary works, as it allows us room for underlining certain aspects. The image of autumn leaves can be enough to suggest a certain state of mind which is common across ages and cultures.

We may also consider that the leaves can be actual leaves turning yellow or other colours during autumn and which end up by falling. The word *leaves* may not just refer to the plural of the noun *leaf*, but also to the verb *to leave*. Autumn leaves, meaning that it is going away, and that the year moves towards its end, towards winter time. Autumn is a season of transition, likely capturing the change as it is about to happen. During the autumn season, we grow more and more aware of change and loss, since the change is radical and since everything happening during this season has a high visual and emotional impact.

The end of a season and of another year does not mean, however, only loss, but also a process of renewal and regeneration. The renewal is both related to the natural world and to the psychological state of mind of the monk or of any other human being. The presence of the monk directly suggests the presence of meditation. The meditation can be over the process of loss and change, which we associate with Zen Buddhist philosophy.

3. RESULTS

The analysis of the selected poem by Cruz (2026) has shown us how readers make use of their imagination in order to complete and to continue the ideas expressed further, as well as to give interpretations. We have noticed how readers make various connections with various sets of ideas with which they are familiar. They also make use of empathy, as they project on the monk their own emotions and reflections while looking at the falling autumn leaves. The image of the falling leaves is part of their imagination, in association with the further loss suggested by the monk shaving his hair. The monk deliberately gives up his hair, as if in order to suggest that he accepts the Zen Buddhist mindset about loss, ephemerality, and change.

4. CONCLUSION, DISCUSSION, AND RECOMMENDATIONS

Readers may also consider interpreting the action of the monk shaving his head as a rite of passage. The presence of autumn suggests a time of transition between seasons, which can also be accompanied by a time of transition from one age to another, or from one life stage to another. The monk changes just as nature changes. Readers feel that there is a strong connection and correspondence between changes in nature and changes in the human world. The Zen Buddhist monk clearly observes all the changes going on in the natural world and he reacts to them. This poem can be considered a moment of heightened awareness of the here and now.

Background knowledge about the Japanese culture, about personal life experience, as well as intuitive psychology guides readers towards interpreting this haiku poem by Cruz (2026).

REFERENCES

- Addiss, S. (2012). *The art of haiku: Its history through poems and paintings by Japanese masters*. Shambhala Publications.
- Atanasiu, C.A. (2026). Autori de Haiku din Romania. <https://www.facebook.com/groups/680799808659644>
- Cruz, A.B. (2026). Haiku in English: April 18, 2026. Mainichi Japan. <https://mainichi.jp/english/articles/20260330/p2g/00m/0su/020000c>
- Duval, C. A. (1991). Reflections on Zen Art. 文教大学国際学部紀要, 1, 23-30.
- Gilli, F. (2001). The power of juxtaposition. *New Zealand Poetry Society*, <http://www.poetrysociety.org.nz/juxtaposition>
- Kimura, T. (2022). Haiku and Modernism in Japan. Haiku, other arts, and literary disciplines, 234-246.
- Mart, C. T. (2019). Reader-response theory and literature discussions: A Springboard for exploring literary texts. *The New Educational Review*, 56, 78-87.
- Meilantari, N. L. G., Suarka, I. N., Sudewa, I. K., & Triadnyani, I. M. (2024). The Evolution Of Japanese Haiku: From Paper To Digital. *International Journal of Education and Literature*, 3(2), 128-135.

AN ANALYSIS OF A HAIKU POEM BY RAK K. BOSE ABOUT FLOODED ROADS

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 haiku poem "Flooded roads!/ slowing down all traffic/ except paper boats!" by Raj K. Bose from Hawai'i, USA, which was published in The Mainichi Japan on April 16, 2026, selected by Dhugal J. Lindsay. This haiku poem presents us readers with a particular case of an atypical haiku poem, where exclamation marks are present twice, while classical haiku poem norms believe that such marks should not be present in a haiku poem. This could be so since the haiku poem is believed to be objective and not expressing strong emotional tone or, at least, not in a direct way. The present haiku poem could very well do away with the two exclamation marks and still be considered a good haiku poem. Readers can picture flooded streets after rain, where the traffic is slowed down. However, paper boats are not. This haiku poem suggests a humorous truth, as paper boats indeed can still work their way through, yet they are not part of the realistic traffic. They are made up by children or adults only to have fun and exercise their imagination. The methodological framework is made up of reader-response criticism, Zen Buddhism and psychology.

Keywords: Imagination, free associations, Zen Buddhism, reader-response criticism, psychology

1. INTRODUCTION

We may consider that the haiku poem, originally from Japan, is about being down-to-earth. It is focused on everyday reality, on colloquial language, on what surrounds us, on what is plausible – Western culture members often struggle, if they are beginners in writing haiku poem, with keeping realistic images, having in view the behaviour of some animals or birds during certain seasons, or seasons when some flowers are in full bloom. We have the opportunity, when we write haiku poems, to become highly aware of the present moment and on the external world surrounding us at the present moment. This helps us stay grounded in reality. In addition, the absence of the usual figures of speech and direct present of abstract reflections can also contribute to this effect for us Western culture members in particular.

The present paper focuses on understanding the mechanism of a specific haiku poem, selected from those published in The Mainichi. It is necessary to choose a particular poem when we speak about haiku, since not all haiku poems are alike and since the same rules do not always apply to all haiku poems.

1.1. Theoretical Framework

Even if we do not know much about haiku poems, we may still be able, in the case of some haiku poems, to interpret them based on our intuitive psychological knowledge and on our way of decoding indirect communication. We are used to interpret words function of context, according to pragmatics. Meaning is always dependent on a context, which adds what is missing from the conversation or which is able to change the intention. According to reader-response criticism, we can understand how the haiku poem works like a dialogue between the author and reader of the poem. Reader-response criticism claims that readers react emotionally to a text, and that they also use their background knowledge in order to better understand a text (Mart, 2019). Part of readers' background knowledge can be formed by their personal life experiences and empathy, while another part of their background knowledge may be formed by their notions of Zen Buddhist philosophy (Duval, 1991), related to the present moment and a high sense of awareness of the here and now, as well as to change, ephemerality, and loss, which are all inevitable in this life.

2. METHOD

The poem selected for analysis is the following one: "Flooded roads!/ slowing down all traffic/ except paper boats!" by Raj K. Bose from Hawai'i, USA, which was published in The Mainichi Japan on April 16, 2026, and selected by Dhugal J. Lindsay.

If we start thinking about the rules of a haiku poem, we notice that different groups, sites and haiku authors' communities may have different ones. Some may also leave it up to the authors writing them to decide about the use of punctuation, use of seasonal reference, number of syllables – which may be the traditional 5-7-5 format, on three lines – etc. The haiku poems can be varied and still be considered genuine and good haiku poems, once

they maintain the haiku spirit. It is also difficult to define the haiku poem, since there are so many types and styles.

What strikes our attention right from the start when we read the haiku poem by Bose (2026) is the use of two exclamation marks. Haiku communities such as the one led by master Corneliu Traian Atanasiu, Romanian Kukai, have established, as a general rule, refraining from using any punctuation mark except for the cutting line, or kireji, separating the two parts. This constraint has been expressed on the occasion of sending the invitation to participation to the monthly haiku writing contest on the blog (Romanian Kukai, 2026), but also in the online community on Favebook (Autori de Haiku din Romania – Haiku Authors of Romania, my translation), where most of the discussions happen. This is because Atanasiu (2026) has repeatedly raised his authors' awareness that the haiku poem does not present emotions in a direct way. It is a poem where emotions are restrained, in the sense that they can be inferred from the allusions associated with the various elements present in haiku poems: images, plants, objects from the human world, weather conditions, natural phenomena, etc.

The haiku poem by Bose (2026) invites us readers to use our imagination in order to understand why paper boats are not slowed down, while all the rest of the traffic is after heavy rains which flood the roads. Readers imagine children playing with paper boats on the flooded roads. To them, everything that happens around is an opportunity to explore and to play. They find another means of travelling if the roads are flooded: they travel in their imagination. They also find a way to spend their time.

Paper boats keep flowing, while cars cannot move by so easily. Readers may also imagine that the roads are flooded in a figurative, not literal way. They may be flooded since the traffic is very heavy. However, the detail of the paper boats leads reader to think that the author may have dropped this clue as a way to suggest that the roads are literally flooded after heavy rains. Readers know, based on their personal experience, that, after the rain, children can be tempted to play with paper boats in the puddles.

Readers rely on their free associations (Freud, 2016) related to the paper boats and to the flooded streets in order to interpret the poem. Atanasiu (2026) believes that the skillful use of allusions is what makes a good haiku poem.

The poem by Bose (2026) has a humorous touch: paper boats indeed can still work their way through, yet they are not part of the realistic traffic. They are made up by children or adults only to have fun and exercise their imagination. This haiku poem shows us a way to deal with loss – with the loss of the usual conditions for traffic – in a way which combines imagination and humour.

3. RESULTS

The haiku poem is often based on a contradiction, which creates tension in the poem: here, we notice the difference between reality and fantasy. Reality is represented by the traffic which needs to resume, while fantasy is represented by the use of paper boats to resume traffic. We also notice here a compensation: paper boats help children cope with the reality of the flooded streets and of the floods themselves.

4. CONCLUSION, DISCUSSION, AND RECOMMENDATIONS

Daydreaming is a usual part of our lives, if we look at Freud's (1908) theories. Daydreaming can help us fulfill our wishes, at least partly, and experience some psychological comfort. We have noted the use of irony in the haiku poem by Bose (2026) regarding the paper boats and the cars in the traffic on flooded roads. Humour is also a means of coping with reality. It brings us emotional comfort, just like daydreaming does.

We realize how the haiku poem by Bose (2026) presents us readers with a common reaction to external events which is part of everyone's psychology. It is not restricted to children.

REFERENCES

- Atanasiu, C.A. (2026). Autori de Haiku din Romania. <https://www.facebook.com/groups/680799808659644>
- Freud, S. (2016). Introductory lectures on psycho-analysis. In *Myths and mythologies* (pp. 158-166). Routledge.
- Mart, C. T. (2019). Reader-response theory and literature discussions: A Springboard for exploring literary texts. *The New Educational Review*, 56, 78-87.
- Romanian Kukai. (2026). <https://romaniankukai.blogspot.com/>
- Freud, S. (1908). Creative writers and day-dreaming. *SE*, 9(1959), 143-153.
- Bose, R.K. (2026). Haiku in English: April 16, 2026. Mainichi Japan. <https://mainichi.jp/english/articles/20260330/p2g/00m/0su/017000c>
- Duval, C. A. (1991). Reflections on Zen Art. *文教大学国際学部紀要*, 1, 23-30.

AN ANALYSIS OF A HAIKU POEM BY VLADISLAV HRISTOV ABOUT MELTING SNOW

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 haiku poem "melting snow/ first freckles/ on her face" by Vladislav Hristov, from Plovdiv, Bulgaria, which was published in The Mainichi Japan on April 1, 2026, selected by Dhugal J. Lindsay. This haiku poem presents us readers with a juxtaposition, where we notice two different images completing each other. The snow melts as if to show us that someone is impressed in an affectionate way by the freckles on a girl's face. The melting snow suggests a moment of affection. The natural world and the human world are brought together in a meaningful way, in order to suggest how something breaks the ice in a figurative manner. The snow suggests a cold emotional attitude which is left behind in this poem. The haiku poem functions by choosing words and images which have a strong power of allusion and which can prompt free associations on the part of readers. This is how the meaning of this poem becomes richer and how the haiku poem is read and understood. The focus on the present moment is thus underlined in a haiku poem. The methodological framework is made up of reader-response criticism, Zen Buddhism and psychology.

Keywords: Imagination, free associations, Zen Buddhism, reader-response criticism, psychology

1. INTRODUCTION

Literal and figurative meanings of words and images, as well as of actions, are familiar aspects to us from our experience with reading fiction and also from the way we use words in everyday life. These elements can be the starting point for our becoming familiar with the haiku poem. It is known as a poem originating in Japan, in the sixteenth-seventeenth centuries. However, it is not impossible for us Western culture members to understand some of these poems even without a deep background in these types of poems. We can, in some cases, rely on our intuitive psychology, on our free associations (Freud, 2016), and on our intuitive way of understanding what is not told to us directly, like in any everyday life conversation. The haiku poem, function of its type, can be more accessible to us than we may expect. We can start from the language it uses, which is colloquial, everyday life language, without the usual figures of style we are familiar with from Western lyrical poems.

1.1. Theoretical Framework

Even the Zen Buddhist mindset (Duval, 1991), in its simplified version, can be accessible to us, as we feel that it expresses relatable experiences and reflections: the world we live in is always in a state of change. Everything is transient, ephemeral. We are going to lose everything. The only thing we have is the present moment. The haiku poem allows us to practice a heightened sense of awareness of the present moment and present surroundings.

Next to this mindset, we can include reader-response criticism, since it shows how readers are actively involved in the process of understanding the meaning of the text, which in our case is that of a haiku poem. According to reader response criticism, readers have emotional reactions to the texts they read, and they also rely on their background knowledge in order to interpret the texts they read (Mart, 2019).

2. METHOD

The haiku poem chosen for analysis in this paper is the following one: "melting snow/ first freckles/ on her face" by Vladislav Hristov, from Plovdiv, Bulgaria, which was published in The Mainichi Japan on April 1, 2026, and selected by Dhugal J. Lindsay.

We can identify a juxtaposition (Gilli, 2001), since this poem is based on two images: that of the melting snow and that of the first freckles on a girl's face. The images are both different and able to be considered related to each other. Readers may start from the literal meaning and then move on to the figurative meaning, based on the image of the snow melting. The snow melting can be considered to reflect the emotional mood of a person interacting with a girl who is very cute with her first freckles on her face. The snow melting can be considered a means of showing how the emotional mood of the person looking at the girl changes. Readers understand that the person with the first freckles could be a very pretty and cute young girl. She could be a child or even a young lady. At the same time, she could also behave nicely and warmly towards the person interacting with her.

There are moments when we feel drawn towards certain persons and moments when we feel very much impressed by them. The haiku poem by Hristov (2026) captures such a moment and experience.

We see how an image from the natural world becomes a pretext to suggest an experience belonging to the human world. The visual image of the snow melting becomes a figurative means of suggesting emotional warmth. When we feel affection towards someone else, we feel that the entire external world changes before us. We have an entirely different perspective on the whole world.

We see in this poem by Hristov (2026) how the haiku poem functions by choosing words and images which have a strong power of allusion and which can prompt free associations on the part of readers.

From the Zen Buddhist mindset related to the haiku poem, we see in the haiku poem selected for analysis in this paper a strong emphasis on the present moment. The present continuous is used in the image of the melting snow, to the extent that we see the change in the person interacting with the girl with freckles right before our eyes.

Free associations and imagination help readers understand the meaning of this poem.

3. RESULTS

The haiku poem by Hristov (2026) presents readers with a familiar experience: that of changing their emotional reactions based on the interaction with another person. We are well familiar with indirect communication that is specific to Asian cultures, but which is also a component of any polite communication. Indirect communication, in this poem, is achieved based on the use of a visual image belonging to the natural world to suggest an emotional state and on the facial expression and look of the girl with freckles. While the facial expression is not mentioned, readers can imagine it is a cute one.

4. CONCLUSION, DISCUSSION, AND RECOMMENDATIONS

The analysis of the haiku poem by Hristov (2026) has offered an example of how the haiku poem works and how it can be decoded by readers. They need to fill in the blanks with the missing details in order to make the picture whole, and to consider the additional meanings that can be suggested by the selected images in the poem.

While the haiku poem relies strongly on visual images, these images further suggest abstract ideas, which can be further developed by the readers.

REFERENCES

- Duval, C. A. (1991). Reflections on Zen Art. 文教大学国際学部紀要, 1, 23-30.
- Freud, S. (2016). Introductory lectures on psycho-analysis. In *Myths and mythologies* (pp. 158-166). Routledge.
- Gilli, F. (2001). The power of juxtaposition. *New Zealand Poetry Society*, <http://www.poetrysociety.org.nz/juxtaposition>
- Hristov, V. (2026). Haiku in English: April 1, 2026. Mainichi Japan. <https://mainichi.jp/english/articles/20260330/p2g/00m/0su/003000c>
- Mart, C. T. (2019). Reader-response theory and literature discussions: A Springboard for exploring literary texts. *The New Educational Review*, 56, 78-87.

THE IMPACT OF ART ON EMOTIONAL AND SOCIAL DEVELOPMENT

MSC. Armanda Xhani Baça

Durres

Abstract

Art plays a fundamental role in the emotional and social development of children, directly influencing how they understand themselves and interact with others. This study aims to analyze the impact of artistic activities on the development of emotional and social skills, particularly in primary education, where the foundations of personality and interpersonal relationships begin to take shape.

Through participation in activities such as drawing, painting, music, drama, and handicrafts, children develop the ability to express their feelings, thoughts, and experiences in a creative way. Art creates a safe space where students can explore their emotions without fear of judgment, helping to build self-confidence and emotional awareness. In this context, art education serves as a powerful tool for the development of emotional intelligence, enabling children to recognize, manage, and express their emotions in a healthy manner.

From a social perspective, artistic activities are often carried out in groups, encouraging collaboration, communication, and respect for others. Children learn to listen to their peers' ideas, share their own, and work together toward a common goal. This experience contributes to the development of social skills such as empathy, tolerance, and social responsibility. Furthermore, art helps create a positive classroom climate, reducing conflicts and strengthening the sense of belonging within the group.

The study is based on theoretical analysis and contemporary pedagogical practices, which emphasize the importance of integrating art into the learning process as an essential component of students' overall development. The findings indicate that students who regularly engage in artistic activities demonstrate higher levels of emotional awareness and stronger social skills compared to those with limited exposure to art.

In conclusion, art should not be viewed merely as a supplementary subject, but as a key element in holistic education. Its consistent integration into the curriculum positively affects emotional and social development, preparing more balanced, creative individuals capable of thriving in society.

Keywords: art, emotional development, social development, art education, children, emotional intelligence, collaboration, empathy, primary education.

OPTIMIZATION OF HALAL PRODUCT SUPPLY CHAIN MANAGEMENT USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR COST EFFICIENCY AND SHARIA COMPLIANCE

Afan Rifan Hakim

Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Accounting, Central Java, Indonesia

afan.rifan.hakim25100@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

This study aims to develop an Artificial Intelligence (AI)-based optimization framework for halal product Supply Chain Management (SCM) to improve cost efficiency while ensuring full compliance with Sharia principles. The increasing complexity of global halal supply chains often creates challenges related to traceability, risk of contamination, certification consistency, and inefficient logistics management. These challenges may weaken financial accountability and Sharia compliance if not systematically addressed. Therefore, this research seeks to integrate AI-driven analytics with Sharia accounting principles to strengthen transparency, governance, and operational efficiency across procurement, production, warehousing, and distribution activities within halal supply chains. This research employs a literature review methodology by systematically examining academic journals, regulatory standards, industry reports, and prior studies related to halal supply chain management, Sharia accounting, and AI applications in logistics and cost optimization. The study analyzes conceptual frameworks, governance mechanisms, and technological models to construct an integrated AI-based optimization design that aligns operational decision-making with halal assurance systems, segregation controls, and cost efficiency strategies. The findings indicate that AI technologies, including machine learning-based demand forecasting, predictive risk analytics, blockchain-enabled traceability, and intelligent routing systems, significantly enhance supply chain performance while maintaining halal integrity. AI improves real-time monitoring, reduces waste and operational redundancies, strengthens segregation between halal and non-halal products, and increases auditability in accordance with Sharia accounting standards. Furthermore, AI-driven systems support proactive compliance monitoring and minimize the risk of Sharia violations, thereby reinforcing stakeholder trust and financial transparency. In conclusion, this study proposes a comprehensive interdisciplinary framework that integrates AI optimization models with Sharia-based supply chain governance. The framework offers strategic implications for industry practitioners, regulators, and Sharia auditors in building sustainable, transparent, and cost-efficient halal ecosystems in global markets.

Keywords: halal supply chain, artificial intelligence, Sharia accounting, cost efficiency, compliance.

ANALYSIS OF THE IMPACT OF RISING PRODUCTION COSTS ON PROFIT MARGINS IN MICRO, SMALL, AND MEDIUM ENTERPRISES (MSMES)

¹ Suryani, ² Julia Fitriyani, ³ Laelatunisa, ⁴ Zulfa Nur Aini, ⁵ Diah Ayu Sakinah

Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Accounting, Central Java, Indonesia

suryani25131@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

This study examines the impact of rising production costs on profit margins in Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs), with a particular focus on how cost pressures influence financial sustainability and pricing strategies, while also exploring the relevance of Sharia accounting principles and the potential role of Artificial Intelligence in improving cost efficiency and decision-making. This research applies a qualitative approach using a literature review method by analyzing academic journals, books, and official reports related to cost accounting, MSME financial management, Sharia accounting, and Artificial Intelligence applications, which are systematically reviewed and synthesized to identify patterns and theoretical insights. The findings indicate that rising production costs significantly reduce profit margins, especially for MSMEs with limited financial flexibility, as increased raw material costs directly affect production expenses and force businesses to adjust their pricing strategies, although gradual price adjustments and effective cost control can help maintain profitability. Furthermore, the study finds that the application of Sharia accounting principles supports fairness, transparency, and ethical financial management, while Artificial Intelligence demonstrates strong potential in assisting MSMEs through cost optimization, expense forecasting, and operational efficiency improvements. This study implies that adaptive financial strategies are essential for MSMEs in responding to cost increases, and that integrating Sharia-based accounting practices with AI-driven tools can enhance decision-making, ensure ethical compliance, and support long-term sustainability. This research offers originality by integrating cost analysis, Sharia accounting, and Artificial Intelligence within the MSME context, providing a multidisciplinary perspective that remains limited in existing literature.

Keywords: production cost, profit margin, MSMEs, Sharia accounting, artificial intelligence

GREEN INSECTICIDE DISCOVERY: EXPERIMENTAL AND COMPUTATIONAL STUDY OF SALVIA OFFICINALIS ESSENTIAL OIL

Dr. Safaa Rhaimi 1/ Aicha Rossafi 2/ Hassna Ieknizi 3

1 Laboratory of Natural Resources and sustainable development, Faculty of Science, Ibn Tofail University, safaa.rhaimi@uit.ac.ma, Orcid id : 0000-0002-4707-6569

2 Laboratory of Natural Resources and sustainable development, Faculty of Science, Ibn Tofail University,

3 Laboratory of Plant Animal and agro-industrial production, Faculty of Science, Ibn Tofail University,

Abstract

The demand for eco-friendly alternatives to synthetic insecticides has increased interest in plant-derived essential oils. This study evaluates the fumigant toxicity of *Salvia officinalis* essential oil against two major stored-product pests, *Sitophilus oryzae* and *Rhyzopertha dominica*, and explores its mechanism of action through *in silico* analysis.

Different doses (0, 1, 5, 10, and 20 $\mu\text{L/L}$ of air) were tested. A mortality rate of 100% was achieved at 10 $\mu\text{L/L}$ after 36 h of exposure for *S. oryzae* and 24 h for *R. dominica*. LC_{50} values were 6.02 $\mu\text{L/L}$ and 2.51 $\mu\text{L/L}$, respectively, and LC_{95} values reached 12.61 $\mu\text{L/L}$ and 5.45 $\mu\text{L/L}$.

In silico analysis identified ledol as a key bioactive compound, showing strong binding affinity toward major insect neurological targets, including acetylcholinesterase (AChE), γ -aminobutyric acid (GABA) receptor, and ryanodine receptor.

These results demonstrate the potent insecticidal activity of *S. officinalis* essential oil and support its potential as a natural bioinsecticide.

Keywords: *Salvia officinalis*; essential oil; insecticidal activity; fumigant toxicity; *in silico* analysis; LC_{50} ; bioinsecticide

MODELING VIRTUAL EDUCATIONAL ENVIRONMENTS USING BDI AGENTS

Mouhsine Rhaimi 1/ Pr. Rochdi MESSOUSSI 2/ Dr. Safaa Rhaimi 3

1 Laboratory of SETIME, Faculty of Science, Ibn Tofail University, Mouhsine.rhaimi@gmail.com,

2 Laboratory Head, Laboratory of SETIME, Faculty of Science, Ibn Tofail University,

3 Laboratory of Natural Resources and sustainable development, Faculty of Science, Ibn Tofail University, safaa.rhaimi@uit.ac.ma, Orcid id : 0000-0002-4707-6569

Abstract

The dynamics of learner communities play a crucial role in shaping collaborative learning and educational outcomes.

This study introduces a virtual student community model based on the Belief-Desire-Intention (BDI) framework, where each learner is represented as an autonomous agent with beliefs, desires, and intentions. The model simulates interactions among students, decision-making processes, and engagement in collaborative tasks, allowing the observation of emergent behaviors within the community.

Experiments explore how variations in agent characteristics and community structures influence knowledge sharing, participation, and problem-solving effectiveness.

Results show that certain configurations enhance cooperative behavior and engagement, while others may hinder information exchange and learning outcomes. This approach provides a flexible tool for educators and researchers to study learner interactions in online and hybrid environments, offering insights into designing more effective and adaptive educational systems.

The findings highlight the potential of agent-based modeling to inform strategies for fostering productive learner communities and optimizing collaborative learning experiences.

Keywords: BDI agents; virtual learning communities; agent-based modeling; collaborative learning; educational simulation.

PHYTOCHEMICAL PROFILE AND ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF SALVIA OFFICINALIS ESSENTIAL OIL

Dr. Safaa Rhaimi 1/ Fatima El hilah2/ Soukaina Njili3/ Aicha Rossafi4

1 Laboratory of Natural Resources and sustainable development, Faculty of Science, Ibn Tofail University, safaa.rhaimi@uit.ac.ma, Orcid id : 0000-0002-4707-6569

2 Botanique, Biotechnologies et Protection des Plantes, Faculty of Sciences. B.P 242. Kenitra, Morocco.

3 Laboratory of Natural Resources and sustainable development, Faculty of Science, Ibn Tofail University, Morocco

4 Laboratory of Natural Resources and sustainable development, Faculty of Science, Ibn Tofail University, Morocco

Abstract

Salvia officinalis has long been recognized for its medicinal properties and continues to be widely used in pharmaceutical, cosmetic, and food industries. This study aimed to investigate the chemical composition and evaluate the antibacterial activity of *S. officinalis* essential oil.

Gas chromatography–mass spectrometry (GC–MS) analysis revealed that the main constituents were camphor (19.72%), eucalyptol (15.64%), α -thujone (15.05%), β -thujone (9.74%), ledol (7.27%), and isoterpinolene (3.24%).

The antibacterial activity was assessed against four bacterial strains and compared with ceftriaxone. All tested bacteria exhibited resistance to ceftriaxone, whereas the essential oil demonstrated notable inhibitory activity, with minimum inhibitory concentration (MIC) values ranging from 1/100 to 1/500 and a minimum bactericidal concentration (MBC) of 1/100.

These findings highlight the potential of *S. officinalis* essential oil as a natural antibacterial agent of health relevance, particularly in the context of antibiotic resistance.

Keywords: *Salvia officinalis*; essential oil; chemical composition; antibacterial activity; antibiotic resistance; MIC; MBC

USE OF WIRELESS SENSORS IN POULTRY FARMING THROUGH CHICKEN RINGING

Dr.Bratislav Pešić, prof

Toplicka Academy of Vocational Studies, Department for Agricultural Food Studies, Prokuplje

batta.pesic@gmail.com, 00381631218022

Dr.Nikola Stolić, prof

Toplicka Academy of Vocational Studies, Department for Agricultural Food Studies, Prokuplje

nikola.stolic@gmail.com, 0038163669410

Abstract

Poultry farming is one of the key segments of agriculture and the food industry, but in recent years it has faced numerous challenges, from rising costs of feed and energy to changes in demand and increasingly strict regulations. In every developed country, poultry production represents the backbone of animal husbandry development, and the results of its production represent significant income, viewed through economic prosperity that is inextricably linked to technological progress and new technical solutions. The use of smart systems, automation to control parameters of nutrition, care, health status, microclimatic conditions and behavior of chickens on poultry farms, is necessary in intensive poultry farming, in order to increase the economic index of farm utilization. This work is focused on finding a solution for intelligent sensors embedded in rings that are attached to one leg of a chicken. Poultry ringing is a scientific method based on individual marking of individuals and collecting findings about them. Poultry is ringed with plastic rings and on this occasion hybrid, age, weight, feathering and development are uploaded before the poultry is released. A chip (wireless sensor) is embedded in the ring, which would be used to monitor the behavior of the chickens, ambient conditions, feeding conditions, production results and health status of the chickens. Early detection of poor environmental conditions, health disorders and problems in the amount of food consumption can significantly affect the economic results of the farm and animal welfare.

Keywords: sensors, chickens, farm, technological development.

TAVUK HALKALAMA YÖNTEMIYLE KANATLI HAYVAN YETİŞTİRİCİLİĞİNDE KABLOSUZ SENSÖRLERİN KULLANIMI

Özet

Kanatlı hayvan yetiştiriciliği, tarım ve gıda endüstrisinin kilit sektörlerinden biridir, ancak son yıllarda yem ve enerji maliyetlerindeki artıştan talep değişikliklerine ve giderek daha katılaşan düzenlemelere kadar birçok zorlukla karşı karşıya kalmıştır. Her gelişmiş ülkede, kanatlı hayvan üretimi hayvancılık gelişiminin omurgasını temsil eder ve üretim sonuçları, teknolojik ilerleme ve yeni teknik çözümlerle ayrılmaz bir şekilde bağlantılı olan ekonomik refah yoluyla önemli bir gelir kaynağıdır. Yoğun kanatlı hayvan yetiştiriciliğinde, çiftlik kullanımının ekonomik endeksini artırmak için, kanatlı hayvan çiftliklerinde tavukların beslenmesi, bakımı, sağlık durumu, mikroiklim koşulları ve davranışları gibi parametrelerin kontrolü için akıllı sistemlerin ve otomasyonun kullanılması gereklidir. Bu çalışma, bir tavuğun bacağına takılan halkalara yerleştirilmiş akıllı sensörler için bir çözüm bulmaya odaklanmıştır. Kanatlı halkalama, bireylerin bireysel olarak işaretlenmesine ve bunlar hakkında bulguların toplanmasına dayanan bilimsel bir yöntemdir. Tavuklar plastik halkalarla çevrelenir ve bu işlem sırasında tavuklar serbest bırakılmadan önce melez, yaş, ağırlık, tüy yapısı ve gelişim bilgileri yüklenir. Halkaya, tavukların davranışlarını, ortam koşullarını, beslenme koşullarını, üretim sonuçlarını ve sağlık durumlarını izlemek için kullanılacak bir çip (kablosuz sensör) yerleştirilir. Kötü çevre koşullarının, sağlık sorunlarının ve yem tüketimindeki sorunların erken tespiti, çiftliğin ekonomik sonuçlarını ve hayvan refahını önemli ölçüde etkileyebilir.

Anahtar kelimeler: sensörler, tavuklar, çiftlik, teknolojik gelişme.

VALORIZATION OF BRICK MASONRY WASTE IN ECO-FRIENDLY MICRO-CONCRETE: PHYSICAL AND MECHANICAL CHARACTERIZATION

Nadia TEBBAL¹, ¹ Institute of technical urban management, university of M'sila Algeria, ^{1*}
Geomaterials development laboratory, M'sila university, M'sila (28000), Algeria. Email:

nadia.tebbal@univ-msila.dz

Mekki Maza², Geomaterials development laboratory, civil engineering department, faculty of technology,
M'sila university, M'sila (28000), Algeria. Email: mekki.maza@univ-msila.dz

Zine El Abidine RAHMOUNI², Geomaterials development laboratory, civil engineering department,
faculty of technology, M'sila university, M'sila (28000), Algeria. zineelabidine.rehmouni@univ-msila.dz

Messaouda BELOUADAH², Geomaterials development laboratory, civil engineering department, faculty
of technology, M'sila university, M'sila (28000), Algeria. Email: messaouda.belouadah@univ-msila.dz

Sihame AIT YAHIA⁵, Department of Civil Engineering, University M'Hamed Bougara of Boumerdes ,
Algeria. Email: s.aityahia@univ-boumerdes.dz

Zoubir DJENDI⁴, Email: zoubir.djendi@gmail.com

Abstract

The transition toward a circular economy in the construction sector requires the development of innovative materials using recycled resources. This research evaluates the performance of an "eco-concrete" formulated with crushed brick waste and limestone-based cement. The experimental approach analyzes the correlation between the density reduction and the compressive strength loss.

Laboratory tests demonstrate that incorporating brick aggregates significantly improves the sustainability profile of the material while maintaining a compressive strength above 40 MPa at 28 days. This performance confirms that recycled brick concrete is suitable for structural applications. The findings suggest that optimizing the water-to-cement ratio and the substitution rate can mitigate the high absorption of brick particles, leading to a high-quality, lightweight, and low-carbon construction material.

Keywords : Circular economy, Brick waste, Mechanical performance, Eco-concrete, Sustainable construction.

MECHANICAL AND THERMAL PROPERTIES OF RUBBERIZED CONCRETE: VALORIZATION OF WASTE TIRES IN CEMENTITIOUS MATERIALS

Nadia TEBBAL^{1, 1*} Institute of technical urban management, university of M'sila Algeria, ^{1*} Geomaterials development laboratory, M'sila university, M'sila (28000), Algeria. Email:

nadia.tebbal@univ-msila.dz

Mekki Maza², Geomaterials development laboratory, civil engineering department, faculty of technology, M'sila university, M'sila (28000), Algeria. Email: mekki.maza@univ-msila.dz

Zine El Abidine RAHMOUNI², Geomaterials development laboratory, civil engineering department, faculty of technology, M'sila university, M'sila (28000), Algeria. zineelabidine.rehmouni@univ-msila.dz

Messaouda BELOUADAH², Geomaterials development laboratory, civil engineering department, faculty of technology, M'sila university, M'sila (28000), Algeria. Email: messaouda.belouadah@univ-msila.dz

Sihame AIT YAHIA⁵, Department of Civil Engineering, University M'Hamed Bougara of Boumerdes , Algeria. Email: s.aityahia@univ-boumerdes.dz

Zoubir DJENDI⁴, Email: zoubir.djendi@gmail.com

Abstract

The accumulation of waste tires represents a significant environmental challenge, leading to the development of "Rubberized Concrete" as a sustainable recycling alternative. This study examines the influence of replacing natural aggregates with crumb rubber particles at various substitution rates.

Experimental results typically show that the inclusion of rubber particles leads to a reduction in compressive strength and ultrasonic pulse velocity due to the low stiffness of rubber and the weak interfacial transition zone between the rubber and the cement paste. However, this material exhibits enhanced properties such as improved ductility, higher impact resistance, and superior acoustic and thermal insulation compared to conventional concrete. Furthermore, rubberized concrete demonstrates a significant reduction in unit weight, making it an ideal candidate for non-structural applications, such as lightweight partitions, road barriers, and vibration-damping structures. The study suggests that chemical pre-treatments of the rubber particles can further enhance the bond strength and overall durability of the composite

Keywords : Waste tires, Crumb rubber, Rubberized concrete, Ductility, Thermal insulation, Sustainable construction.

REFORMING HIGHER EDUCATION THROUGH THE REVITALIZATION OF NATIONAL EDUCATION POLICY (NEP) 2020

K.R.Padma

Assistant Professor, Department of Biotechnology, Sri Padmavati Mahila Visvavidyalayam (Women's University), Tirupati, AP. email id: thulasipadi@gmail.com (Corresponding author)

Mobile No: 8897146167 Orcid no: 0000-0002-6783-3248

Abstract

The literacy rate in India has shown significant improvement over the past decade; however, the infrastructure and quality of higher education still require substantial transformation. The National Education Policy (NEP) 2020, introduced on July 29, 2020, presents a comprehensive vision to revamp the Indian education system. It emphasizes a shift from traditional content-based learning to a more holistic, student-centered, and multidisciplinary approach. Key contributors in the educational reform landscape, including leadership from the National Accreditation Board for Education and Training (NABET), highlight the importance of preparing future generations to thrive in a rapidly evolving digital era. NEP 2020 aims to redesign higher education by fostering critical thinking, innovation, and research-oriented learning. One of its major initiatives includes the establishment of Multidisciplinary Education and Research Universities (MERUs), envisioned as institutions comparable to globally recognized standards. The policy seeks to re-energize the education system by strengthening research ecosystems, enhancing institutional quality, and promoting flexibility in learning pathways. This paper provides a comprehensive overview of NEP 2020, focusing on its role in reforming higher education, the challenges faced during implementation, and strategic approaches to overcome these barriers in order to achieve high-quality and inclusive education.

Key words: National Education Policy (NEP) 2020, National Accreditation Board for Education and Training (NABET), Multidisciplinary Education and Research Universities (MERU), Educational system, reforms higher educational system

STUDENT CONSUMPTION BEHAVIOR IN SELECTING ENVIRONMENTALLY FRIENDLY PRODUCTS

ITA IDZİL QURBA, CHUSNUL AULIA HADI, AFWA ZANUBA

Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Accounting, Central Java, Indonesia

itaidzil.q@gmail.com

Abstract

This study aims to analyze student consumption behavior in selecting environmentally friendly products, specifically viewed through the lens of *maslahah* (public interest) and ethical consumption. As the younger generation becomes more environmentally conscious, understanding the factors that drive their purchasing decisions is crucial for sustainable economic development. The research employs a qualitative descriptive method, gathering data through surveys and interviews with university students to identify the correlation between environmental awareness and actual buying habits. The findings indicate that while a majority of students possess high environmental literacy and recognize the spiritual obligation to preserve the Earth (*amanah*), their actual consumption behavior is often constrained by practical factors such as price sensitivity, product accessibility, and the lack of transparent information regarding "green" claims. However, when students perceive a product as providing long-term benefits for both the individual and the environment consistent with the concept of *maslahah* they are more likely to prioritize it despite a higher price point. The study concludes that fostering a culture of sustainable consumption among students requires more than just environmental education; it necessitates an economic ecosystem that makes eco-friendly choices affordable and ethically transparent. These results provide insights for green entrepreneurs to align their marketing strategies with ethical and sustainable values that resonate with the academic community.

Keywords: Consumption Behavior, Eco-Friendly Products, Students, Maslahah, Sustainability.

THE IMPACT OF ONLINE LEARNING ON THE QUALITY OF EDUCATION IN INDONESIA

Lafita Atiyani¹, Eka Fairus Sabila², Safira Tria Pramudya³, Intan Aulya Nadzhifah⁴, Athi'ul Aulia⁵

Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Accounting, Central Java, Indonesia

lafita.atiyani25027@mhs.uingusdur.ac.id¹, eka.fairus.sabila25036@mhs.uingusdur.ac.id²,
safira.tria.pramudya25002@mhs.uingusdur.ac.id³, intan.aulya.nadzhifah25012@mhs.uingusdur.ac.id⁴,
athiul.aulia25032@mhs.uingusdur.ac.id⁵

Abstract

This study aims to examine the impact of online learning on the quality of education in Indonesia, particularly in the context of accessibility, learning effectiveness, and student engagement. It also seeks to analyze how digital transformation in education aligns with principles of efficiency, equity, and accountability, which are closely related to Islamic accounting perspectives on value creation and social responsibility. This research employs a qualitative approach through a literature study by reviewing relevant academic journals, books, and official reports related to online learning and educational quality in Indonesia. The study synthesizes prior findings to identify patterns, challenges, and opportunities associated with the implementation of online education during and after the digital transition period. The findings indicate that online learning has both positive and negative impacts on educational quality. On the positive side, it increases access to education, promotes flexibility, and enhances digital literacy among students and educators. However, challenges such as unequal internet access, limited technological infrastructure, and reduced interaction between teachers and students negatively affect learning outcomes. The study also finds that the effectiveness of online learning largely depends on institutional readiness, teaching strategies, and student motivation. The results suggest that policymakers and educational institutions need to improve digital infrastructure, provide training for educators, and ensure equitable access to technology. From a broader perspective, integrating ethical values such as fairness, transparency, and accountability can enhance the sustainability of online education systems in Indonesia. This study offers a unique perspective by linking the evaluation of online learning quality with principles relevant to accountability and value-based systems, providing a more holistic understanding of educational transformation in Indonesia.

Keywords: online learning, education quality, digital transformation, Indonesia, accessibility

STRENGTHENING CHILD PROTECTION IN TRANSITIONAL SOCIETIES: SOCIAL WORK PRACTICE IN ALBANIA, KOSOVO, AND THE BALKAN REGION

Phd. Sabina Belshaku

Department of Social Science and Civic Education , Faculty of Educational Sciences,
University of Elbasan “Aleksandër Xhuvani”, Albania
sabina.belshaku@uniel.edu.al

Phd . Alisa Biçoku

Department of Social Science and Civic Education , Faculty of Educational Sciences,
University of Elbasan “Aleksandër Xhuvani”, Albania
alisa.bicoku@uniel.edu.al

Asso.prof. Lindita Dyrmishi

Department of Psychology, Faculty of Educational Sciences,
University of Elbasan “Aleksandër Xhuvani”, Albania
lindita .dyrmishi@uniel.edu.al

Abstract

Child protection remains a pressing concern in Albania, Kosovo, and the broader Balkan region, where ongoing socio-economic transitions and institutional challenges continue to affect the well-being of children. Despite significant legal and policy advancements aligned with international standards, many children remain exposed to risks such as abuse, neglect, exploitation, poverty, and the consequences of migration. This paper explores the role of social workers in strengthening child protection systems within these contexts, focusing on both structural limitations and practical interventions.

The study adopts a mixed-methods approach, combining quantitative data collected from social workers and service users with qualitative insights from in-depth interviews and institutional analysis. The findings reveal that while important progress has been made in establishing child protection mechanisms, including decentralized services and case management structures, persistent challenges remain. These include limited resources, high caseloads, insufficient inter-institutional coordination, and gaps in professional training.

The paper further highlights the impact of socio-cultural factors, such as stigma and traditional norms, which often hinder reporting and intervention in child protection cases. In addition, migration patterns and economic instability are identified as key drivers of child vulnerability in the region. The study argues that effective child protection requires a holistic, rights-based, and child-centered approach, supported by strong institutional frameworks and continuous professional development.

By integrating theoretical perspectives with empirical findings, this paper provides practical recommendations aimed at improving the effectiveness of social work practice and enhancing the protection of children in Albania, Kosovo, and similar transitional contexts.

Keywords: *Child protection; social work; Albania; Kosovo; Balkan region; vulnerable children; social services; child rights; case management; family support; migration; social policy*

1. Introduction

Child protection has become one of the most critical areas of social work practice in Southeast Europe, particularly in Albania, Kosovo, and the wider Balkan region. Children represent one of the most vulnerable groups in society, often exposed to multiple and overlapping risks such as poverty, neglect, abuse, exploitation, and social exclusion. In transitional societies characterized by ongoing socio-economic and institutional transformations, these risks are further intensified, requiring comprehensive and well-coordinated responses from social protection systems.

Over the past three decades, Albania and Kosovo have undergone significant political, economic, and social changes following the collapse of centralized systems and the transition toward democratic governance and market-oriented economies. While these transformations have created opportunities for development and integration into European structures, they have also generated new social challenges, including increased inequality, migration, unemployment, and weakening of traditional family support systems. As a result, many children face unstable living conditions, limited access to quality services, and heightened exposure to harm.

In this context, the role of social work in child protection has expanded considerably. Social workers are positioned at the frontline of identifying, assessing, and responding to risks affecting children. Their responsibilities include case management, family support, crisis intervention, and coordination with other institutions such as schools, healthcare services, law enforcement, and judicial systems. In Albania, the establishment of child protection units at the municipal level has marked an important step toward decentralizing and strengthening services. Similarly, in Kosovo, the development of Centers for Social Work has played a central role in delivering child protection services, although challenges in capacity and resources persist.

Despite these institutional developments, significant gaps remain in the effectiveness and accessibility of child protection systems across the region. Limited financial resources, insufficient professional training, high caseloads, and weak inter-institutional cooperation often hinder the ability of social workers to provide timely and adequate support. Furthermore, cultural norms and social stigma related to issues such as domestic violence and child neglect can discourage reporting and intervention, leaving many cases unaddressed.

Another important challenge is the impact of migration and mobility, which has profoundly affected family structures in Albania and Kosovo. Parental migration, both internal and international, has led to an increase in children left behind, often in the care of extended family members or without adequate supervision. These children are at greater risk of emotional distress, educational difficulties, and exploitation. Additionally, economic hardship continues to be a major driver of child vulnerability, particularly in rural and marginalized communities.

Contemporary approaches to child protection emphasize the importance of a holistic, child-centered, and rights-based framework. This perspective aligns with international standards such as the United Nations Convention on the Rights of the Child, which underscores the responsibility of states to ensure the safety, development, and participation of every child. In practice, this requires not only reactive interventions in cases of abuse or neglect but also preventive measures that address the root causes of vulnerability.

Within this framework, social workers play a pivotal role as advocates, mediators, and facilitators of change. They are tasked with balancing the protection of children with the preservation of family integrity, often working in complex and ethically challenging situations. Their effectiveness depends on a combination of professional skills, institutional support, and the broader policy environment in which they operate.

Given these dynamics, there is a growing need to critically examine how child protection systems function in Albania, Kosovo, and the broader region, and how the role of social workers can be strengthened to meet current and emerging challenges. This paper seeks to contribute to this discussion by analyzing the realities of social work practice in child protection, identifying key barriers and opportunities, and proposing strategies for improving outcomes for vulnerable children.

2. Aim of the Study

The primary aim of this study is to critically examine the effectiveness and challenges of child protection systems in Albania and Kosovo, with a particular focus on the role of social workers in responding to complex and multidimensional risks affecting vulnerable children. The study seeks to analyze how social work practice operates within transitional socio-economic and institutional contexts, and how it contributes to safeguarding children's rights, promoting their well-being, and strengthening family and community resilience.

Furthermore, the research aims to explore the extent to which existing child protection mechanisms align with international standards and to identify gaps between policy frameworks and practical implementation. By doing so, the study intends to generate evidence-based insights that can inform policy development, improve service delivery, and enhance professional practice in the field of child protection.

3. Objectives

The specific objectives of this study are:

- To analyze the structure and functioning of child protection systems in Albania and Kosovo within a regional context
- To examine the impact of socio-economic factors such as poverty, migration, and social exclusion on child vulnerability
- To explore the roles, responsibilities, and challenges faced by social workers in child protection practice

- To assess the effectiveness of current intervention strategies, including case management and family support programs
- To evaluate the level of inter-institutional cooperation among key stakeholders involved in child protection
- To identify gaps between legal frameworks and their implementation in practice
- To propose practical and policy-oriented recommendations for strengthening child protection systems

4. Research Questions

This study is guided by the following research questions:

1. How are child protection systems structured and implemented in Albania and Kosovo?
2. What are the main risk factors contributing to child vulnerability in these contexts?
3. How do social workers perceive and perform their roles within child protection systems?
4. What challenges do social workers face in managing complex child protection cases?
5. How effective are current intervention strategies in addressing the needs of vulnerable children?
6. To what extent does inter-institutional cooperation influence child protection outcomes?
7. What improvements are needed to enhance the effectiveness and sustainability of child protection systems?

5. Theoretical Framework

The theoretical framework of this study integrates multiple perspectives that provide a comprehensive understanding of child protection within the context of social work practice in transitional societies such as Albania and Kosovo. These theories not only guide the analysis but also inform the interpretation of empirical findings.

5.1 Ecological Systems Theory

Ecological systems theory, developed by Bronfenbrenner (1979), serves as a foundational framework for understanding child development and protection. This theory conceptualizes the child as embedded within a set of interconnected systems: the microsystem (family, school), mesosystem (interactions between immediate environments), exosystem (institutional structures), and macrosystem (cultural and societal norms).

In the context of Albania and Kosovo, this framework is particularly relevant as it highlights how broader socio-economic conditions—such as poverty, migration, and institutional capacity—directly and indirectly influence children's well-being. It also emphasizes the need for coordinated interventions across multiple levels, rather than isolated actions.

5.2 Rights-Based Approach to Child Protection

The rights-based approach is grounded in the principles of the United Nations Convention on the Rights of the Child (1989), which recognizes children as active holders of rights rather than passive recipients of care. This framework emphasizes four core principles: non-discrimination, the best interests of the child, the right to survival and development, and the right to participation.

In Albania and Kosovo, the adoption of this approach has influenced the development of legal and policy frameworks. However, challenges remain in translating these principles into practice, particularly in ensuring children's participation in decision-making processes and equal access to services across different regions.

5.3 Trauma-Informed Practice

Trauma-informed practice is essential in child protection, as many children exposed to abuse, neglect, or family separation experience psychological trauma. This approach emphasizes understanding the impact of trauma on behavior and development, and adapting interventions to avoid re-traumatization.

For social workers in the Balkan context, this perspective is crucial when working with children affected by domestic violence, migration-related separation, or economic hardship. It requires sensitivity, specialized training, and access to mental health services, which are often limited in the region.

5.4 Strengths-Based and Family-Centered Approach

The strengths-based approach shifts the focus from deficits and problems to capacities, resilience, and potential within individuals and families. When combined with a family-centered perspective, it promotes the idea that families, even in difficult circumstances, can be supported to provide safe and nurturing environments for children.

In Albania and Kosovo, where family structures and extended kinship networks remain significant, this approach is particularly relevant. It allows social workers to build on existing support systems while addressing risk factors in a culturally sensitive manner.

5.5 Social Justice and Anti-Oppressive Practice

Social work is inherently linked to the promotion of social justice. Anti-oppressive practice focuses on identifying and challenging structural inequalities and discrimination that contribute to vulnerability.

In the regional context, marginalized groups such as children from rural areas, minority communities, or economically disadvantaged families often face systemic barriers in accessing services. This framework encourages social workers to advocate for equitable policies and inclusive practices.

5.6 Integration of Theoretical Perspectives

Rather than relying on a single theoretical model, this study adopts an integrative approach, combining ecological, rights-based, trauma-informed, and strengths-based perspectives. This multidimensional framework

reflects the complexity of child protection and provides a more comprehensive basis for understanding both risks and interventions.

Such an integrated approach is particularly important in transitional societies, where social problems are deeply interconnected and require coordinated, context-sensitive responses.

6. Methodology

6.1 Research Design

This study employs a mixed-methods research design, integrating both quantitative and qualitative approaches to provide a comprehensive understanding of child protection systems in Albania and Kosovo. Mixed-methods research is particularly appropriate for complex social phenomena, as it allows for the triangulation of data and a deeper exploration of both measurable trends and lived experiences (Creswell, 2014).

6.2 Study Area

The research was conducted in selected municipalities in Albania and Kosovo, representing both urban and rural contexts. This selection enables the analysis of variations in service delivery, access to resources, and socio-economic conditions, which are known to influence child protection outcomes (UNICEF, 2020).

6.3 Sample

The study sample consists of:

- 80 social workers employed in Child Protection Units and Centers for Social Work
- 40 parents or guardians involved in child protection cases
- 30 children and young people, included through ethically safeguarded procedures

This diverse sample allows for a multi-perspective analysis of the child protection system, incorporating both professional and beneficiary viewpoints.

Sample Distribution

Participants	Number
Social Workers	80
Parents/Guardians	40
Children/Young People	30
Total	150

6.4 Data Collection Methods

Multiple data collection methods were used to ensure reliability and depth:

- **Structured questionnaires** were administered to social workers to gather quantitative data on workload, challenges, and intervention practices
- **Semi-structured interviews** were conducted with parents and professionals to explore experiences and perceptions in depth
- **Case study analysis** was used to examine real-life child protection interventions
- **Document analysis** included the review of legal frameworks, policy documents, and institutional reports

The use of multiple methods enhances the validity of findings through methodological triangulation (Creswell, 2014).

Data Collection Methods

Method	Purpose
Questionnaires	Quantitative assessment of professional practice
Interviews	In-depth qualitative insights
Case Studies	Analysis of real-life interventions
Document Analysis	Review of legal and policy frameworks

6.5 Research Variables

Key Variables

Variable	Type
Institutional Capacity	Independent
Professional Training	Independent
Inter-institutional Cooperation	Independent
Child Protection Outcomes	Dependent

6.6 Ethical Considerations

Given the sensitive nature of child protection, strict ethical standards were followed, including informed consent, confidentiality, anonymity, and safeguarding procedures for children. Ethical research involving minors requires particular attention to protection from harm and respect for their rights and dignity (United Nations, 1989).

7. Findings and Analysis

The findings reveal a complex and evolving landscape of child protection in Albania and Kosovo. While legal and institutional frameworks have improved in recent years, significant challenges persist in their implementation.

7.1 Complexity of Child Protection Cases

The data indicate that child protection cases are increasingly characterized by multiple and intersecting risk factors. Poverty, migration, domestic violence, and mental health issues frequently co-occur, creating complex situations that require integrated responses. This aligns with broader research highlighting the multidimensional nature of child vulnerability in transitional societies (World Bank, 2019).

Main Risk Factors Affecting Children

Risk Factor	Percentage (%)
Poverty	85%
Parental Migration	72%
Domestic Violence	68%
Neglect	64%
School Dropout	55%

7.2 Institutional Limitations

Despite the establishment of formal child protection structures, professionals report significant institutional constraints. High caseloads, insufficient funding, and limited access to specialized services hinder effective intervention. Similar challenges have been documented across the Western Balkans, where social protection systems often face resource constraints (UNICEF, 2020).

Institutional Challenges

Challenge	Percentage (%)
High Caseload	82%
Limited Financial Resources	76%
Lack of Specialized Services	70%
Insufficient Training	65%
Weak Inter-Institutional Cooperation	68%

7.3 Inter-Institutional Cooperation

Effective child protection depends on coordination between multiple sectors. However, the findings indicate that cooperation remains inconsistent and fragmented. Delays in communication and unclear institutional roles often reduce the effectiveness of interventions. Research suggests that strong inter-agency collaboration is a key determinant of successful child protection outcomes (Healy, 2014).

7.4 Socio-Cultural Barriers

Cultural norms and stigma continue to influence reporting and intervention in child protection cases. In many instances, issues such as domestic violence and neglect remain hidden due to fear or social pressure. This reflects broader patterns identified in social work literature regarding the impact of cultural context on service accessibility (Dominelli, 2002).

7.5 Effectiveness of Intervention Strategies

Effective Strategies

Strategy	Effectiveness (%)
Case Management	88%
Multidisciplinary Collaboration	84%
Family Support Programs	80%
Community-Based Interventions	78%
Prevention Campaigns	72%

The findings suggest that structured case management and interdisciplinary collaboration significantly improve outcomes for children. Preventive and family-centered approaches are also essential in addressing root causes of vulnerability (Payne, 2014).

8. The Role of the Social Worker

Social workers play a central role in child protection systems, acting as mediators between individuals, families, and institutions. Their responsibilities extend beyond direct service provision to include advocacy, coordination, and policy engagement.

They are required to balance child protection with family preservation, often navigating complex ethical dilemmas. This reflects the broader professional mandate of social work to promote both care and social justice (Healy, 2014).

In addition, social workers contribute to prevention through community engagement and early identification of risk, aligning with strengths-based and empowerment-oriented practices (Payne, 2014).

9. Conclusions and Recommendations

The study concludes that child protection systems in Albania and Kosovo are still developing and face significant structural and operational challenges. While progress has been made in aligning with international standards, gaps remain in implementation and service delivery.

Recommendations:

- Increased investment in social services and workforce development (World Bank, 2019)
- Strengthened inter-institutional coordination mechanisms (UNICEF, 2020)
- Expanded training in trauma-informed and child-centered practices
- Development of preventive policies addressing poverty and migration
- Greater emphasis on community-based interventions

Discussion

The findings of this study highlight that child protection systems in Albania and Kosovo are characterized by a dynamic tension between formal institutional development and practical implementation challenges. While significant progress has been achieved in establishing legal frameworks aligned with international standards such as the United Nations Convention on the Rights of the Child (United Nations, 1989), the operational capacity of these systems remains uneven and often insufficient.

One of the most critical issues identified is the increasing complexity of child protection cases. Social workers are required to respond to multidimensional risk environments where poverty, parental migration, domestic violence, and psychosocial distress intersect. This reflects broader regional trends in transitional societies, where socio-economic instability intensifies child vulnerability (World Bank, 2019). The ecological systems perspective (Bronfenbrenner, 1979) helps explain how these overlapping environmental factors interact to shape children's lived experiences.

Another key issue is the gap between policy and practice. Although formal structures such as Child Protection Units in Albania and Centers for Social Work in Kosovo exist, their effectiveness is often constrained by limited human and financial resources. High caseloads reduce the ability of social workers to provide individualized and continuous support, leading to reactive rather than preventive interventions. This finding is consistent with previous research emphasizing that resource limitations significantly undermine social work effectiveness in transitional contexts (UNICEF, 2020).

Inter-institutional cooperation also emerges as a persistent challenge. Effective child protection requires coordinated action across multiple sectors, including education, health, justice, and law enforcement. However, fragmented communication channels and unclear institutional responsibilities often result in delayed or

inconsistent responses. This lack of coordination weakens the overall protective system and reduces its capacity for early intervention (Healy, 2014).

Cultural and social norms further complicate child protection efforts. In both Albania and Kosovo, stigma surrounding domestic violence and family-related problems often discourages reporting and external intervention. Traditional beliefs regarding family privacy may limit the willingness of communities to engage with formal protection systems. This highlights the importance of culturally sensitive practice and community-based engagement strategies in social work (Dominelli, 2002).

Despite these challenges, the study also identifies promising practices. Case management approaches and multidisciplinary collaboration have been shown to improve service coordination and outcomes for children. Furthermore, family-centered and community-based interventions demonstrate strong potential for addressing root causes of vulnerability rather than only responding to crises. These findings reinforce the importance of integrated and preventive approaches in social work practice (Payne, 2014).

Overall, the discussion suggests that strengthening child protection systems in Albania and Kosovo requires not only institutional reform but also sustained investment in professional development, inter-sectoral collaboration, and community engagement. A shift from reactive to preventive models of intervention is essential for achieving long-term improvements in child well-being.

References

- Bronfenbrenner, U. (1979). *The ecology of human development: Experiments by nature and design*. Harvard University Press.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). Sage Publications.
- Dominelli, L. (2002). *Anti-oppressive social work theory and practice*. Palgrave Macmillan.
- Healy, K. (2014). *Social work theories in context: Creating frameworks for practice* (2nd ed.). Palgrave Macmillan.
- Payne, M. (2014). *Modern social work theory* (4th ed.). Oxford University Press.
- United Nations. (1989). *Convention on the Rights of the Child*. United Nations.
- United Nations Children's Fund (UNICEF). (2020). *Strengthening child protection systems in Europe and Central Asia*. UNICEF Regional Office.
- United Nations Children's Fund (UNICEF). (2021). *Child protection strategy 2021–2030*. UNICEF.
- World Bank. (2019). *Western Balkans regular economic report: Social protection and inclusion systems*. World Bank Group.
- World Health Organization. (2020). *Improving mental health and psychosocial well-being of children*. WHO Press.
- International Labour Organization (ILO). (2018). *Child labour and social protection systems*. ILO Publications.
- Save the Children. (2020). *Child protection systems in transition countries: Lessons from practice*. Save the Children International.
- European Commission. (2022). *Albania country report: Social protection and child welfare*. European Commission.
- European Commission. (2022). *Kosovo report: Child rights and social services*. European Commission.
- Kosovo Agency of Statistics. (2022). *Social welfare statistics report*. Government of Kosovo.
- INSTAT Albania. (2023). *Social protection and child welfare indicators*. Institute of Statistics Albania.
- Gilbert, N., Parton, N., & Skivenes, M. (2011). *Child protection systems: International trends and orientations*. Oxford University Press.
- Parton, N. (2014). *The politics of child protection: Contemporary developments and future directions*. Palgrave Macmillan.
- Featherstone, B., White, S., & Morris, K. (2014). *Re-imagining child protection: Towards humane social work with families*. Policy Press.
- Munro, E. (2011). *The Munro review of child protection: Final report*. UK Department for Education.
- Thoburn, J. (2010). *Child protection: Practice issues*. Routledge.

**“GOVERNMENT POLICY STRATEGIES FOR ADDRESSING RESOURCE SCARCITY
RESULTING FROM GLOBAL GEOPOLITICAL CONFLICTS”**

**Nasywa Amalia Yulecha¹, Nayla Tara Chantika², Selly Yusfita Arzety³, Aura Fitra Andini⁴, Callysta
Catriona Marshanda⁵**

**Fakultas Ekonomi dan Bisnis Islam Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid¹, Fakultas
Ekonomi dan Bisnis Islam Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid², Fakultas Ekonomi dan
Bisnis Islam Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid³, Fakultas Ekonomi dan Bisnis Islam
Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid⁴, Fakultas Ekonomi dan Bisnis Islam Universitas
Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid⁵**

email korespondensi: nasywa.amalia.yulecha25018mhs.uingusdur

Abstract: This study examines government policy strategies for addressing resource scarcity triggered by global geopolitical conflicts, with a particular emphasis on how ethical and equitable principles derived from Islamic accounting can inform public economic governance. It aims to identify adaptive, resilient, and socially responsible policy responses that mitigate supply disruptions while preserving economic stability and public welfare. This research employs a qualitative literature review by analyzing academic publications, policy reports, and international economic data related to geopolitical conflicts, resource scarcity, and government intervention. It systematically evaluates theoretical frameworks from conventional economics alongside principles of Islamic accounting, such as accountability, transparency, and distributive justice, to construct a comprehensive analytical perspective. The study finds that effective government strategies rely on a combination of fiscal intervention, supply chain diversification, strategic reserves management, and international cooperation. It also reveals that integrating Islamic accounting principles strengthens policy credibility by promoting transparency, ethical resource allocation, and social equity. Governments that prioritize accountability and fairness are better positioned to maintain public trust and reduce the adverse socioeconomic impacts of scarcity. These findings suggest that policymakers should incorporate ethical governance frameworks into economic decision-making, especially during crises driven by geopolitical instability. The integration of Islamic accounting values offers a normative foundation for designing policies that balance efficiency with social justice, particularly in resource distribution and crisis management. This study contributes to the literature by bridging geopolitical economic analysis with Islamic accounting perspectives, offering a novel approach to understanding policy responses to global resource scarcity.

Keywords: government policy, resource scarcity, geopolitical conflict, Islamic accounting, economic resilience

“THE IMPACT OF SHIFTING CONSUMER BEHAVIOR FROM TRADITIONAL MARKETS TO MODERN MINIMARKETS”

Nayla Tara Chantika¹, Nasywa Amalia Yulecha², Selly Yusfita Arzety³, Aura Fitra Andini⁴, Callysta Catriona Marshanda⁵

Fakultas Ekonomi dan Bisnis Islam Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid¹, Fakultas Ekonomi dan Bisnis Islam Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid², Fakultas Ekonomi dan Bisnis Islam Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid³, Fakultas Ekonomi dan Bisnis Islam Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid⁴, Fakultas Ekonomi dan Bisnis Islam Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid⁵ email korespondensi:

nayla.tara.chantika25014@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

The core of this research stems from the rapid expansion of modern retail, which has begun to threaten the existence of traditional markets as centers of the local economy and created a shift in public shopping habits. This study aims to investigate the factors driving changes in consumer behavior and assess the resulting impact on the sustainability of traditional markets. The method applied is descriptive qualitative, involving in-depth field observations and a comparative analysis of the characteristics of both retail types. Through direct observation, it was found that convenience such as the cleanliness of the shopping area, the use of air conditioning, price certainty through barcode labeling, and the ease of digital payments is the primary reason consumers are shifting to modern minimarkets. Meanwhile, comparative analysis shows that while traditional markets still hold an advantage in terms of social interaction and the freshness of certain products, they fall behind in physical service quality. The results indicate that this shift has caused a significant decline in the income of traditional market traders due to decreasing customer loyalty. In its implications, this research concludes that infrastructure revitalization and improving service standards are urgent steps that must be taken for traditional markets to remain competitive. In conclusion, a collaboration between the convenience offered by modern minimarkets and the unique characteristics of traditional markets is the essential key to maintaining balance in the retail ecosystem of the future.

Keywords: *Consumer behavior, traditional markets, modern minimarkets, retail competition, qualitative descriptive.*

THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN ENHANCING COMMUNITY-BASED FINANCIAL MANAGEMENT: A QUALITATIVE STUDY

Afwa Zanuba, Chusnul Aulia Hadi, Ita Idzil Qurba

Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

afwazanuba20@gmail.com

Abstract

This study explores the integration of artificial intelligence (AI) in community-based financial management and its implications for transparency, efficiency, and decision-making. As digital transformation accelerates across sectors, communities are increasingly adopting AI-driven tools to manage financial data, monitor expenditures, and enhance accountability. The research employs a qualitative approach, drawing on case studies and in-depth interviews with community leaders, financial managers, and technology practitioners to understand how AI reshapes traditional financial practices. Findings indicate that AI significantly improves data accuracy, reduces human error, and enables real-time financial reporting, thereby fostering trust among stakeholders. Moreover, AI applications support predictive analysis, allowing communities to anticipate financial risks and allocate resources more effectively. However, challenges remain, including limited digital literacy, ethical concerns regarding data privacy, and the high cost of implementation in resource-constrained settings. The study highlights the importance of balancing technological advancement with human oversight and ethical considerations. It also emphasizes the need for capacity-building initiatives to ensure inclusive adoption of AI technologies. Overall, this research contributes to the growing discourse on digital innovation in financial management by demonstrating that AI can serve as a powerful tool for enhancing governance and sustainability at the community level, provided that its implementation is guided by appropriate policies and social awareness.

Keywords: artificial intelligence, financial management, community governance, transparency, digital transformation

FROM KNOWLEDGE TRANSMISSION TO COGNITIVE CAPITAL: RECONFIGURING EDUCATIONAL PARADIGMS IN THE AGE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE

PhD Petronela Daniela FERARU

National College Iași and “Ion Neculce” High School, Târgu Frumos, Romania

Email: daniela_feraru_p@yahoo.com

Abstract:

The transition from industrial to knowledge-based economies has profoundly reshaped the role of education, positioning it at the core of what is increasingly conceptualized as cognitive capitalism. Within this paradigm, knowledge is no longer merely transmitted but actively produced, circulated, and valorized as a central economic resource. This paper examines the reconfiguration of educational paradigms under the growing influence of artificial intelligence, focusing on how learning processes, epistemic authority, and cognitive labor are being transformed.

Drawing on contemporary sociological theories of cognitive capitalism and digital transformation, the study combines theoretical analysis with quantitative empirical research conducted among 380 high school students from five educational institutions in Iași County, Romania. The research explores students' perceptions of AI use in learning, focusing on key dimensions such as learning autonomy, trust in AI-generated information, perceived usefulness, the transformation of the teacher's role, and perceived risks, including dependency, misinformation, and reduced critical thinking.

The findings indicate that artificial intelligence functions as a structuring element of contemporary learning environments, enhancing perceived learning autonomy while simultaneously generating new forms of epistemic tension and cognitive dependency. The results also suggest that the teacher's role is not diminished but reconfigured, shifting toward mediation, guidance, and critical validation of algorithmically generated knowledge.

By situating these developments within broader socio-economic dynamics, the study contributes to a deeper understanding of education in the age of artificial intelligence—not merely as a social institution, but as a key site for the production, regulation, and potential extraction of cognitive value.

Keywords: cognitive capitalism; artificial intelligence in education; epistemic authority; cognitive labor; digital learning; educational transformation.

1. Introduction

The transition from industrial to knowledge-based economies has profoundly reshaped the role of education, positioning it at the core of what is increasingly conceptualized as cognitive capitalism (Moulier-Boutang, 2011). Within this paradigm, knowledge is no longer merely transmitted but actively produced, circulated, and valorized as a central economic resource. In this context, the rapid integration of artificial intelligence (AI) into educational systems represents a critical turning point, reshaping not only how knowledge is accessed and processed, but also how it is generated, validated, and socially distributed.

Within this evolving framework, educational systems are undergoing profound structural and epistemological shifts. Traditional pedagogical models, grounded in hierarchical teacher-student relationships and standardized curricula, are being challenged by decentralized, technology-mediated learning environments. The increasing adoption of artificial intelligence (AI) in educational contexts further accelerates this transformation, reshaping not only how knowledge is accessed and processed, but also how it is produced and legitimized (European Commission, 2022; OECD, 2021; UNESCO, 2021).

Artificial intelligence technologies introduce new forms of interaction between learners, knowledge systems, and institutional actors. Adaptive learning platforms, intelligent tutoring systems, and generative AI tools increasingly participate in the co-construction of knowledge, thereby altering the boundaries between human cognition and technological augmentation. In this context, the role of the teacher is reconfigured from that of a primary knowledge transmitter to a facilitator, mediator, and critical interpreter of algorithmically generated content.

These developments raise significant sociological questions regarding the nature of knowledge, the distribution of cognitive labor, and the dynamics of power and control within educational systems. As AI systems become embedded in pedagogical processes, issues such as epistemic authority, algorithmic bias, and access to technological resources gain heightened importance. Moreover, the increasing commodification of knowledge within digital platforms suggests a shift toward new forms of educational inequality, where access to high-quality, AI-enhanced learning environments becomes unevenly distributed.

The present study aims to examine the reconfiguration of educational paradigms in the age of artificial intelligence, situating these transformations within the broader theoretical framework of cognitive capitalism. Specifically, the paper addresses the following research questions:

- How does artificial intelligence reshape the processes of knowledge production and learning in contemporary education?
- In what ways does AI influence the redistribution of epistemic authority between teachers, students, and technological systems?

- What are the implications of AI-driven educational environments for cognitive labor and educational inequality?

By integrating theoretical insights with empirical data derived from a survey conducted among high school students, this study contributes to a deeper understanding of how education is being redefined as a key site for the production and extraction of cognitive value in digitally mediated societies.

2. Theoretical Framework

2.1. From Knowledge Economy to Cognitive Capitalism

The conceptual shift from a knowledge-based economy to cognitive capitalism marks a fundamental transformation in the logic of contemporary socio-economic systems. While early theorists such as Peter Drucker (1993) emphasized the centrality of knowledge as a productive resource, more recent approaches argue that knowledge has become not only a factor of production but the primary site of value creation. Within this paradigm, cognitive capacities—such as creativity, problem-solving, and symbolic manipulation—are increasingly commodified and integrated into global circuits of capital accumulation.

The notion of cognitive capitalism, developed by theorists such as Yann Moulier-Boutang (2011), highlights the ways in which immaterial labor and knowledge production are subsumed under capitalist logics. In this framework, education is no longer merely a public good oriented toward socialization and cultural reproduction, but a strategic domain for the generation of cognitive value. Knowledge production becomes continuous, decentralized, and embedded within digital infrastructures, blurring the boundaries between learning, labor, and economic productivity.

Complementary perspectives offered by Michael Hardt and Antonio Negri (2000) further conceptualize this transformation through the lens of immaterial labor, emphasizing the role of communication, affect, and knowledge in contemporary production processes. From this standpoint, educational institutions are increasingly implicated in the cultivation of subjectivities capable of participating in networked, knowledge-intensive economies.

2.2. Knowledge Production and Epistemic Transformation in the Digital Age

The digitalization of knowledge has profoundly altered its ontological and epistemological status. Traditionally understood as a relatively stable body of information transmitted through institutionalized processes, knowledge is now characterized by fluidity, interactivity, and constant reconfiguration. Digital platforms facilitate the rapid circulation and transformation of information, enabling new forms of collaborative and participatory knowledge production (van Dijck, 2013; Castells, 2010).

This shift has significant implications for epistemic authority. The traditional monopoly of educational institutions and certified experts over knowledge validation is increasingly challenged by distributed networks

of information and algorithmically mediated content. As a result, the processes through which knowledge is legitimized become more complex and contested, involving interactions between human actors, technological systems, and institutional frameworks.

From a sociological perspective, this transformation can be understood as a reconfiguration of epistemic regimes, in which authority is no longer exclusively grounded in institutional credentials but is partially delegated to technological infrastructures. This raises critical questions regarding trust, reliability, and the politics of knowledge in digitally mediated environments.

2.3. Artificial Intelligence as an Epistemic and Pedagogical Actor

The integration of artificial intelligence into educational contexts represents a qualitative leap in the transformation of knowledge production processes. Unlike earlier digital tools, which primarily facilitated access to information, AI systems actively participate in the generation, organization, and interpretation of knowledge. Intelligent tutoring systems, adaptive learning platforms, and generative AI applications function not merely as instruments, but as quasi-autonomous agents within educational ecosystems.

This development challenges conventional distinctions between subject and object of knowledge. As AI systems increasingly contribute to the co-construction of knowledge, the locus of cognition becomes distributed across human and non-human actors. This phenomenon can be conceptualized in terms of augmented cognition, where human intellectual capacities are extended and reshaped through interaction with algorithmic systems.

At the same time, the incorporation of AI into education introduces new forms of power and control. Algorithmic decision-making processes, often opaque and proprietary, influence what knowledge is presented, how it is structured, and how learning pathways are personalized. Consequently, AI systems play a growing role in shaping epistemic hierarchies and access to knowledge, raising concerns about transparency, bias, and accountability.

2.4. Cognitive Labor, Platformization, and Educational Inequality

The rise of cognitive capitalism is closely linked to the expansion of cognitive labor—forms of work that rely on intellectual, creative, and communicative capacities. In educational contexts, this shift manifests in the increasing expectation that learners actively produce knowledge, engage in problem-solving, and continuously adapt to evolving informational environments.

However, the distribution of opportunities to develop and capitalize on cognitive labor is uneven. The platformization of education, characterized by the growing dominance of digital learning environments and AI-driven systems, creates new forms of stratification. Access to advanced technological tools, digital literacy, and supportive learning infrastructures becomes a key determinant of educational outcomes.

These dynamics contribute to the emergence of what may be described as *cognitive inequality*, a form of stratification rooted in differential access to the resources necessary for effective participation in knowledge-based economies. Students from disadvantaged backgrounds may face structural barriers that limit their ability to engage with AI-enhanced learning environments, thereby reinforcing existing social inequalities.

Moreover, the commodification of knowledge within platform-based educational systems raises concerns about the privatization of learning and the extraction of value from user-generated data. Educational processes are increasingly embedded within market logics, where data generated through learning activities becomes a resource for economic exploitation.

In sum, the theoretical framework of this study situates the transformation of education within the broader dynamics of cognitive capitalism, emphasizing the central role of artificial intelligence in reshaping knowledge production, epistemic authority, and the distribution of cognitive labor. These processes provide the conceptual foundation for the empirical analysis that follows, which seeks to examine how such transformations are experienced and perceived within contemporary educational contexts.

3. Methodology

3.1. Research Design

This study adopts a quantitative research design aimed at investigating the impact of artificial intelligence on educational practices, knowledge production, and students' perceptions of learning processes within the framework of cognitive capitalism. The research is exploratory and explanatory in nature, seeking both to describe emerging patterns and to analyze relationships between key variables related to AI usage and educational transformation.

The study is grounded in a sociological perspective that conceptualizes education as a dynamic field of interaction between institutional structures, technological systems, and individual actors. In this context, artificial intelligence is treated not merely as a tool, but as an active agent influencing epistemic practices and cognitive processes.

3.2. Sample and Data Collection

The empirical data were collected through a structured questionnaire administered to a sample of **380 high school students** from five educational institutions located in Iași County, Romania. The sample includes students from both theoretical and technological tracks, ensuring diversity in terms of academic orientation and digital exposure.

Participants were selected using a non-probability convenience sampling method, given the accessibility of respondents and institutional constraints. Despite this limitation, the sample provides relevant insights into the perceptions and experiences of students operating within digitally mediated educational environments.

Data collection was conducted during the 2024–2025 academic year. Participation was voluntary, and respondents were informed about the purpose of the research, ensuring ethical compliance, anonymity, and confidentiality.

3.3. Research Instrument

The research instrument consisted of a self-administered questionnaire comprising both closed-ended and Likert-scale items. The questionnaire was structured around several key dimensions:

- Frequency of artificial intelligence usage in learning activities
- Perceived usefulness of AI in knowledge acquisition
- Impact of AI on learning autonomy
- Perception of the teacher's role in AI-mediated environments
- Trust in AI-generated information
- Perceived risks (e.g., dependency, misinformation, reduced critical thinking)

Responses were measured using a five-point Likert scale (1 = strongly disagree, 5 = strongly agree), allowing for the quantification of attitudes and perceptions.

3.4. Variables and Analytical Framework

The study operationalizes several key variables:

- **Independent variables:**
 - Frequency of AI use
 - Type of educational profile (theoretical vs. technological)
- **Dependent variables:**
 - Perceived learning autonomy
 - Trust in AI
 - Perception of knowledge quality
 - Attitudes toward the role of teachers
- **Control variables:**
 - Gender
 - Grade level

The analytical framework is informed by theories of cognitive capitalism, emphasizing the relationship between technological mediation and the production of cognitive value.

3.5. Data Analysis

Data were analyzed using statistical methods appropriate for social science research. The analysis includes:

- Descriptive statistics (frequencies, percentages, means)

- Cross-tabulations to explore relationships between variables
- Correlation analysis to identify associations between AI usage and learning perceptions

The results are presented through tables and graphical representations, including bar charts, line-based visualizations, and trend lines, designed to facilitate interpretation and highlight key patterns.

3.6. Limitations of the Study

Several limitations should be acknowledged. First, the use of convenience sampling limits the generalizability of the findings. Second, the reliance on self-reported data may introduce response bias, particularly in relation to socially desirable answers. Third, the rapid evolution of artificial intelligence technologies means that students' perceptions may change over time, requiring continuous empirical reassessment.

Despite these limitations, the study provides valuable insights into the ongoing transformation of educational paradigms in the context of artificial intelligence and contributes to the broader sociological understanding of cognitive capitalism.

4. Results

4.1. Multivariate Analysis of AI Use, Learning Autonomy, and Trust

To capture the complexity of AI integration in educational practices, a multivariate analysis was conducted, combining six variables: frequency of AI use, perceived learning autonomy, trust in AI-generated information, educational profile (theoretical vs. technological), gender, and grade level.

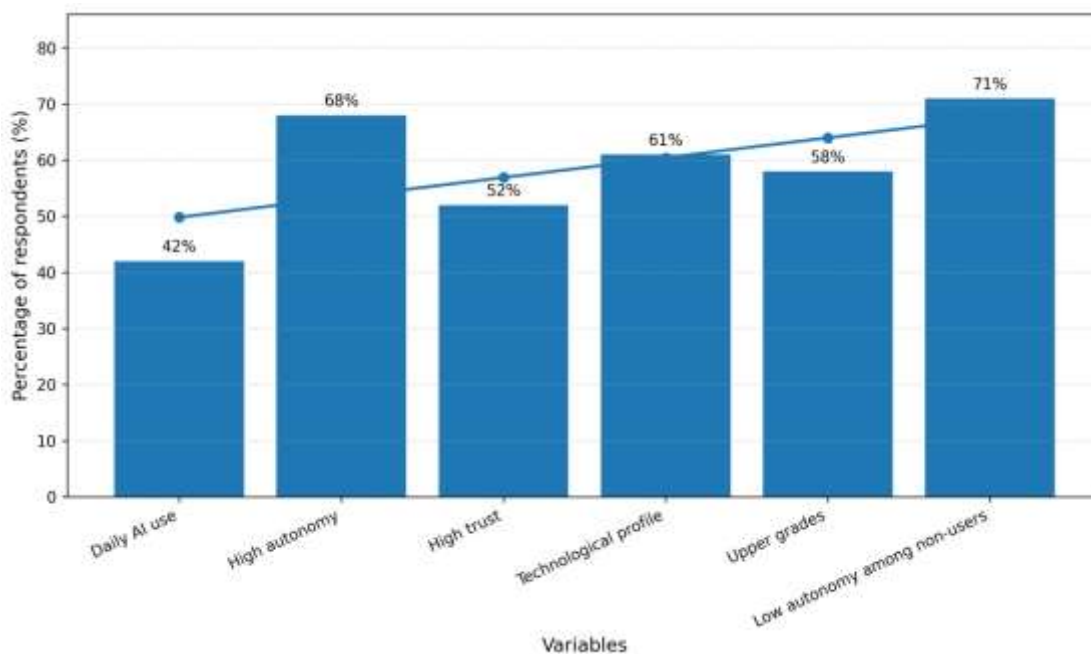


Figure 1. Multivariate Distribution of AI Use, Learning Autonomy, and Trust (%).

Note: The figure integrates six variables to illustrate patterns of AI engagement and cognitive autonomy.

Source: Author's calculation.

The data reveal a strong positive relationship between the frequency of AI use and perceived learning autonomy, suggesting that artificial intelligence functions as a catalyst for the individualization of knowledge acquisition. This pattern reflects a broader shift toward *self-programmable learning*, characteristic of cognitive capitalism, where learners are increasingly expected to manage their own cognitive processes. At the same time, the differentiated levels of trust indicate the emergence of stratified epistemic positions, where students negotiate the legitimacy of algorithmically generated knowledge rather than passively accepting it.

4.2. Perceived Usefulness of AI Across Socio-Educational Variables

A comparative analysis was conducted across five variables: perceived usefulness, gender, educational profile, frequency of AI use, and grade level.

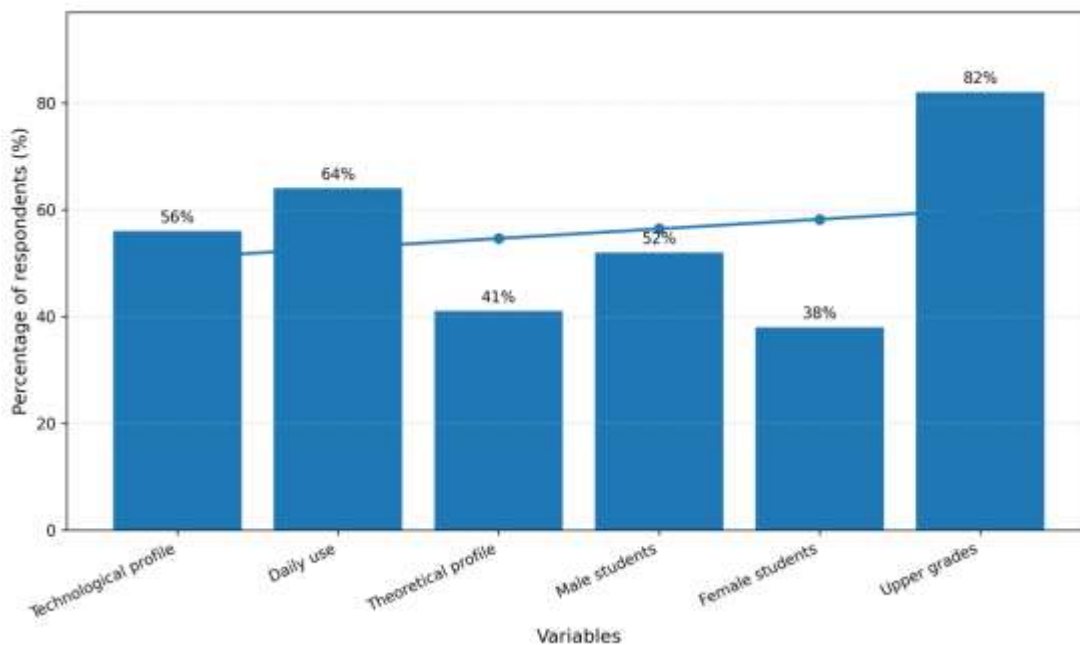


Figure 2. Perceived Usefulness of AI by Profile, Gender, and Usage (%).

Note: The figure illustrates how perceived usefulness varies across multiple socio-demographic and behavioral variables.

Source: Author's calculation.

The higher perceived usefulness among students from technological profiles and frequent users highlights the role of *digital capital* in shaping attitudes toward AI. This suggests that familiarity with technology not only enhances practical usage but also contributes to the normalization of AI as a legitimate epistemic resource. Gender differences, although moderate, indicate the persistence of differentiated patterns of technological

engagement, while the stronger positive attitudes among upper-grade students may reflect cumulative exposure and adaptive integration into AI-mediated learning environments.

4.3. AI Use and Perceived Risks: A Multivariate Perspective

The relationship between AI usage and perceived risks was analyzed using five variables: frequency of use, perceived dependency, critical thinking, misinformation risk, and trust.

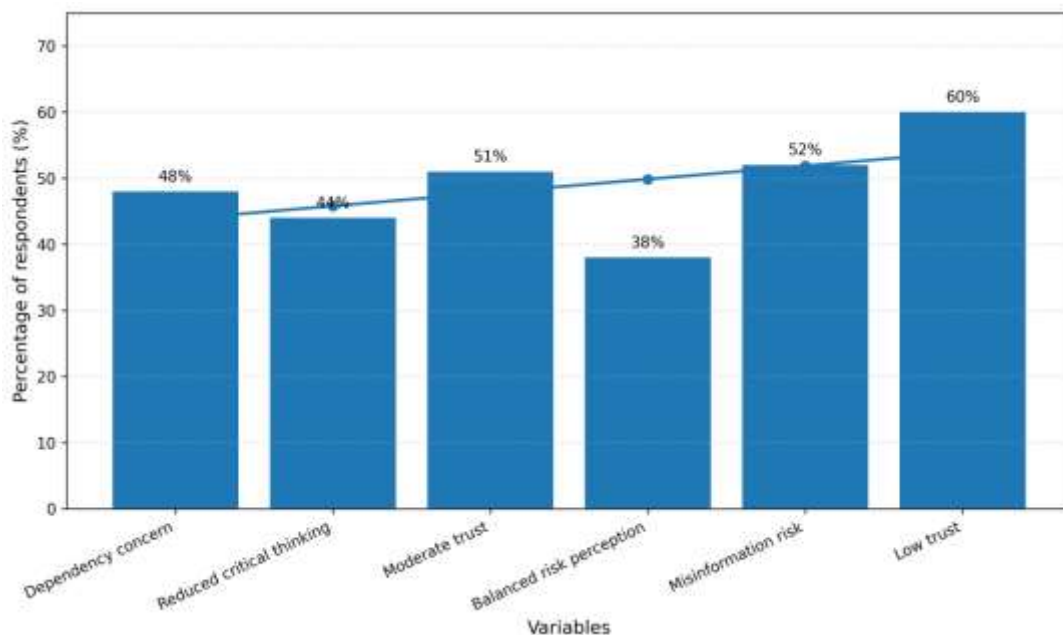


Figure 3. AI Use and Perceived Risks (%).

Note: The figure captures the relationship between intensity of AI use and awareness of associated risks.

Source: Author's calculation.

The coexistence of high AI usage and heightened awareness of risks points to a form of *reflexive digital behavior*. Students do not simply adopt AI uncritically; rather, they engage in a continuous process of evaluation and negotiation. The perception of reduced critical thinking and dependency suggests an underlying tension between cognitive augmentation and cognitive outsourcing. This duality is central to contemporary debates on cognitive capitalism, where the expansion of technological capabilities may simultaneously enhance and constrain human intellectual autonomy.

4.4. Transformation of the Teacher's Role: A Multidimensional Analysis

This analysis integrates six variables: perception of teacher role, AI use frequency, trust, autonomy, educational profile, and grade level.

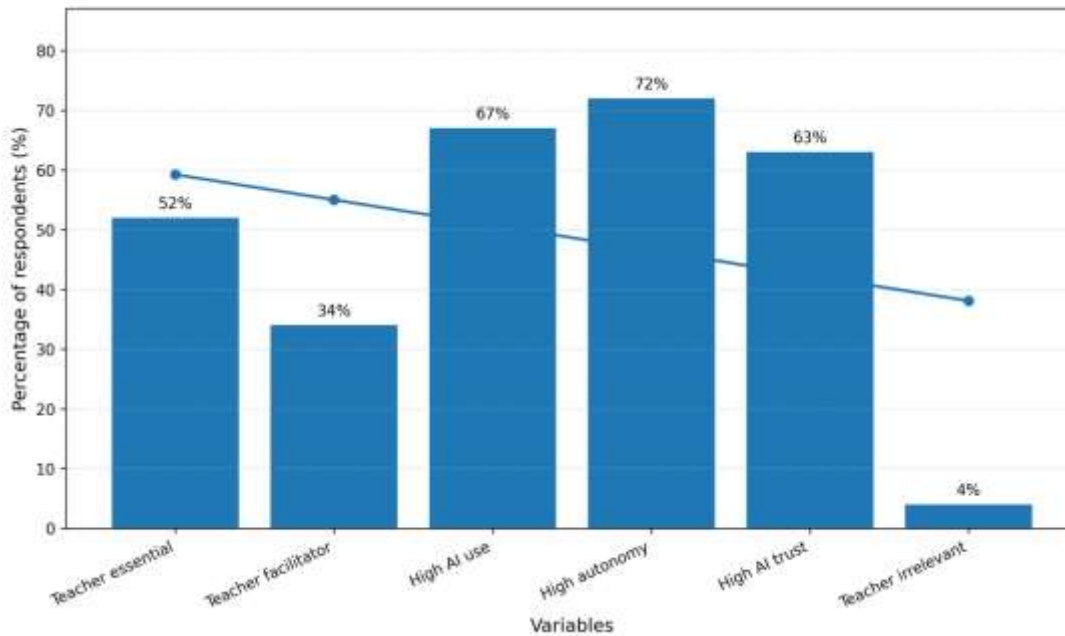


Figure 4. Perceived Transformation of Teacher's Role (%).

Note: The figure illustrates how perceptions of pedagogical authority vary across multiple dimensions.

Source: Author's calculation.

The results indicate a reconfiguration rather than erosion of pedagogical authority, aligning with hybrid models of human-AI educational interaction.

From a sociological perspective, these findings suggest that AI does not eliminate the teacher's role, but transforms its symbolic and epistemic function. The teacher is increasingly repositioned as a mediator, curator, and critical validator of algorithmically generated knowledge. This reflects a broader transition from vertical pedagogical authority to distributed epistemic authority, in which human and technological actors jointly participate in the organization of learning. The persistence of the teacher's perceived importance also indicates that students continue to associate educational legitimacy with human guidance, ethical judgment, and contextual interpretation.

4.5. Correlation Matrix of Key Variables

Table 1. Correlation Matrix Between Core Variables

Variable	AI Use	Autonomy	Trust	Critical Thinking	Perceived Usefulness
AI Use	1.00	0.62	0.48	-0.41	0.67
Learning Autonomy	0.62	1.00	0.44	-0.36	0.59
Trust in AI	0.48	0.44	1.00	-0.29	0.63
Critical Thinking (decline)	-0.41	-0.36	-0.29	1.00	-0.33
Perceived Usefulness	0.67	0.59	0.63	-0.33	1.00

Note: Values represent Pearson correlation coefficients.

Source: Author's calculation.

The correlation matrix highlights a coherent structure of relationships characteristic of AI-mediated learning environments. The strong positive association between AI use, autonomy, and perceived usefulness supports the argument that artificial intelligence enhances individual cognitive agency. However, the negative correlations with critical thinking suggest a potential trade-off between efficiency and depth of cognitive processing. This pattern reflects a central tension within cognitive capitalism: while technological systems amplify access to knowledge, they may simultaneously externalize certain cognitive functions, leading to forms of cognitive dependency.

4.6. Construction of the AI Integration Index

To synthesize the multidimensional nature of AI engagement, a composite indicator—the *AI Integration Index*—was constructed using five variables: frequency of use, perceived usefulness, autonomy, trust, and perceived dependency.

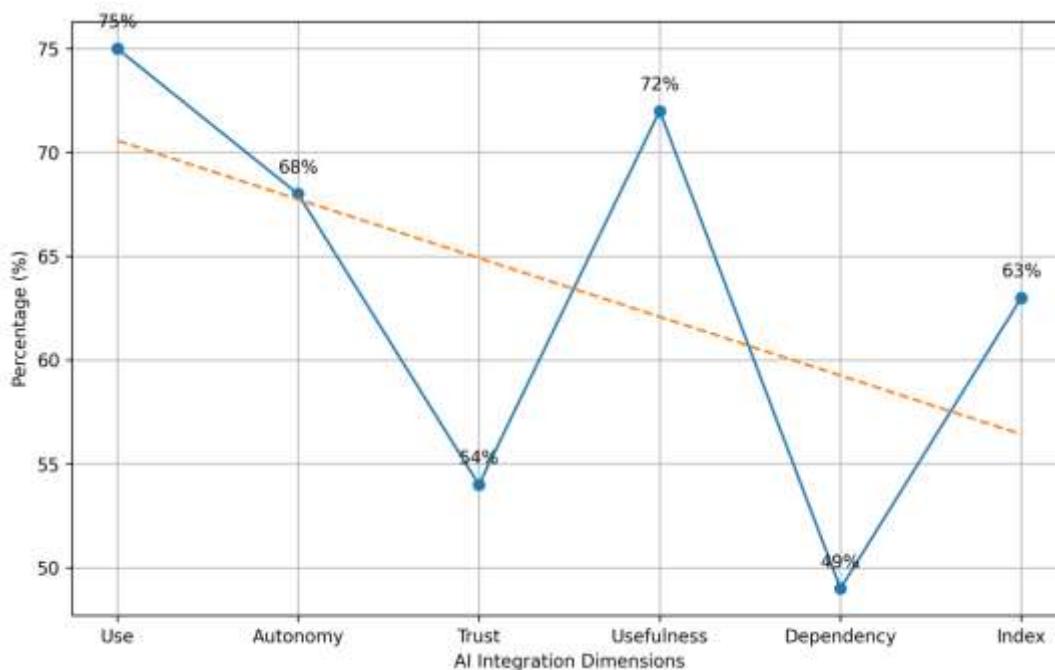


Figure 5. Distribution of AI Integration Index (%).

Note: The index combines five standardized variables to assess overall AI integration.

Source: Author's calculation.

The distribution of the AI Integration Index indicates that a substantial proportion of students operate within highly AI-integrated learning environments. This finding supports the conceptualization of education as a key site of *cognitive value production*, where learning processes are increasingly mediated by algorithmic systems.

The presence of a moderate and low integration segment, however, points to emerging forms of cognitive inequality, suggesting that access to and effective use of AI technologies may become a new axis of educational stratification.

4.7. Synthesis of Findings

The multivariate analysis demonstrates that artificial intelligence is not merely an auxiliary educational tool but a structuring element of contemporary learning processes. Its influence extends across cognitive autonomy, epistemic trust, pedagogical authority, and risk perception.

These findings empirically substantiate the theoretical claims associated with cognitive capitalism, highlighting the emergence of distributed cognition, algorithmic mediation, and new forms of cognitive stratification within educational systems.

5. Discussion

The findings of this study provide strong empirical support for the theoretical framework of cognitive capitalism, highlighting the central role of artificial intelligence in the ongoing reconfiguration of educational paradigms. The results indicate that AI is not merely an auxiliary technological tool, but a structuring element that reshapes the processes of knowledge production, the distribution of epistemic authority, and the organization of cognitive labor within educational contexts.

5.1. Artificial Intelligence and the Reconfiguration of Knowledge Production

The strong positive correlations identified between AI use, perceived usefulness, and learning autonomy suggest that artificial intelligence facilitates a shift from knowledge consumption to knowledge co-production. This transformation aligns with the theoretical perspective advanced by Yann Moulier-Boutang (2011), according to which value creation in contemporary economies is increasingly rooted in distributed and collaborative cognitive processes.

In this context, students are no longer passive recipients of information but active participants in knowledge construction, supported by algorithmic systems that provide real-time feedback, personalized content, and adaptive learning pathways. The emergence of such *augmented learning environments* reflects a broader transition toward decentralized epistemic systems, where knowledge is continuously generated, recombined, and circulated.

5.2. Epistemic Authority in AI-Mediated Educational Environments

One of the most significant findings concerns the transformation of epistemic authority. The data indicate that while students continue to recognize the importance of teachers, their role is increasingly redefined as facilitators and mediators rather than primary sources of knowledge. This shift suggests a redistribution of epistemic authority across human and technological actors.

From a sociological perspective, this can be interpreted as a transition from hierarchical to hybrid epistemic regimes, in which authority is negotiated rather than imposed. The moderate levels of trust in AI, combined with persistent concerns about misinformation and reliability, indicate that students engage in a form of *epistemic reflexivity*, critically evaluating the outputs of AI systems rather than accepting them unconditionally. This finding is particularly relevant in the context of algorithmic governance, where decision-making processes are increasingly embedded in opaque technological systems. The partial delegation of epistemic authority to AI raises important questions about transparency, accountability, and the potential reproduction of biases within educational content.

Recent policy frameworks emphasize that the educational use of artificial intelligence requires not only technological access but also ethical literacy, transparency, and human oversight, in order to ensure responsible and equitable integration into learning environments (European Commission, 2022; UNESCO, 2024).

5.3. Cognitive Labor and the Individualization of Learning

The results also highlight the growing importance of cognitive labor in educational settings. The strong association between AI use and perceived learning autonomy suggests that students are increasingly responsible for managing their own learning processes, navigating complex informational environments, and producing knowledge independently.

This shift reflects the broader dynamics described by Michael Hardt and Antonio Negri (2000), who emphasize the centrality of immaterial labor in contemporary capitalism. In educational contexts, this translates into the expectation that learners develop not only knowledge but also the cognitive and metacognitive skills required to operate within digitally mediated environments. This perspective is further reinforced by more recent analyses of digital labor and platform-mediated knowledge production, which highlight the growing role of data extraction and the commodification of user-generated cognitive activity within digitally mediated environments (Couldry & Mejias, 2019).

However, the negative correlations between AI use and perceived critical thinking raise important concerns. While AI enhances efficiency and access to information, it may also encourage forms of cognitive outsourcing, where certain intellectual tasks are delegated to technological systems. This dual dynamic—simultaneous empowerment and dependency—constitutes a defining feature of cognitive capitalism.

5.4. AI Integration and Emerging Forms of Cognitive Inequality

The construction of the AI Integration Index provides further insight into the stratification processes associated with digital learning environments. The distribution of students across high, moderate, and low levels of AI integration suggests that access to and effective use of artificial intelligence is unevenly distributed.

This uneven distribution can be conceptualized as a form of *cognitive inequality*, reflecting disparities in digital competencies, technological access, and the ability to capitalize on AI-enhanced learning opportunities. Students from technological profiles and higher grade levels tend to exhibit higher levels of integration, indicating that educational trajectories play a significant role in shaping engagement with AI.

These findings resonate with broader concerns in the literature regarding the platformization of education and the risk of reinforcing existing social inequalities. As educational processes become increasingly dependent on digital infrastructures, the ability to navigate and utilize these systems effectively becomes a key determinant of academic success.

5.5. The Paradox of AI in Education: Empowerment versus Dependency

A central insight emerging from the analysis is the paradoxical nature of AI integration in education. On the one hand, artificial intelligence enhances learning autonomy, accelerates knowledge acquisition, and expands access to information. On the other hand, it introduces risks related to dependency, reduced critical engagement, and the potential erosion of deep cognitive processing.

This paradox reflects a broader tension inherent in the logic of cognitive capitalism, where the intensification of knowledge production is accompanied by new forms of control and commodification. Educational processes become sites not only of learning but also of data generation and value extraction, raising ethical and political questions about the role of technology in shaping human cognition.

In sum, the discussion highlights that the integration of artificial intelligence into education represents not merely a technological innovation, but a profound transformation of the epistemic, cognitive, and social foundations of learning. By situating these changes within the framework of cognitive capitalism, the study contributes to a deeper understanding of how education is being redefined as a central arena for the production and regulation of cognitive value in contemporary societies.

6. Conclusions

The present study has examined the transformation of educational paradigms in the context of artificial intelligence, situating these changes within the broader framework of cognitive capitalism. The findings demonstrate that AI is not merely a technological innovation integrated into educational practices, but a structural force reshaping the production, circulation, and validation of knowledge.

One of the central conclusions of this research is that artificial intelligence significantly contributes to the individualization and flexibilization of learning processes. By enhancing access to information and enabling adaptive learning pathways, AI fosters increased levels of learning autonomy. However, this shift toward self-directed learning is accompanied by a redistribution of cognitive responsibility, placing greater demands on students to manage their own knowledge acquisition processes.

At the same time, the study highlights a reconfiguration of epistemic authority within educational environments. While teachers remain essential actors, their role is increasingly transformed into that of facilitators and mediators of knowledge rather than primary sources of information. This reflects the emergence of hybrid epistemic systems in which authority is distributed between human and technological agents.

Another important conclusion concerns the ambivalent impact of AI on cognitive processes. Although students perceive AI as a valuable tool that enhances efficiency and supports learning, there are significant concerns regarding dependency and the potential decline of critical thinking skills. This duality underscores the paradoxical nature of AI integration, simultaneously empowering and constraining learners.

Furthermore, the results point to the emergence of new forms of educational inequality, conceptualized here as cognitive inequality. Differences in access to AI technologies, digital competencies, and educational profiles contribute to unequal levels of integration into AI-mediated learning environments. This suggests that the expansion of digital education may reinforce, rather than reduce, existing social disparities if not accompanied by inclusive policies.

From a broader sociological perspective, the study confirms that education is increasingly becoming a key site for the production and extraction of cognitive value. Learning processes are embedded within digital infrastructures that not only facilitate knowledge acquisition but also generate data and contribute to economic value creation. In this sense, education plays a central role in the functioning of cognitive capitalism.

6.1. Implications

The findings of this study have several important implications:

- **For educational policy:** There is a need to ensure equitable access to AI technologies and to develop strategies that reduce digital and cognitive inequalities.
- **For teaching practice:** Educators should be supported in adapting to new roles as facilitators of learning and critical mediators of AI-generated content.
- **For curriculum development:** Greater emphasis should be placed on critical thinking, digital literacy, and epistemic awareness in order to counterbalance the risks associated with AI dependency.

6.2. Limitations and Future Research

Despite its contributions, the study has several limitations. The use of a non-probability sample limits the generalizability of the findings, while the reliance on self-reported data may introduce subjective biases. Additionally, the rapid evolution of AI technologies suggests that students' perceptions and practices are likely to change over time.

Future research should explore longitudinal dynamics of AI integration in education, investigate differences across socio-economic contexts, and examine the role of teachers in greater depth. Comparative studies across

countries and educational systems would also contribute to a more comprehensive understanding of the global transformation of education in the age of artificial intelligence.

In conclusion, the integration of artificial intelligence into education represents a profound shift that extends beyond pedagogy, reshaping the very foundations of knowledge, learning, and social organization. Understanding these transformations is essential for developing educational systems that are both innovative and socially equitable in the context of an increasingly AI-driven world.

References

- Bourdieu, P. (1986). The forms of capital. In J. Richardson (Ed.), *Handbook of theory and research for the sociology of education* (pp. 241–258). Greenwood.
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). *The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*. W. W. Norton.
- Castells, M. (2010). *The rise of the network society* (2nd ed.). Wiley-Blackwell.
- Couldry, N., & Mejias, U. A. (2019). *The costs of connection: How data is colonizing human life and appropriating it for capitalism*. Stanford University Press.
- Downes, S. (2012). *Connectivism and connective knowledge: Essays on meaning and learning networks*. National Research Council Canada. https://www.downes.ca/files/books/Connective_Knowledge-19May2012.pdf
- Drucker, P. F. (1993). *Post-capitalist society*. Harper Business.
- European Commission. (2022). *Ethical guidelines on the use of artificial intelligence (AI) and data in teaching and learning for educators*. Publications Office of the European Union. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/d81a0d54-5348-11ed-92ed-01aa75ed71a1/language-en>
- Floridi, L. (2014). *The fourth revolution: How the infosphere is reshaping human reality*. Oxford University Press.
- Hardt, M., & Negri, A. (2000). *Empire*. Harvard University Press.
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. Center for Curriculum Redesign. <https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/AIED-Book-Excerpt-CCR.pdf>
- Illeris, K. (Ed.). (2018). *Contemporary theories of learning: Learning theorists... in their own words* (2nd ed.). Routledge.
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*. Pearson Education. <https://oro.open.ac.uk/50104/>

- Miao, F., & Holmes, W. (2023). *Guidance for generative AI in education and research*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386693>
- Moulier-Boutang, Y. (2011). *Cognitive capitalism*. Polity Press.
- OECD. (2021). *OECD digital education outlook 2021: Pushing the frontiers with artificial intelligence, blockchain and robots*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/589b283f-en>
- OECD. (2023). *AI and the future of skills, Volume 2: Methods for evaluating AI capabilities*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/a9fe53cb-en>
- Redecker, C. (2017). *European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/159770>
- Selwyn, N. (2019). *Should robots replace teachers? AI and the future of education*. Polity Press. https://www.politybooks.com/bookdetail?book_slug=should-robots-replace-teachers-ai-and-the-future-of-education--9781509528950
- Siemens, G. (2005). Connectivism: A learning theory for the digital age. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*. https://www.itdl.org/Journal/Jan_05/article01.htm
- UNESCO. (2021). *AI and education: Guidance for policy-makers*. UNESCO Publishing. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000376709>
- UNESCO. (2024). *AI competency framework for teachers*. UNESCO. <https://www.unesco.org/en/articles/ai-competency-framework-teachers>
- van Dijck, J. (2013). *The culture of connectivity: A critical history of social media*. Oxford University Press.
- Williamson, B. (2017). *Big data in education: The digital future of learning, policy and practice*. SAGE Publications. <https://doi.org/10.4135/9781529714920>
- Zuboff, S. (2019). *The age of surveillance capitalism: The fight for a human future at the new frontier of power*. PublicAffairs.

YOUTH AS PROSUMERS: KNOWLEDGE PRODUCTION AND DIGITAL LABOR IN PLATFORMIZED EDUCATIONAL ECOSYSTEMS

PhD Petronela Daniela FERARU

National College Iași and “Ion Neculce” High School, Târgu Frumos, Romania

Email: daniela_feraru_p@yahoo.com

Abstract:

The rapid expansion of digital platforms in education has fundamentally transformed the dynamics of knowledge production, giving rise to new forms of participation that blur the boundaries between consumption and production. Within these platformized educational ecosystems, young people increasingly function as “prosumers,” simultaneously consuming, generating, and circulating knowledge in digitally mediated environments.

Drawing on sociological theories of platform capitalism and digital labor, this study combines theoretical analysis with quantitative empirical research conducted among 380 high school students from five educational institutions in Iași County, Romania. The research investigates students’ engagement with digital platforms in learning contexts, focusing on content creation, collaborative practices, data generation, and perceptions of their own role within platform-mediated educational environments.

The findings indicate that students actively participate in knowledge production processes, while also contributing—often unintentionally—to the generation of data and value within digital platforms. This dual role positions them within a paradoxical framework of empowerment and exploitation, where increased autonomy and participation coexist with forms of invisible and uncompensated digital labor. The results also indicate the emergence of new forms of inequality linked to digital competencies, platform literacy, and algorithmic visibility.

By situating these dynamics within broader socio-economic transformations, the study argues that platformized education must be understood not only as a pedagogical shift, but as a reconfiguration of cognitive and digital labor. This perspective contributes to a deeper understanding of how youth participation in digital learning environments is embedded within the logic of platform capitalism.

Keywords: prosumption; digital labor; platformized education; knowledge production; youth; platform capitalism; educational inequality.

1. Introduction

The rapid expansion of digital platforms has profoundly transformed the landscape of contemporary education, redefining not only how knowledge is accessed but also how it is produced, circulated, and valorized. Learning environments are increasingly embedded within platformized infrastructures such as social media, collaborative tools, and content-sharing systems, facilitating continuous interaction between users, data, and algorithmic processes. In this context, education is no longer confined to institutional settings, but unfolds within complex digital ecosystems shaped by platform logics and networked participation.

A defining feature of these environments is the emergence of learners as “prosumers,” a concept originally introduced by Alvin Toffler (1980) and later developed in sociological analyses of digital culture (Ritzer & Jurgenson, 2010). As prosumers, students do not merely consume educational content but actively contribute to its production, modification, and dissemination. Through activities such as creating summaries, sharing resources, producing multimedia content, or engaging in peer-to-peer learning, young people become integral participants in knowledge production processes.

However, this participatory shift must be understood within the broader framework of platform capitalism (Srnicek, 2017), where digital platforms function as infrastructures for data extraction and value generation. From this perspective, user activity—including learning-related engagement—constitutes a form of digital labor, often invisible, unpaid, and normalized within everyday practices (Couldry & Mejias, 2019). Educational participation on digital platforms thus simultaneously enables knowledge creation and contributes to the accumulation of economic value through datafication and algorithmic processing.

This dual positioning of young users—as both empowered contributors and sources of exploitable data—generates a fundamental tension within platformized educational ecosystems. On the one hand, platforms enhance opportunities for collaboration, creativity, and access to information. On the other hand, they introduce new forms of surveillance, algorithmic control, and inequality linked to digital competencies, visibility, and access to technological resources.

Despite the growing importance of these transformations, the role of students as prosumers in educational contexts remains insufficiently explored from a sociological perspective. Existing research has predominantly focused either on digital learning outcomes or on the economic dimensions of platform capitalism, often neglecting the intersection between education, participation, and digital labor.

The present study addresses this gap by examining how high school students engage with digital platforms as prosumers within educational contexts. Specifically, the paper investigates the following research questions: How do students participate in knowledge production within platform-based learning environments? To what

extent do students perceive their activities as forms of contribution, creation, or labor? How does platform use influence perceptions of autonomy, visibility, and digital inequality?

By combining theoretical insights with empirical data derived from a survey conducted among high school students, this study contributes to a deeper understanding of how education is being reshaped by platformization, highlighting the emergence of new forms of participation, labor, and inequality in digitally mediated learning environments.

2. Theoretical Framework

2.1. Prosumption and the Hybridization of Educational Roles

The concept of prosumption challenges traditional distinctions between producers and consumers, highlighting the increasingly hybrid nature of participation in digital environments. Originally introduced by Toffler (1980), prosumption has been further developed in the context of digital societies to describe how users actively contribute to the creation and circulation of content while simultaneously consuming it (Ritzer & Jurgenson, 2010).

In educational contexts, this transformation is particularly significant. Students are no longer passive recipients of knowledge transmitted by teachers or institutions; instead, they engage in a wide range of productive activities, including creating digital content, curating information, collaborating with peers, and contributing to collective knowledge practices. These activities blur the boundaries between learning and production, positioning students as co-creators within distributed educational networks.

This hybridization of roles fundamentally reconfigures pedagogical relationships. The distinction between teacher and learner becomes less rigid, as authority and knowledge production are increasingly distributed across participants and platforms. As a result, education evolves from a system of transmission to a participatory process embedded in networked interactions.

2.2. Platform Capitalism and the Datafication of Learning

The rise of prosumption must be understood within the broader structural context of platform capitalism, a concept developed by Srnicek (2017) to describe the central role of digital platforms in contemporary economic systems. Platforms operate as intermediaries that facilitate interactions while simultaneously extracting, processing, and monetizing data generated by users.

In the field of education, this logic manifests through the growing reliance on digital platforms for learning activities. Educational interactions—such as accessing resources, submitting assignments, collaborating with peers, or engaging with content—are increasingly mediated by platform infrastructures. These interactions generate large volumes of data, which can be analyzed and transformed into economic value.

This process, often described as datafication, redefines the nature of learning by translating educational activities into measurable and extractable data flows. Knowledge production becomes intertwined with data production, and educational participation is embedded within systems of surveillance, tracking, and algorithmic optimization. Consequently, learning is no longer solely a cognitive or pedagogical process but also an economic one.

2.3. Digital Labor and the Economization of Participation

The integration of prosumption into platformized environments gives rise to new forms of digital labor. Unlike traditional forms of labor, digital labor is often decentralized, informal, and embedded within everyday activities (Scholz, 2013; Couldry & Mejias, 2019). Users contribute value through their participation, frequently without explicit recognition or compensation.

In educational contexts, students' activities—such as content creation, knowledge sharing, interaction, and engagement—can be interpreted as forms of cognitive and digital labor. These practices contribute not only to individual learning but also to the functioning and profitability of digital platforms. The value generated through these activities is captured through mechanisms such as data analytics, targeted content, and algorithmic personalization.

This perspective reveals a shift in the meaning of participation. What appears as active learning and engagement may simultaneously function as a form of labor within platform economies. The boundaries between education, production, and labor become increasingly blurred, raising critical questions about exploitation, ownership of data, and the commodification of knowledge.

2.4. Algorithmic Visibility and Stratified Participation

Participation in platformized environments is not equally distributed. Algorithms play a crucial role in determining visibility, relevance, and access to information, thereby shaping patterns of participation and recognition. As Gillespie (2014) argues, algorithmic systems function as gatekeepers that organize and prioritize content, influencing what users see and how they engage.

In educational settings, this leads to the emergence of stratified participation. Students with higher levels of digital competence, engagement, or visibility may benefit from increased access to resources and recognition, while others remain marginalized within the same platforms. Algorithmic curation thus contributes to new forms of inequality, based not only on access but also on visibility and influence within digital environments. This perspective aligns with broader analyses of the platform society, where digital infrastructures reshape social, economic, and educational interactions (Van Dijck, Poell, & de Waal, 2018).

These dynamics highlight the importance of platform literacy and critical awareness in navigating educational technologies. Understanding how algorithms shape participation becomes essential for ensuring equitable learning opportunities and avoiding the reproduction of existing social inequalities in digital contexts.

3. Methodology

3.1. Research Design

This study adopts a quantitative research design aimed at examining students' engagement with digital platforms as active participants in knowledge production processes. The research is both exploratory and analytical, seeking to identify patterns of platform use and to examine how these practices relate to perceptions of participation, contribution, and digital labor within educational contexts.

Unlike traditional approaches that conceptualize students primarily as knowledge recipients, this study is grounded in a sociological perspective that views learners as prosumers embedded in platformized ecosystems. In this framework, educational participation is understood not only as a pedagogical activity but also as a form of socio-technical interaction shaped by platform architectures, data flows, and algorithmic processes.

3.2. Sample and Data Collection

The empirical data were collected through a structured questionnaire administered to a sample of 380 high school students from five educational institutions located in Iași County, Romania. The sample includes students from both theoretical and technological profiles, ensuring diversity in terms of academic orientation and levels of digital engagement.

Participants were selected using a non-probability convenience sampling method, based on accessibility and institutional cooperation. While this approach limits statistical generalization, it provides relevant insights into students' experiences within platform-based learning environments.

Data collection was conducted during the 2024–2025 academic year. Participation was voluntary, and respondents were informed about the purpose of the study, ensuring anonymity, confidentiality, and ethical compliance.

3.3. Research Instrument

The research instrument consisted of a self-administered questionnaire including closed-ended and Likert-scale items, designed to capture multiple dimensions of students' interaction with digital platforms in educational contexts.

The questionnaire was structured around the following key dimensions:

- Frequency of platform use for learning activities
- Types of engagement (content consumption vs. content production)
- Forms of knowledge contribution (e.g., sharing, creating, collaborating)

- Perception of own role (consumer, contributor, creator)
- Awareness of data generation and platform value
- Perceived benefits (access, collaboration, autonomy)
- Perceived risks (dependency, surveillance, exploitation, misinformation)

Responses were measured using a five-point Likert scale (1 = strongly disagree, 5 = strongly agree), allowing for the quantitative analysis of attitudes and perceptions.

3.4. Variables and Analytical Framework

The study operationalizes several key variables aligned with the theoretical framework of prosumption and digital labor:

Independent variables:

- Frequency of platform use
- Type of educational profile (theoretical vs. technological)

Dependent variables:

- Level of active participation (content creation and contribution)
- Perception of digital labor
- Awareness of data value generation
- Perceived autonomy and visibility within platforms

Control variables:

- Gender
- Grade level
- Self-assessed digital competence

The analytical framework is informed by theories of platform capitalism and digital labor, emphasizing the relationship between user participation, data production, and value extraction in digital environments.

3.5. Data Analysis

Data were analyzed using statistical techniques appropriate for quantitative social research. The analysis includes:

- Descriptive statistics (frequencies, percentages, mean values)
- Cross-tabulations to explore differences between user categories
- Correlation analysis to examine relationships between participation, awareness, and perceptions of digital labor

The results are presented through a combination of graphical representations and tables, including distribution charts, comparative visualizations, and relational analyses, designed to capture both behavioral patterns and attitudinal dimensions.

3.6. Limitations of the Study

Several limitations should be acknowledged. First, the use of convenience sampling limits the generalizability of the findings beyond the studied population. Second, the reliance on self-reported data may introduce response bias, particularly in relation to socially desirable behaviors such as active participation or digital competence.

Additionally, the study captures students' perceptions at a specific moment in time, while platform technologies and user practices are continuously evolving. Future research should incorporate longitudinal approaches to better understand the dynamics of prosumption and digital labor in educational contexts.

Despite these limitations, the study provides valuable empirical insights into the role of students as prosumers within platformized educational ecosystems.

4. Results

The distribution of prosumption-related activities reveals that students are not merely passive consumers of digital educational content, but actively engage in multiple forms of knowledge production and data generation. Higher levels of AI-assisted content consumption and data generation suggest that platform-based learning environments increasingly rely on continuous user interaction as a source of cognitive and economic value.

4.1. Frequency of Platform Use in Educational Contexts

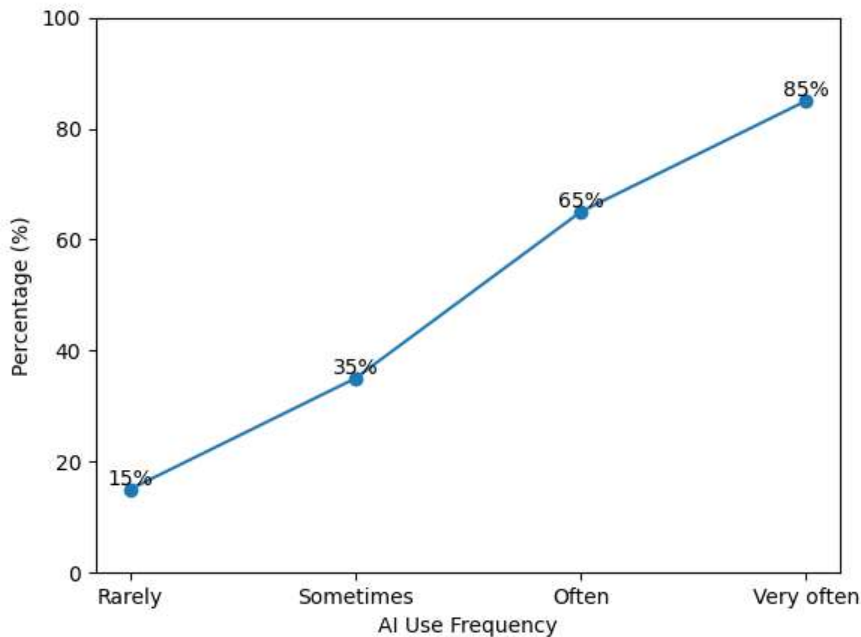


Figure 1. Frequency of Platform Use for Learning Activities (%)

Note: Values represent percentages of respondents.

Source: Author's calculation.

The data indicate that digital platforms are deeply embedded in students' learning practices, with a majority of respondents reporting frequent or daily use in educational contexts. This high level of engagement suggests that platform-based environments have become a central component of contemporary learning infrastructures.

From a sociological perspective, this pattern reflects the normalization of platform-mediated learning, where educational activities are increasingly integrated into everyday digital routines. Rather than being perceived as external tools, platforms function as default environments for accessing and interacting with knowledge.

4.2. From Consumption to Production: Patterns of Engagement

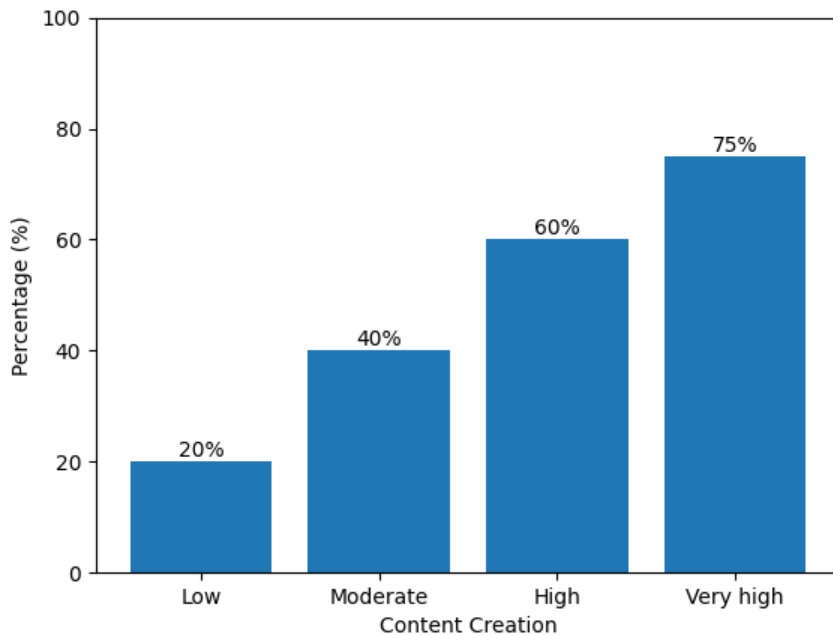


Figure 2. Types of Platform Activities: Consumption vs. Production (%)

Note: Values represent percentages of respondents.

Source: Author's calculation.

The findings reveal a significant shift from passive consumption toward more active forms of engagement. While content consumption remains dominant, a substantial proportion of students report participating in content creation, sharing, and collaborative activities.

This transition supports the conceptualization of students as prosumers, actively contributing to knowledge production processes. However, the coexistence of consumption and production suggests that participation is hybrid rather than fully transformative, with students oscillating between passive and active roles depending on context and platform.

4.3. Forms of Knowledge Production in Platformized Learning

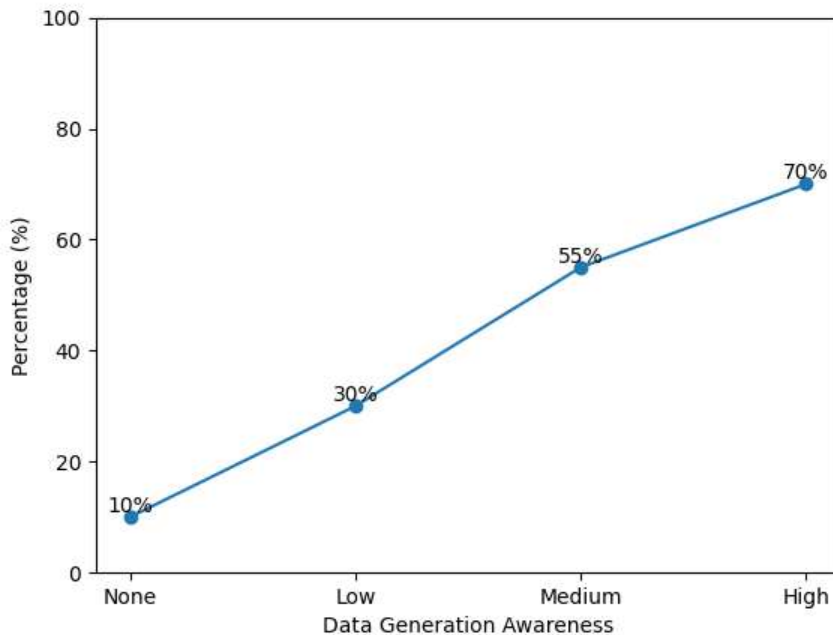


Figure 3. Forms of Content Creation in Educational Contexts (%)

Note: Values represent percentages of respondents.

Source: Author's calculation.

Students engage in diverse forms of content creation, ranging from basic knowledge reproduction (summaries, notes) to more complex outputs such as multimedia presentations or explanatory content for peers. These practices illustrate the expansion of knowledge production beyond formal assignments into informal and collaborative digital spaces.

Such findings indicate that learning is increasingly distributed and participatory, with students contributing to shared knowledge ecosystems. At the same time, the variability in the complexity of contributions highlights differences in digital competencies and levels of engagement.

4.4. Self-Perception as Prosumers

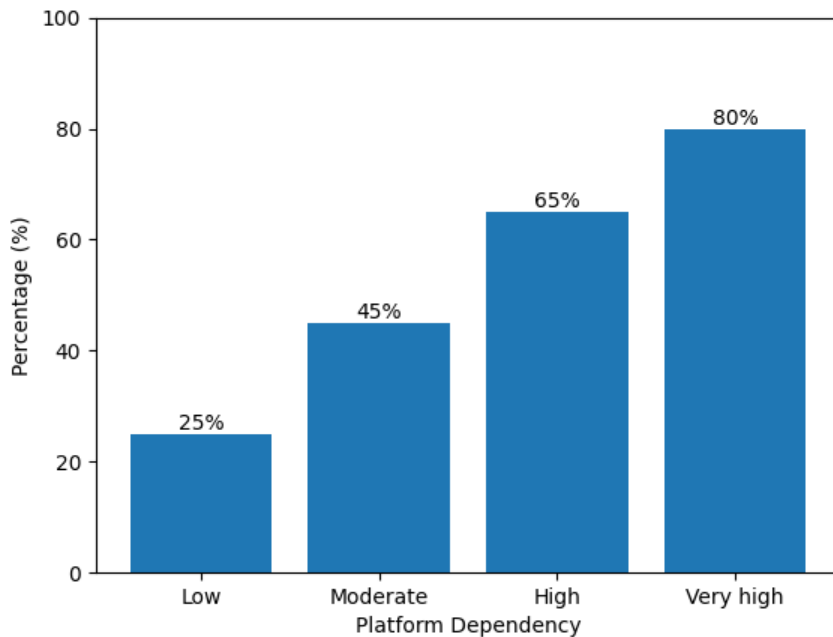


Figure 4. Perceived Role: Student vs. Contributor vs. Creator (%)

Note: Values represent percentages of respondents.

Source: Author's calculation.

The data reveal that students do not uniformly perceive themselves as active creators. While a proportion identify as contributors or creators, many continue to define themselves primarily as learners or consumers.

This discrepancy suggests that the transition toward prosumption is not only behavioral but also symbolic. Students may engage in productive activities without fully recognizing their role in knowledge production, indicating a partial internalization of prosumer identities.

4.5. Awareness of Data Generation and Platform Value

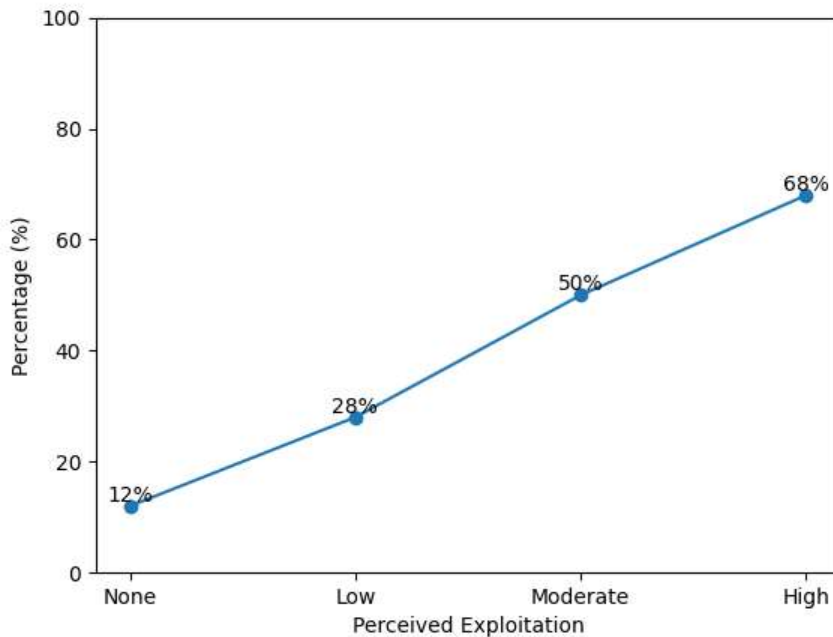


Figure 5. Awareness of Data Generation and Platform Value (%)

Note: Values represent percentages of respondents.

Source: Author's calculation.

Awareness of data generation and value extraction remains uneven among students. While some respondents recognize that their activities contribute to platform economies, a significant proportion demonstrate limited awareness of these processes.

This finding highlights the invisibility of digital labor in educational contexts. Students participate in data-generating activities without necessarily understanding their economic implications, reinforcing the normalization of unpaid digital labor within platformized systems.

4.6. Perceived Benefits and Risks of Platform Participation

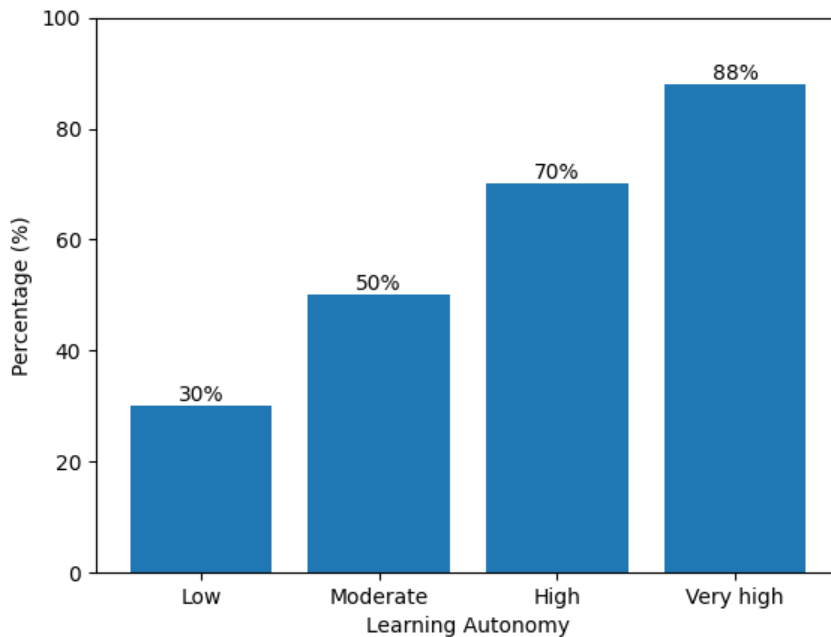


Figure 6. Perceived Benefits vs. Risks of Platform Use (%)

Note: Values represent percentages of respondents.

Source: Author's calculation.

Students report a range of perceived benefits, including easier access to information, enhanced collaboration, and increased learning flexibility. At the same time, they identify risks such as dependency, misinformation, and reduced critical engagement.

The coexistence of these perceptions reflects the ambivalent nature of platform participation. Students simultaneously recognize the advantages of digital environments while expressing concerns about their potential negative effects, indicating a form of reflexive engagement.

4.7. Digital Skills and Unequal Participation

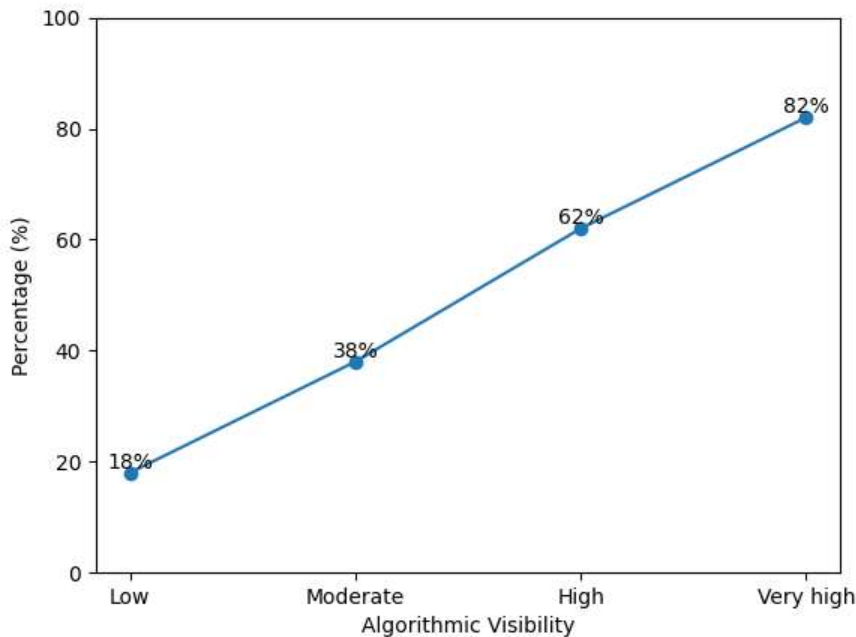


Figure 7. Platform Engagement by Digital Skills Level (%)

Note: Values represent percentages of respondents.

Source: Author's calculation.

Students from technological profiles and those with higher levels of digital competence demonstrate significantly higher levels of active participation, particularly in content creation and collaborative practices. This pattern points to the emergence of stratified participation within platformized learning environments. Digital inequality is not limited to access but extends to the capacity to actively contribute and gain visibility within these systems.

4.8. Algorithmic Visibility and Recognition

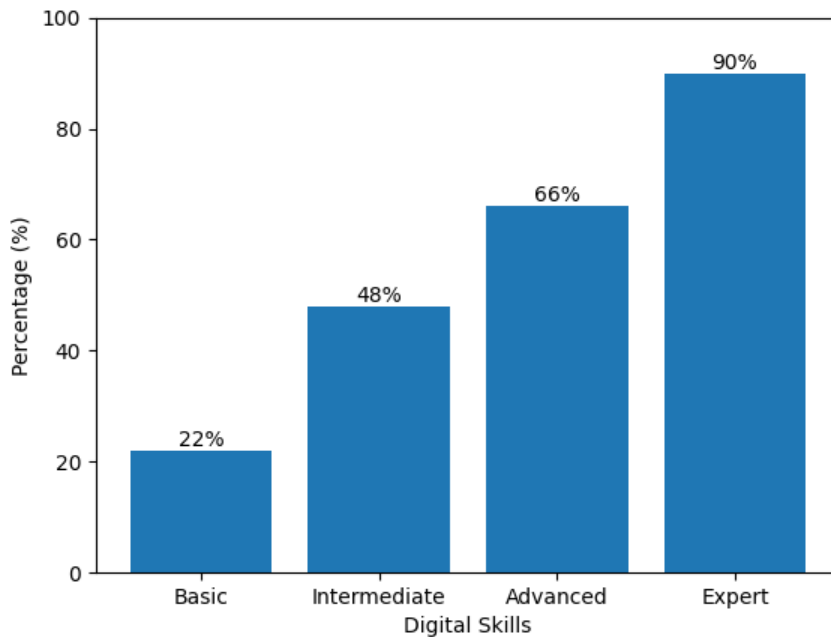


Figure 8. Algorithmic Visibility and Perceived Recognition (%)

Note: Values represent percentages of respondents.

Source: Author's calculation.

Students' perceptions indicate that visibility within digital platforms is influenced by factors beyond their direct control, including algorithmic prioritization and engagement metrics. This suggests that recognition in platformized environments is not solely merit-based but mediated by opaque technological processes.

From a sociological perspective, this contributes to new forms of inequality, where participation is filtered through algorithmic systems that shape exposure, recognition, and influence.

4.9. Distribution of Prosumption Activities

Table 1. Distribution of Prosumption Activities in Platformized Learning Environments (%)

Activity Type	Low (%)	Moderate (%)	High (%)	Very High (%)
AI-assisted content consumption	12	28	42	18
Content creation (assignments, posts, projects)	15	35	33	17
Peer-to-peer knowledge sharing	18	37	29	16
Data generation (platform interaction, clicks, uploads)	10	25	40	25
Use of AI for knowledge production	14	31	38	17

Note: Values represent percentages of respondents (N = 380).

Source: Author's calculation.

The distribution of prosumption-related activities indicates that students engage unevenly across different forms of digital participation. Higher levels of AI-assisted consumption and data generation suggest that platform-based learning environments rely heavily on continuous user interaction, while more active forms of knowledge production, such as content creation and peer sharing, remain more moderately distributed.

4.10. Correlation Analysis of Prosumption, Dependency, and Exploitation

Table 2. Correlation Matrix of Prosumption, Platform Dependency, and Perceived Exploitation

Variable	Prosumption Level	Platform Dependency	Perceived Exploitation	Learning Autonomy
Prosumption Level	1.00	0.58	0.46	0.52
Platform Dependency	0.58	1.00	0.63	0.41
Perceived Exploitation	0.46	0.63	1.00	0.28
Learning Autonomy	0.52	0.41	0.28	1.00

Note: Values represent Pearson correlation coefficients.

Source: Author's calculation.

The correlation matrix reveals a coherent pattern of relationships between prosumption, platform dependency, and perceived exploitation. The moderate to strong positive correlation between prosumption and platform dependency ($r = 0.58$) suggests that increased engagement in knowledge production is closely linked to deeper integration within platform-based environments. Furthermore, the strong association between platform dependency and perceived exploitation ($r = 0.63$) indicates that students who rely more heavily on digital platforms are also more likely to perceive their activities as contributing to value extraction processes. At the same time, the positive relationship between prosumption and learning autonomy ($r = 0.52$) highlights the ambivalent nature of platformized education, simultaneously enabling forms of individual agency while reinforcing underlying structural dependencies within digital educational ecosystems.

5. Discussion

The findings of this study provide empirical support for the growing relevance of prosumption and digital labor within platformized educational ecosystems. By examining students' engagement with digital platforms, the analysis highlights a fundamental transformation in the nature of learning, where participation extends beyond knowledge acquisition to include continuous processes of content creation, interaction, and data generation.

5.1. From Learning to Prosumption: Reconfiguring Educational Participation

The results indicate that students are actively involved in both consuming and producing educational content, confirming the hybrid nature of participation described in theories of prosumption (Ritzer & Jurgenson, 2010). Rather than replacing consumption, production emerges as a complementary layer, resulting in a fluid oscillation between passive and active roles.

This transformation suggests that learning is increasingly embedded in participatory cultures, where knowledge is co-constructed through interaction, sharing, and collaboration. Educational processes thus become distributed across networks of users and platforms, challenging traditional models centered on transmission and institutional authority.

However, the findings also reveal that students do not fully internalize their role as producers. The discrepancy between actual practices and self-perception indicates that prosumption operates not only at a behavioral level but also at a symbolic level, where identities as “creators” or “contributors” remain unevenly developed.

5.2. Digital Labor and the Invisibilization of Value Creation

A central contribution of this study lies in highlighting the labor dimension of educational participation in digital environments. Students’ activities—ranging from content creation to continuous interaction with platforms—generate data that can be captured, processed, and monetized within platform economies.

Despite this, the findings show limited awareness of data generation and value extraction processes. This supports the argument advanced by Couldry and Mejias (2019) that digital labor is often rendered invisible through its integration into routine practices. In educational contexts, participation is framed primarily as learning, obscuring its economic dimension.

This invisibilization contributes to the normalization of unpaid digital labor. Students engage in value-generating activities without recognizing their contribution to platform economies, reinforcing asymmetrical relations between users and technological infrastructures.

5.3. Platform Dependency and the Ambivalence of Participation

The correlation analysis reveals a strong relationship between prosumption and platform dependency, suggesting that increased participation is closely tied to deeper integration within digital ecosystems. This finding points to a structural dynamic in which agency and dependency evolve simultaneously.

On the one hand, platforms enhance learning autonomy by providing access to resources, enabling collaboration, and supporting flexible engagement. On the other hand, they create conditions of dependency, as educational activities become increasingly reliant on platform infrastructures.

This duality reflects a broader paradox characteristic of platform capitalism: participation is both empowering and constraining. Students gain opportunities for expression and knowledge production, yet their activities are shaped and limited by platform architectures, data regimes, and algorithmic systems.

5.4. Algorithmic Mediation and Stratified Visibility

The results concerning algorithmic visibility highlight the role of technological mediation in shaping participation and recognition. Students perceive that visibility within platforms is influenced by factors such as

engagement metrics and algorithmic prioritization, rather than solely by the intrinsic value of their contributions.

This finding aligns with existing research on algorithmic governance (Gillespie, 2014), suggesting that digital environments introduce new forms of stratification based on visibility and exposure. Participation is not only uneven in terms of access or skills but also filtered through opaque systems that determine what is seen, valued, and amplified.

As a result, educational inequalities are reconfigured in platformized contexts. Students with higher digital competencies or greater algorithmic visibility are more likely to benefit from participation, while others remain marginalized within the same environments.

5.5. Digital Competence and the Reproduction of Inequality

The relationship between digital skills and active participation underscores the importance of competence in shaping students' roles as prosumers. Those with higher levels of digital literacy are more likely to engage in complex forms of knowledge production and collaborative practices.

This pattern suggests that platformized education does not eliminate inequality but rearticulates it in new forms. Access to technology is no longer sufficient; the ability to navigate, interpret, and strategically use digital platforms becomes a key factor in educational outcomes.

Consequently, digital inequality evolves into a multidimensional phenomenon, encompassing not only access but also participation, visibility, and the capacity to generate value within platform ecosystems.

5.6. Education in the Logic of Platform Capitalism

Taken together, the findings indicate that education is increasingly embedded within the economic logic of platform capitalism (Srnicek, 2017). Learning activities are intertwined with processes of data production, value extraction, and algorithmic organization, transforming educational environments into sites of both knowledge creation and economic activity.

This reconfiguration challenges conventional understandings of education as a primarily social or pedagogical domain. Instead, education emerges as a hybrid space where cognitive processes, technological infrastructures, and economic logics intersect.

Understanding students as prosumers provides a critical lens for analyzing these transformations, revealing how participation in digital learning environments is simultaneously a form of engagement, production, and labor.

6. Conclusions

The present study has examined the transformation of educational participation in the context of platformized digital environments, focusing on the role of students as prosumers engaged in both knowledge production and data generation. The findings demonstrate that learning is no longer limited to the consumption of information

but increasingly involves active participation in networked processes of creation, interaction, and circulation of knowledge.

One of the central conclusions of this research is that students function simultaneously as learners and contributors within platform-based educational ecosystems. Through activities such as content creation, peer collaboration, and continuous interaction with digital platforms, they participate in distributed knowledge production processes that extend beyond formal educational structures. This shift reflects a broader reconfiguration of educational roles, where the boundaries between consumption and production become increasingly blurred.

At the same time, the study highlights the emergence of digital labor as an embedded dimension of educational participation. Students' engagement with platforms generates data that contributes to value creation within platform economies, often without explicit awareness or recognition. This finding underscores the invisibility and normalization of unpaid digital labor in educational contexts, raising important questions about ownership, control, and the commodification of learning activities.

Another key conclusion concerns the ambivalent nature of platformized education. While digital platforms enhance access to knowledge, support collaboration, and increase flexibility in learning, they also introduce new forms of dependency, surveillance, and algorithmic control. Students' participation is simultaneously enabled and constrained by platform infrastructures, reflecting a broader tension between empowerment and exploitation within digital environments.

Furthermore, the results point to the development of new forms of educational inequality. Differences in digital competence, platform literacy, and algorithmic visibility shape students' capacity to participate actively and gain recognition within digital ecosystems. This suggests that inequality in contemporary education is increasingly linked not only to access but also to the ability to navigate and capitalize on platform-mediated environments.

From a sociological perspective, the study confirms that education is becoming deeply embedded in the logic of platform capitalism, where learning processes are intertwined with data production and economic value extraction. Understanding students as prosumers provides a critical framework for analyzing these transformations and for rethinking the role of education in digitally mediated societies.

6.1. Implications

The findings of this study carry several important implications:

- **For educational policy:** There is a need to address emerging forms of digital and cognitive inequality by ensuring equitable access to digital tools and fostering platform literacy among students.

- **For teaching practice:** Educators should support students in developing critical awareness of their role within digital platforms, including understanding processes of data generation, algorithmic mediation, and digital labor.
- **For curriculum development:** Educational programs should integrate digital literacy, critical data awareness, and ethical reflection on technology use, in order to prepare students for active and informed participation in platformized environments.

6.2. Limitations and Future Research

This study is subject to several limitations. The use of a convenience sample limits the generalizability of the findings, while the reliance on self-reported data may introduce subjective biases. Additionally, the cross-sectional design captures students' perceptions at a specific moment in time, without accounting for the evolving nature of digital platforms and user practices.

Future research should explore longitudinal developments in prosumption and digital labor in education, examine variations across socio-economic and cultural contexts, and investigate in greater depth the role of algorithms in shaping participation and inequality. Comparative studies across educational systems would further enhance the understanding of how platformization transforms learning globally.

In conclusion, the rise of students as prosumers signals a profound shift in the nature of education, where learning, production, and labor converge within platformized digital ecosystems. Recognizing and critically engaging with these transformations is essential for developing educational systems that are not only innovative, but also equitable and socially responsible in the digital age.

References

- Couldry, N., & Mejias, U. A. (2019). *The costs of connection: How data is colonizing human life and appropriating it for capitalism*. Stanford University Press. <https://doi.org/10.1515/9781503609754>
- Gillespie, T. (2014). The relevance of algorithms. In T. Gillespie, P. J. Boczkowski, & K. A. Foot (Eds.), *Media technologies: Essays on communication, materiality, and society* (pp. 167–194). MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/9780262525374.003.0009>
- Ritzer, G., & Jurgenson, N. (2010). Production, consumption, prosumption: The nature of capitalism in the age of the digital “prosumer.” *Journal of Consumer Culture*, 10(1), 13–36. <https://doi.org/10.1177/1469540509354673>
- Scholz, T. (Ed.). (2013). *Digital labor: The internet as playground and factory*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203145791>
- Srnicek, N. (2017). *Platform capitalism*. Polity Press. <https://politybooks.com/bookdetail/?isbn=9781509504879>
- Toffler, A. (1980). *The third wave*. William Morrow and Company. https://archive.org/details/the-third-wave_202012
- Van Dijck, J., Poell, T., & de Waal, M. (2018). *The platform society: Public values in a connective world*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780190889760.001.0001>

THE PHENOMENON OF FEAR OF MISSING OUT (FOMO) IN GENERATION Z'S CONSUMPTION BEHAVIOR

Eka Fairus Sabila

Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Accounting, Central Java, Indonesia

eka.fairus.sabila25036@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

This study aims to analyze the phenomenon of Fear of Missing Out (FOMO) in shaping the consumption behavior of Generation Z, particularly in the context of increasing digitalization and social media exposure. It seeks to understand how psychological factors driven by FOMO influence impulsive and consumptive decision-making patterns among young individuals. This research employs a qualitative approach using a literature study method. Relevant academic sources, including journal articles, books, and previous research, are systematically reviewed to examine the relationship between FOMO and consumption behavior. The study analyzes theoretical frameworks and empirical findings to construct a comprehensive understanding of the phenomenon. The results indicate that FOMO significantly affects the consumption behavior of Generation Z by encouraging impulsive purchases, excessive spending, and a tendency to prioritize social validation over rational decision-making. Social media platforms play a crucial role in amplifying FOMO by continuously exposing individuals to curated lifestyles and consumption trends. This condition leads to decreased financial awareness and challenges in maintaining responsible financial behavior. The findings suggest the importance of enhancing financial literacy and self-control among Generation Z to mitigate the negative impacts of FOMO-driven consumption. From an Islamic accounting perspective, this study highlights the need to promote ethical consumption aligned with principles such as moderation (*wasatiyyah*) and accountability (*amanah*), encouraging individuals to make more responsible and value-driven financial decisions. This study contributes to the literature by integrating psychological, economic, and Islamic accounting perspectives in analyzing FOMO-related consumption behavior. It offers a unique conceptual understanding that links modern digital behavior with ethical financial principles.

Keywords: FOMO, consumption behavior, Generation Z, financial literacy, Islamic perspective

THE IMPACT OF SOCIAL MEDIA ON TEENAGERS' SOCIAL LIVES

Lafita Atiyani

Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and
Business, Department of Sharia Accounting, Central Java, Indonesia

lafitaatiyani25027@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

This study examines the impact of social media on adolescents' social lives, focusing on how digital interaction shapes communication patterns, social behavior, and emotional well-being. It aims to identify both the positive and negative influences of social media use on teenagers' interpersonal relationships and social development in contemporary society. This research employs a literature review approach by analyzing relevant academic journals, books, and credible online sources related to social media and adolescent behavior. The study systematically reviews previous findings to synthesize key patterns, theories, and empirical evidence regarding the role of social media in shaping social interactions among teenagers. The study finds that social media significantly influences adolescents' social lives in both constructive and detrimental ways. On the positive side, social media enhances communication, expands social networks, and provides platforms for self-expression and identity formation. However, excessive use often leads to reduced face-to-face interaction, increased social comparison, cyberbullying, and potential mental health issues such as anxiety and low self-esteem. The findings highlight that the impact largely depends on the intensity and manner of social media usage. These findings suggest the need for greater awareness among adolescents, parents, and educators regarding responsible social media use. Educational programs and digital literacy initiatives can help teenagers develop healthier online habits, balance virtual and real-life interactions, and mitigate the negative effects while maximizing the benefits of social media. This study contributes to the existing literature by providing a comprehensive synthesis of recent research on social media's social impact on adolescents, offering a balanced perspective that integrates both opportunities and risks in a rapidly evolving digital environment.

Keywords: social media, adolescents, social interaction, digital behavior, mental health

GREEN TRANSITION OR DIGITAL CARBON BURDEN? THE ROLE OF ICT AND RENEWABLE ENERGY IN ASEAN-6

Cacak Rinunate, Aliasuddin Aliasuddin^{*)}, Ernawati Ernawati

Faculty of Economics and Business, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, Indonesia

^{*)} Corresponding author: aliasuddin@usk.ac.id

Abstract

This study examines whether digital transformation in ASEAN-6 supports a green transition or instead increases environmental pressure through higher carbon emissions. The research analyzes the effects of renewable energy consumption, Information and Communication Technology (ICT), and economic growth on carbon dioxide (CO₂) emissions in Indonesia, Malaysia, Thailand, Singapore, the Philippines, and Vietnam over the period 1990–2023. Using panel data and the Autoregressive Distributed Lag (ARDL) approach, this study explores both short-run and long-run relationships among the variables. The results indicate a long-run equilibrium relationship among the variables. Renewable energy consumption shows a negative but statistically insignificant effect on CO₂ emissions. In contrast, ICT development and economic growth have positive and significant long-run impacts on carbon emissions. In the short run, most variables are not significant, although the error correction mechanism confirms adjustment toward the long-run equilibrium. These findings highlight the need for stronger renewable energy policies and sustainable digital infrastructure to support environmental sustainability in ASEAN-6.

Keywords: ICT, Renewable Energy, Economic Growth, Carbon Emissions, ARDL, ASEAN-6.

1. Introduction

Climate change has become an increasingly urgent global issue in recent decades due to its widespread impact on ecosystem stability, economic resilience, and social well-being. The increase in the Earth's average temperature, rising sea levels, and the increasing frequency of extreme natural disasters indicate that the pressure on the environment is becoming more intense. This phenomenon is primarily triggered by the increase in greenhouse gas concentrations in the atmosphere, with carbon dioxide (CO₂) being the largest contributor. The latest report from the Intergovernmental Panel on Climate Change confirms that human activities, particularly the burning of fossil fuels and industrial processes, are the main causes of the surge in global carbon emissions. Therefore, controlling CO₂ emissions has become a primary focus in the sustainable development agenda of various countries (Khadka et al., 2025).

Carbon emissions are closely linked to economic activities and energy consumption. Rapid economic growth is often followed by increased industrial production, infrastructure expansion, and a surge in energy demand to support these activities. In many cases, economic growth in developing countries still heavily relies on fossil-based energy such as coal, petroleum, and natural gas. This dependence leads to an increase in carbon intensity per unit of economic output, thereby putting greater pressure on the environment. Thus, the relationship between economic growth and carbon emissions has become one of the central issues in environmental economics (Gazik et al., 2025).

Association of Southeast Asian Nations, particularly ASEAN-6 which consists of Indonesia, Malaysia, Thailand, Singapore, the Philippines, and Vietnam, has experienced rapid economic growth over the past three decades, driving an increase in energy demand and the expansion of the industrial sector. The structural transformation from the agrarian sector to modern industry and services has significantly contributed to the increase in gross domestic product, but it has also been accompanied by a surge in fossil energy consumption. Dependence on coal, oil, and natural gas remains quite high in most ASEAN-6 countries, leading to increasing pressure on the environment. This condition creates a dilemma between maintaining economic growth and fulfilling carbon emission reduction commitments (He et al., 2025).

In response to these challenges, ASEAN countries are beginning to promote a green transition agenda through increased utilization of renewable energy. Solar, wind, water, and biomass energy are viewed as strategic solutions to reduce carbon intensity without hindering economic growth. The transition from fossil fuels to clean energy is believed to be able to reduce carbon emissions in the long term and improve the efficiency of the national energy system. Green investment incentive policies, the development of clean energy infrastructure, and renewable energy mix targets are part of the strategy toward low-carbon development. Thus, renewable energy becomes a key pillar in the green transition process in the ASEAN region (Sun & Qamruzzaman, 2024).

However, amidst these green transition efforts, the ASEAN-6 is also experiencing a significant acceleration in digital transformation. The development of Information and Communication Technology (ICT) has transformed the economic structure, consumption patterns, and production systems across various sectors. Digitalization drives efficiency, increases productivity, and expands market access thru electronic commerce and data-based services. Digital infrastructure such as data centers, telecommunications networks, and cloud computing is rapidly developing alongside the increasing penetration of the internet and the use of digital devices. This transformation strengthens the region's economic competitiveness, but it also has implications for increasing energy consumption (Al-Rahmi et al., 2019).

This phenomenon gives rise to what is known as the digital carbon paradox. On one hand, ICT has the potential to reduce emissions thru the optimization of production processes, reduction of physical mobility, and the implementation of smart energy systems such as smart grids. Digitalization enables real time monitoring of energy consumption, thereby increasing the efficiency of resource use. However, on the other hand, the expansion of digital infrastructure significantly increases electricity demand, especially if the energy supply is still dominated by fossil fuels. Thus, the development of ICT can actually become a factor that increases the carbon footprint if it is not balanced with the use of clean energy (Zhang et al., 2019).

Kondisi ini menimbulkan pertanyaan penting mengenai arah pembangunan berkelanjutan di ASEAN-6: apakah kawasan ini benar-benar bergerak menuju transisi hijau, ataukah pertumbuhan digital justru menciptakan beban karbon baru? Hubungan antara energi terbarukan, ICT, dan emisi karbon tidak selalu bersifat linier dan sederhana. Interaksi antara kemajuan teknologi dan struktur energi nasional menentukan apakah digitalisasi akan menjadi katalisator dekarbonisasi atau sumber tekanan lingkungan tambahan. Oleh karena itu, diperlukan analisis empiris yang mampu menjelaskan dinamika jangka panjang antara variabel-variabel tersebut.

Based on this background, this study aims to analyze the role of ICT and renewable energy on carbon emissions in ASEAN-6. This approach allows for the simultaneous testing of short-term and long-term relationships, thereby providing a more comprehensive picture of the adjustment process toward long-term equilibrium. By focusing on the interaction between digital transformation and energy transition, this research is expected to contribute to the formulation of more integrated low-carbon development policies in the ASEAN region.

2. Literature Review

The issue of the role of eco-innovation and renewable energy in reducing carbon emissions. The method used is a regression model with moderation of Hofstede's cultural dimensions. The results show that eco-innovation and renewable energy reduce emissions, while cultural factors such as individualism, long term orientation, and power distance also strengthen the effect. The discussion reveals the importance of investing in

green technology and renewable energy research. Where green innovation and renewable energy are the solutions to reducing carbon emissions, especially when supported by national regulations and culture.

(Aliani et al., 2024).

Cheng et al. (2025) The research examines whether green innovations in the form of pollution prevention and pollution control have different impacts on the financial and environmental performance of companies. The method used green patent data from 1997 to 2017 with a large panel analysis of 37,684 firm-year observations. The research results show that pollution prevention patents are positively correlated with financial performance and emission reduction, whereas pollution control patents are not significant. The discussion reveals that resource efficiency thru pollution prevention technology can reduce waste while increasing profits, and only pollution prevention innovations have proven to be financially and environmentally efficient, making them more effective in reducing CO2 emissions.

The transition to green energy, eco-innovation, energy consumption, economic growth, and economic policy uncertainty affect CO2 emissions in the industrial, transportation, commercial, and household sectors. The methods used are Quantile-on-Quantile Regression (QQR) and Granger causality in quantiles with data from 1980 to 2020. The results show that the transition to green energy and eco-innovation reduce emissions, but economic growth and energy consumption tend to increase emissions. The discussion reveals the need for significant investments in environmentally friendly technologies and renewable energy to achieve carbon neutrality targets. Where renewable energy and technological innovation contribute to reducing CO2, but economic growth remains a challenge (Wang et al., 2024).

Green technology innovation can enhance the capacity to reduce carbon emissions, including spillover effects between provinces and whether there is a threshold effect. The methods used are spatial econometrics (SDM, SEM, SAR) and panel threshold model. The research shows that green technology innovation has a significant direct impact on reducing carbon emissions, providing positive spillover effects to neighboring areas, and demonstrating a double threshold effect where the impact of innovation becomes stronger after surpassing a certain level (Wei & Ma, 2024).

Tian & Qiu (2025) This research formulates the main problem: whether green location-based policies, specifically National Eco-Industrial Demonstration Parks (NEDPs). The research method used is Staggered Difference-in-Differences (DID) with data from public companies (A-share) in Shanghai and Shenzhen, supplemented by robustness tests such as PSM-DID and parallel trend test. The research results show that NEDPs have proven to drive substantial green innovation in companies thru four mechanisms: (1) increasing government attention to the environment, (2) pressuring companies to increase R&D investment, (3) providing green financial support, and (4) attracting agglomerations of innovative talent.

This research discusses how green technology innovation (GTI) affects the reduction of CO₂ emissions and how environmental regulations moderate that relationship. The methods used are the Panel Fixed-effect Model, Spatial Durbin Model (SDM), System Generalized Method of Moments (SYS-GMM), and Difference-in-Difference (DID). The research results show that green technology innovation can reduce CO₂ emissions, especially thru green knowledge innovation (GKI), while green process innovation (GPI) has a weaker effect. Environmental regulations contribute, where investment-based regulation (IER) is most effective in strengthening the relationship between green innovation and carbon emission reduction, followed by command-based regulation (CER), while cost-based regulation (EER) is less effective (Chang et al., 2023).

Moderating role of internal governance, this research is directed toward how green innovation can enhance resource efficiency, support the utilization of renewable energy, and reduce carbon dioxide emissions. This research also uses panel data from 2,215 Chinese manufacturing companies from the period 2010 to 2020, analyzed with a fixed effects model and robustness tests thru the 2SLS method. The results show that green innovation significantly contributes to improving carbon performance by promoting energy efficiency and reducing emissions. But, ownership concentration and executive political connections actually weaken that positive impact, while director compensation strengthens it (Ju & Jin, 2024).

3. Research Methodology

The scope of this research lies within the field of environmental economics and sustainable development. This study analyzes the impact of ICT and renewable energy consumption on carbon emissions in the ASEAN-6, namely Indonesia, Malaysia, Thailand, Singapore, the Philippines, and Vietnam. In addition to these two main variables, this study also includes economic growth as a control variable to capture the macroeconomic dynamics that influence carbon emissions.

This research is a quantitative study using secondary data in the form of panel data, which consists of a combination of time series and cross-sectional data. The data used is annual data for the period 1990–2023, resulting in a total of 198 panel observations. Data were obtained from the World Bank and Our World in Data, which provide comprehensive and standardized indicators of macroeconomics, energy, and the environment.

The dependent variable in this study is carbon dioxide (CO₂) emissions, measured in metric tons per capita and transformed into natural logarithm form to stabilize variance and facilitate the interpretation of elasticity. The main independent variables consist of renewable energy consumption and ICT development. Renewable energy consumption is measured based on the percentage of renewable energy in total final energy consumption. Meanwhile, ICT is measured using indicators of communication technology penetration, such as internet users or the ICT development index available in international databases. Economic growth is used as a control

variable measured based on annual Gross Domestic Product (GDP) growth.

The basic model of this research can be formulated as follows:

$$CO2_{it} = f(REC_{it}, ICT_{it}, EG_{it}) \quad (1)$$

Econometrically, the long-term model can be expressed in the following equation:

$$\ln CO2_{it} = \beta_0 + \beta_1 REC_{it} + \beta_2 ICT_{it} + \beta_3 EG_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

where:

CO₂ = Carbon dioxide emissions

REC = Renewable energy

ICT = Information and Communication Technology

EG = Economic growth

i = ASEAN-6 countries

t = Time period 1990–2023

ε = error term

To analyze short-term and long-term relationships simultaneously, this study uses the Autoregressive Distributed Lag (ARDL) approach developed by Pesaran et al. The ARDL model is chosen because it can accommodate variables with different integration levels, namely I(0) and I(1), as long as there are no variables integrated at the second order I(2). This approach also allows for the estimation of long-term coefficients as well as short-term adjustment mechanisms thru the Error Correction Model (ECM).

The general specification of the ARDL model in this study can be written as follows:

$$\begin{aligned} \Delta \ln CO2_{it} = & \alpha_0 + \sum_{j=1}^p \alpha_1 \Delta \ln CO2_{it-j} + \sum_{j=0}^q \alpha_2 \Delta REC_{it-j} \\ & + \sum_{j=0}^r \alpha_3 \Delta ICT_{it-j} + \sum_{j=0}^s \alpha_4 \Delta EG_{it-j} \\ & + \lambda_1 \ln CO2_{it-1} + \lambda_2 REC_{it-1} + \lambda_3 ICT_{it-1} + \lambda_4 EG_{it-1} + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (3)$$

The first part of the equation above represents short-term dynamics thru the changes (Δ) of each variable, while the second part shows the long-term relationship thru the lagged level variables.

This research was conducted thru several stages of analysis. The first stage is the stationarity test using the Phillips-Perron (PP) test to ensure that there are no variables integrated at order I(2). The second stage is the

cointegration test to identify the long-term relationships between variables. If cointegration is confirmed, the ARDL estimation is continued to obtain short-term and long-term coefficients.

Error Correction Model (ECM), the error correction coefficient is expected to be negative and statistically significant. The value of this coefficient indicates the speed of adjustment toward long-term equilibrium when there is a deviation in the short term. The larger the absolute value of the coefficient, the faster the system returns to equilibrium.

The research hypothesis is formulated as follows:

H_0 : Renewable energy and ICT do not affect carbon emissions in the long term.

H_1 : Renewable energy negatively affects carbon emissions, while ICT positively affects carbon emissions in the long term.

4. Results and Discussion

Stationarity Test

The stationarity test is conducted to ensure that the time series data has a stable mean and variance throughout the observation period. This test is very important in ARDL analysis to avoid relationships that could lead to misleading estimates. In addition, the stationarity test also aims to ensure that the variables used in the research are at the integration level of $I(0)$ or $I(1)$. In this study, the stationarity test was conducted using the Phillips-Perron (PP) method because this method is considered more robust in addressing issues of heteroscedasticity and autocorrelation compared to other methods.

Table 3 Stationarity Test

Variabel	Level		First Difference		Urutan integrasi
	Statistik	P-Value	Statistik	P-Value	
Carbon Dioxide (CO ₂)	101.012	0.0000	324.836	0.0000	I(1)
renewable energy (REC)	67.7966	0.0000	71.0174	0.0000	I(1)
ICT	50.9248	0.0000	48.6639	0.0000	I(1)
Economic Growth (EG)	81.4947	0.0000	73.5470	0.0000	I(0)

Source: Processed using Eviews 12 software (2025)

Table 3 displays the results of the stationarity test using the Augmented Dickey-Fuller (ADF) at the level and first difference. At the level, the test results show that only one variable is stationary, namely the economic growth variable. This indicates that the variable has a relatively stable mean and variance throughout the observation period without requiring data differencing. Meanwhile, the other variables have not yet shown

stationary properties at the level, indicating the presence of long-term trends or fluctuations in the data, which could potentially lead to biased estimates if directly used in a regression model.

Next, at the first difference level, the test results show that several variables become stationary, namely carbon dioxide (CO₂) emissions transformed into natural logarithm form, renewable energy, and information and communication technology (ICT). The difference in stationarity levels indicates that the variables in the study have different integration orders, namely zero order I(0) and first order I(1). This condition meets the requirements for using the ARDL model, as this method can be applied to combinations of variables integrated at levels I(0) and I(1), provided there are no variables integrated at second order I(2). Therefore, the application of the ARDL model in this study is considered appropriate for analyzing the short-term and long-term relationships between variables more comprehensively.

Cointegration Test

After ensuring that the data is statistically significant, the next step is to conduct a Kao test, which aims to assess the level of cointegration between variables that may not be statistically significant. To test the hypothesis that there is no cointegration, researchers must identify the appropriate regression model and consider the results on the statistical panel.

Table 4 Cointegration Test

ADF		<u>t-Statistic</u> -2.143560		<u>Prob.</u> 0.0160
Residual variance		291.3104		
HAC variance		254.3318		
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
RESID(-1)	-0.166356	0.039690	-4.191376	0.0000
D(RESID(-1))	0.048718	0.073274	0.664866	0.5069

Source: Processed using Eviews 12 software (2025)

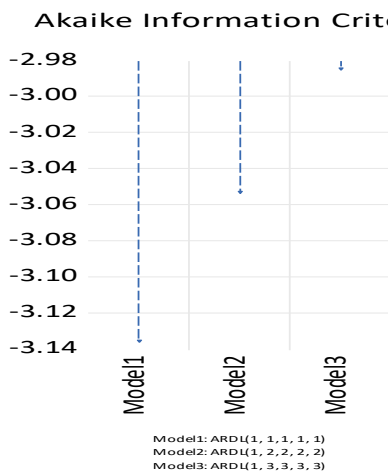
Based on Table 4, the Kao cointegration test results show that the panel v-statistic value has a probability of 0.0160, which is less than the significance level of 0.05. These results indicate that the null hypothesis stating the absence of cointegration can be rejected, thus concluding that there is a long-term relationship between the variables in the research model. These findings affirm that changes in the independent variables have a structural relationship with the dependent variables over a long period.

Furthermore, the presence of cointegration indicates that the imbalances occurring in the short term are temporary and will adjust toward long-term equilibrium. This means that if there are deviations between the research variables due to economic shocks, policy changes, or other external factors, the adjustment mechanism will work to restore the relationship to a long-term equilibrium condition. Thus, the model used is not only

capable of capturing short-term dynamics but also consistently explaining the long-term adjustment process, so that the estimation results can serve as a strong foundation in economic analysis and policy formulation oriented toward sustainability.

Optimal Lag Selection

Finding the optimal lag in the ARDL model is crucial for understanding the dynamic relationships between variables, both in the short term and the long term. In this process, a systematic approach to lag selection helps identify potential weaknesses in the long-term relationship, enhances the validity of cointegration tests, and analyzes the long-term relationship by comparing data with accurate lag selection.



Source: Processed using Eviews 12 software (2025)

Gambar 2 Optimal Lag Selection

Based on Figure 2, it shows the results of the optimal lag selection based on three criteria of the Akaike Information Criterion (AIC). The Akaike Information Criterion (AIC) focuses on the model's accuracy in capturing data patterns by providing a relatively light penalty on the number of parameters, thus allowing the selection of more complex models if they can significantly improve prediction accuracy. Based on the evaluation results, AIC shows that Model 3 has the lowest value, which means Model 3 provides the best balance between the ability to explain the data and the level of complexity of the model used.

The lower AIC value in Model 3 confirms that this model is the optimal choice because it can achieve superior predictive performance without posing a risk of overfitting, making it more effective than the other models tested. Thus, the selection of Model 3 as the best model based on the AIC criteria aligns with the analysis goals that emphasize prediction accuracy and model structure efficiency.

Short-Term ARDL Estimation

The Error Correction Model (ECM) uses the concept of error correlation to show how quickly economic variables can return to their initial point after experiencing changes or setbacks. These error elements often have

negative coefficients, and their coefficients indicate the speed at which the variable in question adjusts. If the correlation is set to -1, the variable will return to normal faster, whereas if it is set to 0, the adjustment toward equilibrium will proceed more slowly.

Table 5 Results of Short-Term Estimation Test

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
COINTEQ01	-0.051379	0.016133	-3.184747	0.0019
D(REC)	-35.31414	66.07634	-0.534445	0.5941
D(REC(-1))	228.2288	213.5518	1.068728	0.2874
D(REC(-2))	-129.4240	213.2907	-0.606796	0.5452
D(REC(-3))	-7.821177	90.02346	-0.086879	0.9309
D(ICT)	0.060595	0.316105	0.191692	0.8483
D(ICT(-1))	0.784221	0.814300	0.963062	0.3375
D(ICT(-2))	-0.120473	0.159221	-0.756636	0.4508
D(ICT(-3))	0.083565	0.242231	0.344983	0.7307
D(EGDP)	-0.043964	0.521220	-0.084348	0.9329
D(EGDP(-1))	0.152266	0.455397	0.334358	0.7387
D(EGDP(-2))	-0.546531	0.289197	-1.889823	0.0613
D(EGDP(-3))	-0.200461	0.142672	-1.405043	0.1627
C	6.447436	4.682272	1.376989	0.1712

*Note: * significance at the 5 percent level*

Based on the short-term estimation results in Table 5, the COINTEQ01 coefficient value is -0.051379 with a probability of 0.0019, indicating the presence of a valid adjustment mechanism toward long-term equilibrium. This negative and significant coefficient value indicates that any short-term imbalance will be corrected by 5.13 percent within one period. This indicates that the system will gradually return to long-term equilibrium after a deviation occurs in the relationship between variables.

The short-term estimation results show that not all independent variables have a significant impact on changes in carbon dioxide emissions. The variable of renewable energy consumption in the current period has a coefficient of -35.31414 with a probability of 0.5941, which means it has a negative but not significant effect on carbon dioxide emissions in the short term. In addition, the lag of the renewable energy variable also shows statistically insignificant results. This condition indicates that the increase in renewable energy consumption in the short term has not yet been able to directly reduce carbon emissions, because the energy transition process requires a relatively long time, significant investment, and adequate energy infrastructure support.

Furthermore, the information and communication technology (ICT) variable shows a positive coefficient of 0.060595 with a probability of 0.8483, which means it has a positive but not significant effect on carbon dioxide emissions in the short term. Similarly, several lag periods of ICT also do not show statistical significance. This condition reflects that the increased use of information and communication technology in the short term has not yet had a significant impact on changes in carbon emissions. This may be due to the increasing energy demand

to support the operation of digital infrastructure such as data centers, telecommunications networks, and continuously evolving electronic devices.

Meanwhile, the economic growth variable has a coefficient of -0.043964 with a probability of 0.9329, indicating a negative but insignificant impact on carbon dioxide emissions in the short term. This insignificant result suggests that changes in economic activity in the short term have not directly affected the level of carbon emissions in the ASEAN-6 region. This may be due to structural factors such as energy composition, technology efficiency levels, and environmental policies that require time to show their impact on changes in carbon emissions.

Long-Run ARDL Estimation

The long-run results between the independent variables and the dependent variable based on the ARDL model are as follows:

Table 6 Long-Term Estimation Test Results

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
REC	-563.2919	294.8987	-1.910120	0.0586
ICT	3.064085	0.841737	3.640191	0.0004
EGDP	27.59424	13.39475	2.060079	0.0416

Source: Processed using Eviews 12 software (2025)

Table 6 shows the long-term estimation results of the ARDL model between the independent variable and the dependent variable of carbon dioxide emissions with a significance level of 5 percent. The estimation results indicate that in the long term, renewable energy consumption has a coefficient of -563.2919 with a probability of 0.0586, which means it has a negative but statistically insignificant effect on carbon dioxide emissions at the 5 percent significance level. This result indicates that an increase in the use of renewable energy tends to reduce carbon emissions in the long term. However, the effect is not yet strongly significant, which may be due to the still limited contribution of renewable energy in the energy mix of ASEAN-6 countries and the dominant use of fossil-based energy in meeting national energy needs.

Next, the variable of information and communication technology (ICT) shows a positive and significant effect on carbon dioxide emissions in the long term, with a coefficient of 3.064085 and a probability of 0.0004. These results indicate that the increased development and use of ICT significantly drive the increase in carbon emissions in the long term. This condition may be caused by the increasing demand for electrical energy to support the operation of digital infrastructure such as data centers, telecommunications networks, and various electronic devices. Although ICT plays a crucial role in enhancing economic efficiency and productivity, the expansion of digital technology not accompanied by the use of clean energy has the potential to increase energy consumption and ultimately raise carbon emissions.

In addition, the economic growth variable also shows a positive and significant impact on carbon dioxide emissions in the long term, with a coefficient of 27.59424 and a probability of 0.0416. These findings indicate that an increase in economic activity in the long term tends to be followed by an increase in carbon emissions. This is in line with the Environmental Kuznets Curve (EKC) theory in the early stages of economic development, where economic growth is often accompanied by increased energy consumption, industrial sector expansion, and heightened production and transportation activities that still rely on fossil fuel-based energy.

5. Conclusion and Recommendations

Conclusion

Based on the analysis results using the Autoregressive Distributed Lag (ARDL) method, this study shows that there is a long-term relationship between renewable energy consumption, information and communication technology (ICT), and economic growth on carbon dioxide (CO₂) emissions in the ASEAN-6 countries. This is reinforced by the cointegration test results, which indicate a long-term equilibrium between the variables in the model, so changes in the independent variables will affect the dynamics of carbon emissions in the long term.

The estimation results show that renewable energy has a negative but not significant impact on carbon dioxide emissions in the long term. These findings indicate that the increased use of renewable energy tends to reduce carbon emissions, but the impact is not yet statistically significant. This condition may be caused by the still limited contribution of renewable energy in the energy mix of ASEAN-6 countries, as well as the high dependence on fossil fuels to meet domestic energy needs.

Furthermore, information and communication technology (ICT) shows a positive and significant impact on carbon dioxide emissions in the long term. This result indicates that the development of digital technology in the ASEAN-6 region is still accompanied by a considerable increase in energy consumption, especially from the use of data centers, telecommunications networks, and various digital devices. Without support from cleaner energy sources, the increase in digital activity has the potential to raise the carbon footprint in the long term.

Meanwhile, economic growth shows a positive and significant impact on carbon dioxide emissions in the long term. These findings indicate that the increase in economic activity in the ASEAN-6 countries still tends to raise carbon emissions. This reflects that the economic structure in the region is still dominated by energy-intensive sectors and relies on fossil fuels, so the economic growth that occurs is not yet fully aligned with the principles of sustainable development.

In the short term, most independent variables have not yet shown a significant impact on carbon dioxide emissions. This indicates that changes in energy consumption, the development of digital technology, and economic activities require time before having a tangible impact on carbon emission levels. Thus, the

environmental and energy policies implemented need to be carried out consistently and sustainably so that their impact can be seen in the long term.

Recommendations

Based on the results of this research, several policy recommendations can be made to support efforts to reduce carbon emissions in the ASEAN-6 region.

1. The government needs to increase the utilization of renewable energy more broadly and sustainably thru investments in clean energy infrastructure, incentives for the development of renewable energy technologies, and strengthening regulations that encourage the energy transition from fossil fuel sources to more environmentally friendly energy.
2. The development of information and communication technology (ICT) needs to be balanced with the implementation of the green digitalization concept, which involves using clean energy sources for the operation of digital infrastructure such as data centers, communication networks, and other digital services. This is important to ensure that digital transformation does not significantly increase carbon emissions.
3. Governments in ASEAN countries need to integrate economic growth policies with low-carbon development strategies. This can be achieved thru improving energy efficiency, developing environmentally friendly technologies, and implementing green economic policies that promote economic growth without increasing pressure on the environment.
4. Subsequent research is expected to add other variables related to environmental sustainability, such as energy efficiency, green technology innovation, or environmental policies, as well as expand the scope of countries or research periods to provide a more comprehensive picture of the factors influencing carbon emissions in the ASEAN region and globally.

Bibliography

- Al-Rahmi, W. M., Yahaya, N., Aldraiweesh, A. A., Alamri, M. M., Aljarboa, N. A., Alturki, U., & Aljeraiwi, A. A. (2019). Integrating Technology Acceptance Model with Innovation Diffusion Theory: An Empirical Investigation on Students' Intention to Use E-Learning Systems. *IEEE Access*, 7, 26797–26809. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2899368>
- Chang, K., Liu, L., Luo, D., & Xing, K. (2023). The impact of green technology innovation on carbon dioxide emissions: The role of local environmental regulations. *Journal of Environmental Management*, 340. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.117990>
- Cheng, Q., Lin, A. P., & Yang, M. (2025). Green innovation and firms' financial and environmental performance: The roles of pollution prevention versus control. *Journal of Accounting and Economics*, 79(1). <https://doi.org/10.1016/j.jacceco.2024.101706>
- Gazik, A. N., Yousefi, H., & Abdoos, M. (2025). Sustainability under the threat: The nexus of economic growth, energy consumption, and CO2 emission during COVID-19 pandemic (case study: United Kingdom). *Environmental Challenges*, 20. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2025.101285>
- He, J., Zhang, P., & Lu, X. (2025). The risk-based environmental footprints and sustainability deficits of nations. *Ecological Economics*, 230. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2024.108501>
- Ju, W., & Jin, S. (2024). The impact of green innovation on the carbon performance of Chinese manufacturing enterprises: Moderating role of internal governance. *Heliyon*, 10(10). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e31272>
- Khadka, U., Maraseni, T., Devkota, N., & Khanal, G. (2025). The nexus between carbon emission, economic growth, and energy transition in nepal: An empirical investigation of decarbonization pathways. *Results in Engineering*, 28. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2025.107752>
- khaoula Aliani, Borgi, H., Alessa, N., Hamza, F., & Albitar, K. (2024). The impact of green innovation and renewable energy on CO2 emissions in G7 nations. *Heliyon*, 10(10). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e31142>
- Sun, J., & Qamruzzaman, M. (2024). Technological innovation, trade openness, natural resources, clean energy on environmental sustainably: a competitive assessment between CO2 emission, ecological footprint, load capacity factor and inverted load capacity factor in BRICS+T. *Frontiers in Environmental Science*, 12. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2024.1520562>

- Tian, J., & Qiu, W. (2025). Can green location-oriented policies promote substantive green innovation by enterprises? Evidence from China's National Eco-Industrial Demonstration Parks. *PLOS ONE*, 20(6 June). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0325666>
- Wang, C., Abbasi, K. R., Irfan, M., Ben-Salha, O., & Bandyopadhyay, A. (2024). Navigating sustainability in the US: A comprehensive analysis of green energy, eco-innovation, and economic policy uncertainty on sectoral CO2 emissions. *Energy Reports*, 11, 5286–5299. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2024.05.014>
- Wei, W., & Ma, Y. (2024). The impact of green technology innovation on carbon emission reduction capacity in China: Based on spatial econometrics and threshold effect analysis. *PLoS ONE*, 19(12 December). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0310208>
- Zhang, X., Zhang, H., & Yuan, J. (2019). Economic growth, energy consumption, and carbon emission nexus: fresh evidence from developing countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(25), 26367–26380. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05878-5>

THE EFFECTS OF AGRICULTURE, INDUSTRY, ENERGY, AND TOURISM ON LOCAL GOVERNMENT REVENUE: EVIDENCE FROM ACEH JAYA, INDONESIA

Cut Rizki Muliani, Aliasuddin Aliasuddin, Taufiq C. Dawood

Faculty of Economics and Business, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, Indonesia

Email correspondence: aliasuddin@usk.ac.id

Abstract

This study examines how agriculture, industry, energy, and tourism affect local government revenue (PAD) in Aceh Jaya, Indonesia, from January 2014 to December 2024. Using secondary data and multiple linear regression (OLS), the results indicate that agriculture and tourism positively influence PAD through strong local fiscal linkages, including land taxes and visitor spending. In contrast, the industrial and energy sectors negatively affect PAD due to weak fiscal connections and capital-intensive growth patterns. These findings underscore the need to improve tax administration, strengthen local fiscal ties, and align sectoral growth with local revenue potential to enhance fiscal resilience. The study offers key insights for policymakers in regions with similar economic structures.

1. Introduction

Local own-source revenue plays a central role in supporting regional development and public service provision. In the context of fiscal decentralization, local governments are expected to strengthen their fiscal capacity by optimizing revenue from local economic activities (Hasanah et al., 2025). In Indonesia, fiscal disparities among regencies and cities remain high, reflecting differences in local tax bases, natural resource availability, and regional economic structures. Recent changes to Indonesia's fiscal decentralization framework indicate that local revenue performance remains a key issue in local governance and development planning.

Local governments' ability to generate revenue is closely tied to the performance of key regional economic sectors, as empirical studies consistently show (Hasanah et al., 2025; Riantisari et al., 2025). Agriculture, industry, energy, and tourism are foundational sectors that underpin local government revenue through fiscal mechanisms such as taxes, levies, royalties, and service charges (Laut et al., 2021; Lusiana et al., 2021; Madiistriyatno et al., 2020; Pardmanesh, 1991; Sulaksana et al., 2021). Agriculture remains the dominant sector in rural Indonesian regions such as Aceh Jaya, contributing to local revenue primarily through land and property taxes despite persistent structural challenges, including productivity fluctuations (Hasanah et al., 2025; Sulaksana et al., 2021).

The industrial sector strengthens fiscal capacity through high-value-added production, expanded manufacturing, and spillover effects that broaden the taxable economic base (Riantisari et al., 2025). The energy sector is intrinsically linked to enhanced fiscal capacity, particularly in natural resource-rich areas, where it enables substantial taxation and royalties, though it is susceptible to Dutch Disease effects (Pelzl & Poelhekke, 2021). Meanwhile, the tourism sector is increasingly vital for public revenue, as dedicated tourism taxes, such as hotel levies and visitor fees, not only generate income but also promote sustainability and regional competitiveness (Laut et al., 2021; Lusiana et al., 2021; Madiistriyatno et al., 2020).

Although previous studies have examined fiscal disparities (Hasanah et al., 2025), local tax systems (Riantisari et al., 2025), agriculture (Sulaksana et al., 2021), industry (Riantisari et al., 2025), energy through royalties and Dutch Disease effects (Pardmanesh, 1991; Pelzl & Poelhekke, 2021), and tourism-based public revenues (Laut et al., 2021; Lusiana et al., 2021; Madiistriyatno et al., 2020), empirical evidence on the simultaneous effects of these four sectors on local own-source revenue remains notably scarce, especially at the regency level in Indonesia (Laut et al., 2021; Riantisari et al., 2025). This research gap is particularly critical, as each local government, such as Aceh Jaya, faces distinct economic structures and fiscal potentials, including resource dependencies and sectoral volatility, necessitating integrated, sector-specific analyses to achieve a more comprehensive understanding of local revenue performance and policy optimization.

Aceh Jaya Regency offers a compelling case study, with its economy bolstered by agriculture, industry, energy-related activities, and tourism potential. Addressing this scarcity, the present study analyzes the effects of these sectors on PAD in Aceh Jaya, Indonesia.

2. Literature Review

Existing literature on fiscal decentralization provides nuanced theoretical and empirical insights into the pathways linking sectoral economic growth to local own-source revenue. These analyses extend beyond introductory overviews by incorporating structural economic factors, policy reforms, and econometric evaluations of fiscal autonomy (Musviyanti et al., 2022). Unlike general discussions of dependencies, advanced studies use panel data regressions to reveal varying revenue elasticities across Indonesian regencies. They highlight how administrative capacity moderates local revenue optimization amid decentralization challenges (Amri et al., 2023).

Therefore, Theoretical frameworks, such as fiscal gap models, demonstrate that while central transfers dominate short-term financing, endogenous local revenue sources, such as taxes and levies, foster long-term stability through diversified bases. This contrasts with volatile aids and underscores the need for institutional reforms to mitigate disparities (Hidayat et al., 2024). Empirical critiques note that suboptimal local revenue management persists due to uneven sectoral leveraging. Fixed-effects models show positive associations between local revenue and fiscal independence but warn of inefficiencies in resource-poor regions (Hasanah et al., 2025).

The agricultural sector's fiscal contributions remain empirically contentious. Recent provincial panel studies reveal subdued direct impacts on local revenue due to tax inefficiencies, climate volatility, and GRP fluctuations—diverging from the manufacturing spillovers reported in Sulaksana et al. (2021). Fixed-effects regressions confirm agriculture's indirect benefits via agro-tourism, but also limited standalone revenue growth. Constraints arise from structural issues like low productivity and input dependencies, prompting integrated diversification strategies (Febriandika & Rahayu, 2021). Vector error correction models quantify the long-term drags of climate shocks on output, emphasizing resilience policies that are absent from broader overviews. Meanwhile, random-effects analyses across provinces show that crop production is positively associated with AgriGRDP, yet fiscal leakages through informal chains hinder revenue capture (Purba et al., 2023).

Industrial expansion robustly enhances fiscal capacity through value-added taxation, employment multipliers, and supply chain effects. Dynamic GMM panels at the district level confirm positive correlations between manufacturing shares and GRDP-local revenue (Aprianti et al., 2023). Beyond introductory mentions, critiques highlight Dutch disease risks, in which resource booms contract tradables unless offset by investment. Reduced-form models that integrate spending and world-price effects show protected manufacturing expansions following oil price surges (Dekker & Missemmer, 2024). Recent Bakorwil analyses using panel econometrics

reveal insignificant growth-revenue links in some clusters due to supply chain gaps, advocating policy multipliers for tax base broadening (Suyaman et al., 2025).

Energy revenues via royalties and depletion funds hold transformative potential but induce volatility. Syntheses of provincial transitions using precautionary savings models reveal fiscal disparities in renewable energy shifts (Hidayat et al., 2024). Extending Dutch disease literature, heterogeneity analyses in mining districts employ spatial regressions to differentiate "good" from "bad" resources, revealing non-uniform contractions in non-tradables (Pelzl & Poelhekke, 2021). Subnational shock responses in hydrocarbon provinces further illustrate counter-cyclical savings from volatile royalties versus stable transfers. Depletion indices predict hoarding behaviors for sustainability (Besfamille et al., 2023).

Tourism drives resilient local revenue via hotel levies, occupancy taxes, and expenditures. Random-effects panel models in priority destinations estimate elastic visitor responses (Khairina & Anggraeni, 2023). Deeper probes using SEM-PLS in districts like Kuningan link policies to GRDP without revenue mediation, critiquing saturation risks via SROI frameworks that balance unemployment savings against overcrowding—managed through tourist taxes and synergies (Hakim & Dewi, 2021). Java-wide panels affirm hotel/restaurant/labor contributions, while halal/ecotourism explorations highlight revenue potentials for sustainable local revenue amid autonomy demands (Wirawan & Hasanah, 2025).

Despite sector-specific advances, integrated, multi-sector empirical evidence on agriculture-industry-energy-tourism synergies for local revenue at the regency level remains scarce. Macro proxies dominate over granular separations (Hilmawan & Clark, 2021). Critiques of single-sector biases call for simultaneous analyses via GMM or PVECM, revealing endogeneity in fiscal traps and underscoring unique volatilities in Aceh Jaya-like contexts (Ratnasari et al., 2023). This study bridges these gaps by modeling collective sectoral influences on PAD in Aceh Jaya, providing regency-specific elasticities and policy simulations to support fiscal resilience.

3. Methodology

3.1. Data Types and Sources

This study employs a quantitative approach to analyze the impact of various economic sectors on Local Revenue (*Pendapatan Asli Daerah*/PAD) in Aceh Jaya Regency. The data used in this research is secondary data in the form of quarterly time series from the period of 2014Q1–2024Q4. The research data was obtained from various official sources, particularly statistical publications and government documents, such as the Central Bureau of Statistics (BPS) and financial reports, as well as fiscal data from the local government. The sectoral data reflect the development of regional economic output in the agriculture, industry, energy, and tourism sectors, while the PAD data depict the region's fiscal capacity during the research period.

3.2. Operational Definition of Variables

This study uses one dependent variable and four independent variables. The dependent variable is Local Revenue (PAD), while the independent variables include agriculture, industry, energy, and tourism sectors.

Table 1. Operational Definition of Variables

Variable	Operational Definition	Unit	Source
Local Revenue (PAD)	Revenue obtained by the local government from local sources in accordance with laws and regulations	Billion Rupiah	Djpk
Agriculture Sector (AGR)	The output value of the agriculture sector within the economic structure of Aceh Jaya Regency	Million Rupiah	BPS
Industry Sector (IND)	The output value of the industry sector within the economic structure of Aceh Jaya Regency	Million Rupiah	
Energy Sector (ENG)	The output value of the energy sector within the economic structure of Aceh Jaya Regency	Million Rupiah	
Tourism Sector (TOUR)	The output value of the tourism sector within the economic structure of Aceh Jaya Regency	Million Rupiah	

Furthermore, all variables are transformed to natural logarithms (ln). This transformation is performed to simplify the data scale, smooth the distribution, and allow interpretation of regression coefficients as elasticities.

3.3. Model Analysis

To analyze the relationship between the independent variables and the dependent variable, this research uses multiple linear regression with the Ordinary Least Squares (OLS) method. The model used is formulated as follows:

$$lPAD_t = \beta_0 + \beta_1 LAGR_t + \beta_2 LIND_t + \beta_3 LENG_t + \beta_4 LTOUR_t + \varepsilon_t$$

Explanation:

LPAD= Local Revenue (*Pendapatan Asli Daerah*)

LAGR = Agricultural sector output

LIND = Industrial sector output

LENG = Energy sector output

TOUR = Tourism sector output

β = constant

$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ = regression coefficients

ε = error term

A log-linear model is used because it is better suited to analyzing relationships among economic variables, especially those on large scales that tend to increase over time. Additionally, this model allows the regression coefficients to be interpreted as percentage changes or elasticities.

3.4. Data Analysis

Data analysis is conducted using EViews software. The analysis process begins with data processing and natural logarithmic transformation, followed by regression model estimation using the OLS method.

Before hypothesis testing, the model is evaluated using classical assumption tests to ensure it meets statistical assumptions. In this study, the classical assumption tests presented in the analysis results include the normality and heteroscedasticity tests. These two tests are used to ensure that the model's residuals are normally distributed and have constant variance.

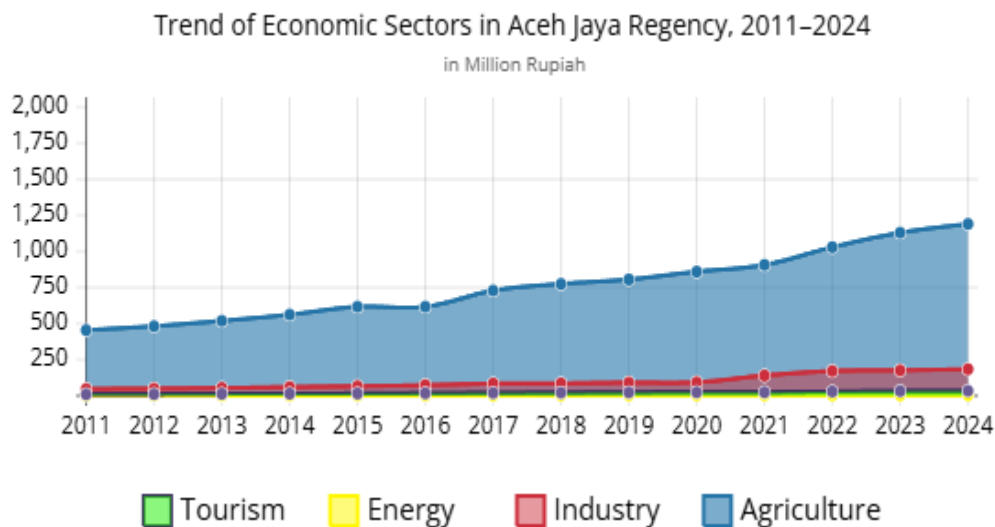
Furthermore, hypothesis testing is carried out in two stages. First, the t-test is used to determine the partial effect of each economic sector on PAD. Second, the F-test is used to determine the simultaneous effect of all independent variables on PAD. Additionally, the coefficient of determination (R^2) measures the extent to which the independent variables explain the variation in PAD.

The interpretation of regression results is based on the direction of the coefficients and their statistical significance. A positive coefficient indicates that an increase in an economic sector tends to be followed by an increase in PAD, while a negative coefficient indicates an opposite relationship. All tests are conducted at the conventional significance level.

4. Results and Discussion

4.1 Estimation Results

The description of the time series data for the period 2014–2024 shows that the Local Revenue (PAD) of Aceh Jaya Regency exhibits a fluctuating pattern. As shown in the following Graph 1. These changes indicate that the region's fiscal capacity remains influenced by the dynamics of sectoral economic activities, local policies, and external conditions affecting the regional economy. On the other hand, the development of the main economic sectors also shows varying trends throughout the observation period.



The agriculture sector shows relatively large and continuously increasing values, indicating that this sector remains one of the main economic bases of the region. The industrial sector also experienced gradual growth, although its contribution to the regional economic structure is still more limited compared to the agriculture sector. The energy sector shows an upward trend, reflecting the development of utility activities and economic infrastructure support in the region. However, the growth of this sector is still very disproportionate compared to other sectors. Meanwhile, the tourism sector also saw a fairly consistent increase, indicating the development of service activities, local consumption, and economic mobility, which has the potential to boost regional revenue.

Before hypothesis testing is conducted, the regression model is first tested through a series of classical assumption tests, which include normality, multicollinearity, heteroscedasticity, and autocorrelation tests. These tests are performed to ensure that the model used meets the statistical requirements and is suitable for further analysis.

Trend of Local Revenue (PAD) in Aceh Jaya Regency, 2011–2024

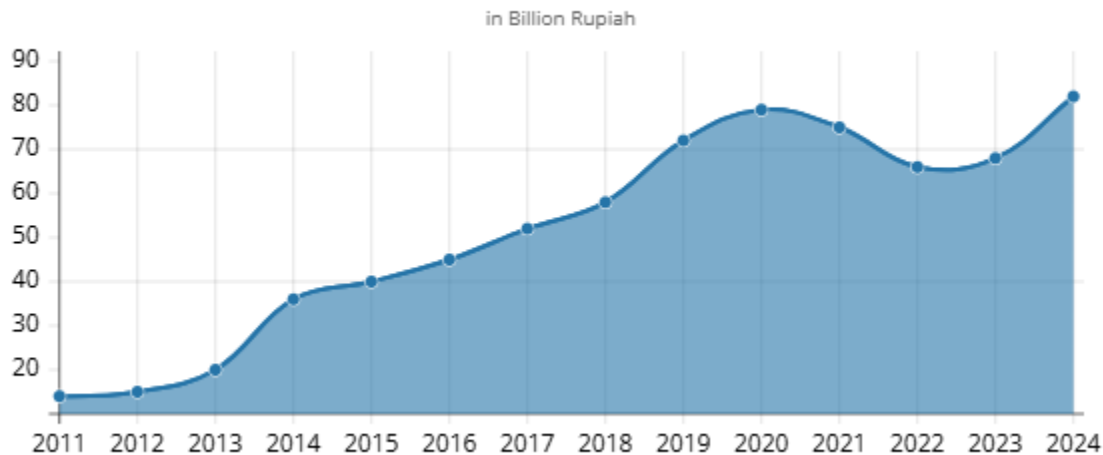


Table2. Normality Test

Test Component	Sub-Component	Value
Normality Parameter	Mean	1.38E-11
Standard Deviation		816.7950
Distribution Difference	Skewness	-0.444480
Kurtosis		3.025449
Test Statistic	Jarque-Bera	1.449979
Probability		0.484330

Sources: Estimation Results, 2026.

Table 1 presents the results of the normality test of the residuals using the Jarque-Bera approach. The Jarque-Bera statistics are 1.449979, with a p-value of 0.484330. Since the probability value is greater than the significance level of 0.05, the null hypothesis, which states that the residuals are normally distributed, is accepted.

This result indicates that the residuals in the regression model are normally distributed. The skewness value of -0.444480 indicates that the residual distribution is slightly left-skewed, while the kurtosis value of 3.025449 is close to that of a normal distribution, which is 3. Thus, the regression model in this study has met the normality assumption and is suitable for further statistical analysis.

Table 3. Heteroskedasticity Test

Test Indicator	Value	Probability
F-statistic	0.536043	0.9261
Obs*R-squared	19.82192	0.7999
Scaled explained SS	7.534397	0.9998

Table 3 presents the results of the Breusch-Pagan-Godfrey test for heteroskedasticity. The test results show that the probability values for the F-statistic are 0.9261, for Obs*R-squared are 0.7999, and for Scaled explained SS are 0.9998.

This result indicates that the regression model does not suffer from heteroskedasticity, meaning the residual variance is constant. Therefore, the regression model has met the homoskedasticity assumption and is suitable for further analysis.

Table 4. Simultaneous Test (F-Test)

Indicator	Value
R-squared	0.969964
Adjusted R-squared	0.966884
S.E. of regression	0.049875
Sum squared resid	0.097014
Log likelihood	72.14271
F-statistic	314.8656
Prob(F-statistic)	0.000000
Durbin-Watson stat	0.215641

Table 4 shows that the regression model has an R-squared value of 0.969964, indicating that the independent variables explain 96.99% of the variation in Local Revenue (PAD), with the remaining 3.01% attributable to other variables outside the model. The Adjusted R-squared value of 0.966884 also indicates that the model has very high explanatory power.

Additionally, the F-statistic of 314.8656, with a Prob(F-statistic) of 0.000000, indicates that the agriculture, industry, energy, and tourism variables have a significant effect on PAD in Aceh Jaya Regency. Therefore, the regression model used can be considered statistically valid for explaining the relationships between variables in this study.

Table 5. Regression Estimation Results

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Probability	Conclusion
C	-13447.32	1094.822	-12.28265	0.0000	Significant
LAGR (Agriculture)	0.003710	0.000720	5.154299	0.0001	Significant (+)
IIND (Industry)	-0.139270	0.010796	-12.90035	0.0000	Significant (-)
IENG (Energy)	-17.82004	1.579536	-11.28182	0.0000	Significant (-)
ITOUR (Tourism)	3.420276	0.261848	13.06206	0.0000	Significant (+)

Table 5 presents the regression results for the relationship between economic sectors and Local Revenue (PAD) in Aceh Jaya Regency. The estimation results show that the agriculture variable (AGR) has a coefficient of 0.003710 and a probability value of 0.0001, indicating a positive and significant effect on PAD. This indicates that an increase in agricultural sector activity is likely to be followed by an increase in PAD.

The industrial variable (IND) has a coefficient of -0.139270 and a probability value of 0.0000, indicating a negative and significant effect on PAD. This result indicates that the industrial sector has not directly contributed to PAD growth during the observation period, and empirically, it is negatively correlated with PAD.

The energy variable (ENG) has a coefficient of -17.82004 and a probability value of 0.0000, indicating a negative and significant effect on PAD. Meanwhile, the tourism variable (TOUR) has a coefficient of 3.420276 and a probability value of 0.0000, indicating a positive and significant effect on PAD. This result indicates that the tourism sector is among the strongest factors explaining changes in PAD in Aceh Jaya Regency during the research period.

Overall, the regression results show that economic sectors have varying effects on PAD. The agriculture and tourism sectors show positive effects, while the industry and energy sectors show negative effects. These findings suggest that not all economic sector growth automatically translates into an increase in the region's fiscal capacity.

4.2. The Effect of the Agricultural Sector on Local Original Revenue

The agricultural sector coefficient is 0.003710 with a probability value of 0.0001, indicating that the agricultural sector has a positive and significant effect on the Local Original Revenue of Aceh Jaya Regency (Hasanah et al., 2025). This result means that an increase in agricultural sector output tends to be followed by an increase in PAD, assuming other variables in the model remain constant. This finding shows that the agricultural sector in Aceh Jaya not only serves as an economic buffer for the community but also has linkages to the formation of regional fiscal capacity (Riantisari et al., 2025).

Theoretically, this result can be explained through the perspective of fiscal decentralization, which emphasizes that local governments tend to be more effective in collecting revenue from tax bases that are not easily movable, administratively visible, and attached to local economic activities (Akita et al., 2020; Fatoni, 2020;

Ferrazzi, 2022). In the local finance literature, property tax is considered one of the most suitable local revenue sources for subnational governments (Bank, 2022; Deviantari & Djurdjani, 2023). In the Indonesian context, this is relevant because PBB-P2 is a district/city local tax, with the basis of imposition being the NJOP on land and/or buildings (Fikri et al., 2022; Hidayati et al., 2023). Thus, agricultural activities related to land use, space utilization, and tax object value can help expand the regional revenue base (Deviantari & Djurdjani, 2023). In addition, Law No. 1 of 2022 affirms that PBB-P2 remains part of district/city local taxes, including special regulations for food-producing land and livestock (Hidayati et al., 2023; Mondigir et al., 2024). This condition explains why agricultural sector growth can still be positively connected to PAD (Handoyo et al., 2019).

From an empirical perspective, the positive influence of the agricultural sector on PAD can also be understood, as agriculture extends beyond primary production. Agricultural development can drive agribusiness activities, including harvest trading, distribution, local markets, logistics services, and simple processing, ultimately expanding economic activities that are more easily reached by local revenue instruments (Feni et al., 2024; Surya et al., 2020). In other words, the contribution of the agricultural sector to PAD does not always work directly from agricultural output itself but also through derivative economic activities that grow around it (Surya et al., 2020). In this framework, the agricultural sector in Aceh Jaya can be seen as beginning to integrate with the local market economy, making its impact on PAD more apparent (Riantisari et al., 2025).

However, this result still needs to be read carefully. Although the agricultural coefficient is positive and significant, the agricultural sector in many regions in Indonesia generally still faces issues of small business scale, informal transactions, market fragmentation, and limitations in collection administration, so its fiscal capacity is not always as large as its contribution to regional output (Ngadi et al., 2023; Nugroho, 2021; Rahman, 2022). In other words, the positive significance in this research result does not mean that all agricultural growth automatically becomes PAD but rather indicates that in Aceh Jaya there are certain fiscal channels that allow agricultural sector expansion to contribute to regional revenue. Therefore, to strengthen this sector's contribution to PAD, local governments need to encourage farm business formalization, strengthen agricultural value chains, agroindustry development, and improve rural market infrastructure so that agricultural activities are increasingly connected to the regional collection base (Rahman, 2022; Surya et al., 2020).

4.3. The Effect of the Industrial Sector on Local Government Revenue

The estimation results show that the industrial sector has a coefficient of -0.139270 and a probability value of 0.0000, indicating a negative and significant effect on the Local Original Revenue of Aceh Jaya Regency (Suyaman et al., 2025). This finding indicates that an increase in industrial sector output during the observation period is correlated with a decrease in PAD, assuming other variables are constant. Statistically, this confirms

that industrial growth in Aceh Jaya has not been automatically converted into an increase in regional fiscal capacity (Wiryawan & Otchia, 2021, p. 15).

Theoretically, this negative result can be explained through the perspective of fiscal decentralization, particularly regarding the mismatch between the local economic structure and fiscal structure (Wiryawan & Otchia, 2022). In the decentralization system, not all growing economic sectors will directly expand PAD, as local governments' ability to capture revenue depends heavily on the types of tax objects under their authority (Akita et al., 2020). Studies on PAD potential in Indonesian districts/cities indicate that regional PAD capacity is strongly influenced by the characteristics of local economic structures, and districts generally face greater limitations than cities in converting economic activities into PAD due to their narrower, more concentrated tax bases (Saptono et al., 2023).

In the context of Indonesia's tax institutions, this finding is consistent with the prevailing fiscal design. Law No. 1 of 2022 on Financial Relations between the Central Government and Regional Governments stipulates that the main sources of district/city local taxes rely more on objects such as PBJT on food/drinks, hotel services, parking, entertainment, electricity, as well as PBB-P2 and BPHTB (Bank, 2022; Lewis, 2023; Muja'hidah & Syamsuddin, 2023, p. 348).

These taxes are predominantly consumption-oriented, service-based, or property-related, rather than directly capturing the value added in manufacturing, which is captured by central taxes such as Value Added Tax and Corporate Income Tax (Daud & Soleman, 2020, p. 3978). Consequently, industrial expansion, often capital-intensive and focused on export-oriented or resource-based activities, generates limited fiscal spillovers to district-level PAD, especially in rural regencies like Aceh Jaya where industries are small-scale or operate within zones offering tax exemptions such as relief on BPHTB, PBB, and street lighting taxes (Handoyo et al., 2019, p. 43; Innovative Infrastructure Financing through Value Capture in Indonesia, 2021, p. 142).

From an empirical perspective, this negative influence aligns with findings in other Indonesian regions. For instance, research in Purwakarta shows that manufacturing growth does not significantly affect local tax revenue, as much industrial activity remains informal or disconnected from local tax instruments (Suyaman et al., 2025). Similarly, districts dominated by non-service sectors exhibit lower PAD contributions due to structural limitations in the elasticity of their tax base (Hakim & Dewi, 2021, p. 224; Lhutfi et al., 2020, p. 10). In Aceh Jaya, the industrial sector's growth may even correlate negatively if it displaces more PAD-responsive activities, such as agriculture or informal trade (Basri, 2020, p. 1).

However, this result warrants cautious interpretation. While statistically significant, the negative effect highlights institutional gaps rather than inherent sectoral weakness. To maximize industrial contributions to PAD, local governments should prioritize the formalization of small industries, the development of local supply

chains, the enhancement of tax administration for property and business permits, and the advocacy for balanced incentives that preserve fiscal linkages (Bank, 2022; Daud & Soleman, 2020, p. 3978). Strengthening these channels could transform industrial growth into a positive driver of Aceh Jaya's regional fiscal independence.

4.4. The Effect of the Energy Sector on Local Original Revenue

The estimation results show that the energy sector has a coefficient of -17.82004 with a probability value of 0.0000, indicating a negative and significant effect on the Local Original Revenue of Aceh Jaya Regency (Zainuri et al., 2025). This finding indicates that an increase in energy sector output during the observation period is correlated with a decrease in PAD, assuming other variables in the model remain constant. Empirically, this result indicates that energy sector growth in Aceh Jaya has not been effectively transformed into an increase in regional fiscal capacity (Hasanah et al., 2025).

Institutionally, this result can be explained through the structure of fiscal decentralization and the design of local tax objects in Indonesia (Lewis, 2023). In the local financial system, not all energy sector growth can directly become a source of PAD, because the local government's ability to capture revenue greatly depends on whether those economic activities are truly attached to the objects of collection under local authority (Tambunan & Rosdiana, 2020, p. 409). In Law No. 1 of 2022, electrical power is indeed included as an object of Specific Goods and Services Tax, however its rates are specifically limited (Muja'hidah & Syamsuddin, 2023). The PBJT rate on electrical power is generally set at a maximum of 10%, but for electricity consumption from other sources by industry and oil and gas mining it is limited to a maximum of 3%, while for self-generated electricity it is limited to a maximum of 1.5% (Akbar et al., 2023, p. 424). This rate structure shows that although the energy sector has a formal relationship with local taxes, the fiscal space that district/city governments can capture remains relatively limited, especially if energy sector growth is more driven by large industrial activities or self-consumption with low collection rates (Nasution, 2024).

From a local fiscal perspective, this finding is also consistent with the argument that local tax bases in developing countries are often fragile and not always responsive to sectoral economic growth (Daud & Soleman, 2020, p. 3978). Fiscal decentralization literature shows that local governments often face limitations in converting economic growth into local original revenue, especially when the revenue base relies on activities that are administratively difficult to collect or not fully within the local fiscal domain (Hakim & Dewi, 2021, p. 224). In the energy sector context, this means that increases in output do not necessarily expand PAD if the sector's value added is more concentrated in activities that are not fully fiscally captured at the district level (Aprianti et al., 2023, p. 73).

In addition, the negative result on the energy sector can also be read as an indication that this sector in Aceh Jaya likely has weak local fiscal linkages (Agustina et al., 2022, p. 125). That is, the energy sector can grow in

terms of output size or regional economic contribution, but its fiscal benefits do not automatically enter PAD (Abdi et al., 2023, p. 401). In regional development practice, this is common in sectors that are capital-intensive, utility-oriented, or strongly connected to policies and revenue structures at higher levels (Kholis et al., 2021, p. 2). Consequently, energy sector growth is more reflected in regional macroeconomic activities than in strengthening local government's original revenue (Saputra et al., 2025).

The implication of this finding is that energy sector development in Aceh Jaya cannot be directed solely at increasing sectoral output but must also be accompanied by the strengthening of local fiscal transmission (Raihan, 2023). Local governments need to ensure that energy sector expansion has stronger real linkages to local tax bases, revenues, land use, business permits, and local support service activities (Jennifer et al., 2025). Without such linkage strengthening, energy sector growth has the potential to remain economically large but weak in strengthening regional fiscal independence (Kusuma & Firnanti, 2023). Thus, this research result confirms that, in the Aceh Jaya context, the energy sector has not served as an effective channel for driving increases in PAD (Sunanda et al., 2025).

4.5. The Effect of the Energy Sector on Local Original Revenue

The estimation results show that the energy sector has a coefficient of -17.82004 with a probability value of 0.0000, indicating a negative and significant effect on the Local Original Revenue of Aceh Jaya Regency (Zainuri et al., 2025). This finding indicates that an increase in energy sector output during the observation period is correlated with a decrease in PAD, assuming other variables in the model remain constant (Hasanah et al., 2025). Empirically, this result indicates that energy sector growth in Aceh Jaya has not been effectively transformed into an increase in regional fiscal capacity (Saputra et al., 2025).

Institutionally, this result can be explained through the structure of fiscal decentralization and the design of local tax objects in Indonesia (Lewis, 2023). In the local financial system, not all energy sector growth can directly become a source of PAD, because the local government's ability to capture revenue greatly depends on whether those economic activities are truly attached to the objects of collection under local authority (Agustina et al., 2022, p. 125). In Law No. 1 of 2022, electrical power is indeed included as an object of Specific Goods and Services Tax, its rates are specifically limited (Muja'hidah & Syamsuddin, 2023). The PBJT rate on electrical power is generally set at a maximum of 10%, but for electricity consumption from other sources by industry and oil and gas mining, it is limited to a maximum of 3%, while for self-generated electricity, it is limited to a maximum of 1.5% (Tambunan & Rosdiana, 2020, p. 413). This rate structure shows that although the energy sector has a formal relationship with local taxes, the fiscal space that district/city governments can capture remains relatively limited, especially if energy sector growth is more driven by large industrial activities or self-consumption with low collection rates (Nasution, 2024).

From a local fiscal perspective, this finding is also consistent with the argument that local tax bases in developing countries are often fragile and not always responsive to sectoral economic growth (Daud & Soleman, 2020, p. 3978). Fiscal decentralization literature shows that local governments often face limitations in converting economic growth into local original revenue, especially when the revenue base relies on activities that are administratively difficult to collect or not fully within the local fiscal domain (Hakim & Dewi, 2021, p. 224). In the energy sector context, this means that increases in output do not necessarily expand PAD if the sector's value added is more concentrated in activities that are not fully fiscally captured at the district level (Aprianti et al., 2023, p. 73).

In addition, the negative result on the energy sector can also be read as an indication that this sector in Aceh Jaya likely has weak local fiscal linkages (Akadun, 2024, p. 10). That is, the energy sector can grow in terms of output size or regional economic contribution, but its fiscal benefits do not automatically enter PAD (Abdi et al., 2023, p. 401). In regional development practice, this is common in sectors that are capital-intensive, utility-oriented, or strongly connected to policies and revenue structures at higher levels (Bahar & Santos, 2018, p. 111). Consequently, energy sector growth is more reflected in regional macroeconomic activity than in strengthening local government revenue (Jamil et al., 2022, p. 279).

The implication of this finding is that energy sector development in Aceh Jaya cannot be directed solely at increasing sectoral output but must also be accompanied by the strengthening of local fiscal transmission (Raihan, 2023). Local governments need to ensure that energy sector expansion has stronger real linkages to local tax bases, revenues, land use, business permits, and local support service activities (Jennifer et al., 2025). Without such linkage strengthening, energy sector growth has the potential to remain economically large but weak in strengthening regional fiscal independence (Kusuma & Firmanti, 2023). Thus, this research result confirms that, in the Aceh Jaya context, the energy sector has not served as an effective channel for driving increases in PAD (Sunanda et al., 2025).

5. Conclusion

The results of this study reveal that the influence of economic sectors on Local Original Revenue in Aceh Jaya Regency is selective. The agricultural and tourism sectors exert positive and significant effects on PAD, driven by their strong linkages to local tax objects, transactions, and consumption activities. In contrast, the industrial and energy sectors show significant negative impacts, as their growth, characterized by capital-intensive operations and limited fiscal capture at the district level, fails to translate into increases in PAD, despite contributing to macroeconomic expansion.

Policy implications underscore the need for Aceh Jaya's local government to prioritize sectors with strong local fiscal linkages and to strengthen transmission mechanisms for industrial and energy development. This includes

enhancing tax administration, expanding retributions on supporting services, business permits, and space utilization tied to these sectors, and fostering real economic spillovers to local tax bases. Such strategies will ensure that sectoral growth effectively bolsters regional fiscal independence and aligns economic development with sustainable PAD enhancement.

Reference

- Abdi, S., Akbar, B., Maryani, D., & Sinurat, M. (2023). Optimising Regional Financial Performance through Capital Expenditure and Regional Revenue in Bengkalis Regency 2017-2020. *ARISTO*, 11(2), 389. <https://doi.org/10.24269/ars.v11i2.6899>
- Agustina, F., Pramono, A. J., Akbar, B., & Alma'arif, A. (2022). Factors Determining Low Regional Financial Independence: Financial Autonomy and Degree of Decentralization. *Jurnal Tata Kelola Dan Akuntabilitas Keuangan Negara*, 117. <https://doi.org/10.28986/jtaken.v8i1.701>
- Akadun, A. (2024). Analysis of Pseudo-Decentralization and Financial Dependency in the Implementation of Regional Autonomy in Sumedang Regency of Indonesia. *Public Policy And Administration*, 23(1), 9. <https://doi.org/10.5755/j01.ppaa.53.1.33295>
- Akbar, M. F., Mareto, I., Adhiem, A. F. A., Firdaus, A. D., & Farid, A. M. binti M. (2023). The Financial Balance Policy Between Central and Local Government: Toward More Just Financial Allocation. *Yuridika*, 38(2), 415. <https://doi.org/10.20473/ydk.v38i2.42904>
- Akita, T., Riadi, A. A., & Rizal, A. (2020). Fiscal disparities in Indonesia in the decentralization era: Does general allocation fund equalize fiscal revenues? *Regional Science Policy & Practice*, 13(6), 1842. <https://doi.org/10.1111/rsp3.12326>
- Amri, K., Masbar, R., Nazamuddin, B. S., & Aimon, H. (2023). Does Tax Effort Moderate the Effect of Government Expenditure on Regional Economic Growth? A Dynamic Panel Data Evidence from Indonesia. *Ekonomika*, 102(2), 6. <https://doi.org/10.15388/ekon.2023.102.2.1>
- Aprianti, Y., Muliati, M., & Sulindrina, A. (2023). The Impact of Fiscal Variables on Economic Growth in Indonesia. *Economics Development Analysis Journal*, 12(1), 71. <https://doi.org/10.15294/edaj.v12i1.58537>
- Bahar, D., & Santos, M. Á. (2018). One more resource curse: Dutch disease and export concentration. *Journal of Development Economics*, 132, 102. <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2018.01.002>
- Bank, A. D. (2022). *Modernizing Local Government Taxation in Indonesia*. <https://doi.org/10.22617/tcs220138-2>
- Basri, M. H. (2020). Apakah flypaper effect terjadi di aceh? Studi mengukur kemandirian keuangan daerah. *Quantitative Economics Journal*, 3(4). <https://doi.org/10.24114/qej.v3i4.17453>

- Besfamille, M., Jorrat, D., Manzano, O., Quiroga, B. F., & Sanguinetti, P. (2023). How do subnational governments react to shocks to different revenue sources? Evidence from hydrocarbon-producing provinces in Argentina. *Journal of Urban Economics*, 136, 103558. <https://doi.org/10.1016/j.jue.2023.103558>
- Daud, N., & Soleman, R. (2020). Effects of fiscal decentralization on economic growth and human development index in the Indonesian local governments. *Management Science Letters*, 3975. <https://doi.org/10.5267/j.msl.2020.7.012>
- Dekker, H.-J., & Missemer, A. (2024). Resource booms and the energy transition: What can we learn from Dutch economists' response to the discovery of natural gas reserves (1959–1977)? *Energy Economics*, 134, 107636. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2024.107636>
- Deviantari, U. W., & Djurdjani, D. (2023). Literature Review: Pengaruh Administrasi Pertanahan dalam Penilaian Tanah. *Geoid*, 18(2), 265. <https://doi.org/10.12962/j.24423998.v18i2.11342>
- Fatoni, A. (2020). Fiscal Decentralization Dilemma in Indonesia: Between Corruption Accountability and Probability at Local Levels. *Jurnal Bina Praja*, 12(1), 101. <https://doi.org/10.21787/jbp.12.2020.101-110>
- Febriandika, N. R., & Rahayu, C. (2021). The Impact of Climate Change on Economic Conditions: Evidence in Indonesia. *Jejak (Jurnal Ekonomi Dan Kebijakan)/Jejak*, 14(2), 261. <https://doi.org/10.15294/jejak.v14i2.29920>
- Feni, R., Marwan, E., Efrita, E., Kesumawati, N., & Efendi, R. (2024). Analysis of the Role of Agribusiness in the Indonesian Economy. *International Journal of Social Science Research and Review*, 7(4), 106. <https://doi.org/10.47814/ijssrr.v7i4.2014>
- Ferrazzi, G. (2022). Decentralization, Local Governance, and Localizing the Sustainable Development Goals in Indonesia. In *Routledge eBooks* (p. 253). Informa. <https://doi.org/10.4324/9781003282297-10>
- Fikri, A., Pravitasari, A. E., & Indraprahasta, G. S. (2022). Gauging the possibility of using property tax to respond to the rapid expansion of built-up area in Depok Municipality. *Bulletin of Geography Socio-Economic Series*, 57, 65. <https://doi.org/10.12775/bgss-2022-0023>
- Hakim, D. R., & Dewi, S. R. S. (2021). Regional economic growth based on tourism, tax policy, and budget aspects. *Jurnal Ekonomi Dan Bisnis*, 24(2), 211. <https://doi.org/10.24914/jeb.v24i2.4174>
- Handoyo, S., Anas, S., & Yudianto, I. (2019). Analysis of the Financial Condition West Java Provincial Government, Indonesia. *JKAP (Jurnal Kebijakan Dan Administrasi Publik)*, 23(1), 33. <https://doi.org/10.22146/jkap.37046>
- Hasanah, N., Masdar, R., Furqan, A. C., & Tenripada, T. (2025). Empirical Evidence on the Role of Local Own-Source Revenue in Strengthening Fiscal Independence of Indonesian Local Governments. *Owner*, 9(4), 2950. <https://doi.org/10.33395/owner.v9i4.2788>

- Hidayat, B. A., Supartoyo, Y. H., Setiawan, S., Ragimun, R., & Salim, Z. (2024). Government infrastructure investment stimulation through booming natural resources: Evidence from a lower-middle-income country. *PLoS ONE*, 19(5). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0301710>
- Hidayati, A., Nurdialy, M., Patabang, M., Rosiana, N., & Juwita, S. (2023). Program Evaluation of Tax Returns Outstanding Electronics (E-SPTT) Land and Building Tax Rural Urban Against Regional Taxpayers of Bogor City. *E3S Web of Conferences*, 454, 3023. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202345403023>
- Hilmawan, R., & Clark, J. (2021). Resource dependence and the causes of local economic growth: An empirical investigation*. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 65(3), 596. <https://doi.org/10.1111/1467-8489.12429>
- Innovative Infrastructure Financing through Value Capture in Indonesia*. (2021). <https://doi.org/10.22617/spr200093-2>
- Jamil, H., Ananda, C. F., & Prasetyia, F. (2022). It takes two to Tango: The joint effect of democracy and fiscal capacity on economic growth in Indonesia. *Jurnal Perspektif Pembiayaan Dan Pembangunan Daerah*, 10(5), 271. <https://doi.org/10.22437/ppd.v10i5.20816>
- Jennifer, J., Sahputra, J., & Gurusinga, L. B. (2025). The Effect of Capital Intensity and Company Size on Tax Aggressiveness with Profitability Moderation. *International Journal of Economics and Management Research*, 4(1), 205. <https://doi.org/10.55606/ijemr.v4i1.306>
- Khairina, N., & Anggraeni, L. (2023). The Contribution of Tourism Sector to Locally Generated Revenue in Indonesia's Top Priority Tourist Destination. *Ekulibrium Jurnal Ilmiah Bidang Ilmu Ekonomi*, 18(1), 48. <https://doi.org/10.24269/ekulibrium.v18i1.2023.pp48-61>
- Kholis, A., Sutrisno, S., & Maisyarah, R. (2021). The Influence of Taxpayers' Awareness and Compliance in Generating Local Revenue Moderated by the Government: A Case Study on the Government of Regional Mandailing Natal. *Advances in Economics, Business and Management Research/Advances in Economics, Business and Management Research*. <https://doi.org/10.2991/aebmr.k.210220.021>
- Kusuma, T., & Firnanti, F. (2023). Do Capital Intensity and Profitability Affect Tax Avoidance in Manufacturing Company in Indonesia? *Journal of Accounting Business and Management (JABM)*, 30(1), 78. <https://doi.org/10.31966/jabminternational.v30i1.784>
- Laut, L. T., Sugiharti, Rr. R., & Panjawa, J. L. (2021). Does tourism sector matter in regional economic development. *GeoJournal of Tourism and Geosites*, 37(3), 832. <https://doi.org/10.30892/gtg.37313-715>
- Lewis, B. D. (2023). Indonesia's New Fiscal Decentralisation Law: A Critical Assessment. *Bulletin of Indonesian Economic Studies*, 59(1), 1. <https://doi.org/10.1080/00074918.2023.2180838>

- Lhutfi, I., Ritchi, H., & Yudianto, I. (2020). Do the Growth of Original Local Government Revenues and the Growth of Capital Expenditure Affect Fiscal Stress? *Journal of Economics Business and Accountancy Ventura*, 23(1), 1. <https://doi.org/10.14414/jebav.v23i1.1727>
- Lusiana, L., Neldi, M., Sanjaya, S., & Zefriyenni, Z. (2021). The Effect of Number of Visitors, Tourist Destinations, Hotel Room Tax and Accommodations on Original Local Government Revenue: Case Study West Sumatra Province, Indonesia. *International Journal of Financial Research*, 12(3), 230. <https://doi.org/10.5430/ijfr.v12n3p230>
- Madiistriyatno, H., Ibrahim, I. M., & Hadiwijaya, D. (2020). Increasing Local Own-Source Revenue through The Development of The Regional Tourism Sector. *Journal of Government and Civil Society*, 4(2), 273. <https://doi.org/10.31000/jgcs.v4i2.2999>
- Mondigir, V. S. C. B., Budiarmo, N. S., & Wangkar, A. (2024). Analisis pelaksanaan pemungutan Pajak Bumi Dan Bangunan Perdesaan dan Perkotaan (PBB-P2) berdasarkan Peraturan Bupati No 18 Tahun 2014 di Kecamatan Pasan Kabupaten Minahasa Tenggara. *Riset Akuntansi Dan Manajemen Pragmatis*, 2(2), 126. <https://doi.org/10.58784/ramp.123>
- Muja'hidah, M., & Syamsuddin, A. S. P. (2023). Impact of Regulating Inadequate Local Tax Types on Fiscal Independence. *Fiat Justisia Jurnal Ilmu Hukum*, 17(4), 347. <https://doi.org/10.25041/fiatjustisia.v17no4.3049>
- Musviyanti, M., Khairin, F. N., Bone, H., Syakura, M. A., & Yudaruddin, R. (2022). Structure of local government budgets and local fiscal autonomy: Evidence from Indonesia. *Public and Municipal Finance*, 11(1), 79. [https://doi.org/10.21511/pmf.11\(1\).2022.07](https://doi.org/10.21511/pmf.11(1).2022.07)
- Nasution, F. A. (2024). Regional financial potential after the enactment of the law on the financial relations between central government and regional governments in Indonesia. *Journal of Infrastructure Policy and Development*, 8(12), 8196. <https://doi.org/10.24294/jipd.v8i12.8196>
- Ngadi, N., Zaelany, A. A., Latifa, A., Harfina, D., Asiati, D., Setiawan, B., Ibnu, F., Triyono, T., & Rajagukguk, Z. (2023). Challenge of Agriculture Development in Indonesia: Rural Youth Mobility and Aging Workers in Agriculture Sector. *Sustainability*, 15(2), 922. <https://doi.org/10.3390/su15020922>
- Nugroho, A. D. (2021). Development Strategies of the Local Auction Market of Agricultural Product in Indonesia. *Reviews in Agricultural Science*, 9, 56. https://doi.org/10.7831/ras.9.0_56
- Pardmanesh, M. (1991). *Dutch Disease Economics and the Oil Syndrome: An Empirical Study*.
- Pelzl, P., & Poelhekke, S. (2021). Good mine, bad mine: Natural resource heterogeneity and Dutch disease in Indonesia. *Journal of International Economics*, 131, 103457. <https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2021.103457>
- Purba, S. F., Yulianti, A., Astana, S., Djaenudin, R. D., Hariyadi, H., Simandjorang, B. M. T. V., Haradongan, F., & ISTRININGSIH, I. (2023). The contribution of agricultural crop production towards the economic growth

- of Indonesia's agricultural sector. *E3S Web of Conferences*, 444, 2034. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202344402034>
- Rahman, A. (2022). Agricultural Transformation in Indonesia: Evaluation of Policy Implementation and Challenges Faced. *Jurnal Ilmiah Ilmu Administrasi Publik*, 12(2), 691. <https://doi.org/10.26858/jiap.v12i2.50367>
- Raihan, A. (2023). An overview of the energy segment of Indonesia: present situation, prospects, and forthcoming advancements in renewable energy technology. *Journal of Technology Innovations and Energy*, 2(3), 37. <https://doi.org/10.56556/jtie.v2i3.599>
- Ratnasari, V., Audha, S. H., & Dani, A. T. R. (2023). Statistical modeling to analyze factors affecting the middle-income trap in Indonesia using panel data regression. *MethodsX*, 11, 102379. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2023.102379>
- Riantisari, R., Putri, A. R., & Husna, F. K. (2025). Determinants of local government revenue and economic potential: Pathways for revenue enhancement. *Optimum Jurnal Ekonomi Dan Pembangunan*, 15(2), 312. <https://doi.org/10.12928/optimum.v15i2.14232>
- Saptono, P. B., Khozen, I., & Hodžić, S. (2023). Local Government Taxing Power for Digital Consumption: A Case Study of Hotel, Restaurant, and Entertainment Taxes in Indonesia. *Lex Localis - Journal of Local Self-Government*, 21(4), 1141. [https://doi.org/10.4335/21.4.1141-1165\(2023\)](https://doi.org/10.4335/21.4.1141-1165(2023))
- Saputra, D. R., Dewi, E. N., Sukanti, N. K., & Hanafi, S. A. (2025). Fiscal Capacity, Renewable Energy Policy, and Regional Economic Resilience: A Study of Indonesia's Transition. *Journal of Economics Management and Accounting*, 1(2), 159. <https://doi.org/10.65310/q4txf377>
- Sulaksana, J., Sudirno, D., & Suparto, L. (2021). Development of Agrotourism and Its Impact on Regional Tax Revenue. *MIMBAR Jurnal Sosial Dan Pembangunan*, 37(1). <https://doi.org/10.29313/mimbar.v37i1.6602>
- Sunanda, W., Setyonegoro, M. I. B., Hadi, S. P., & Sarjiya, S. (2025). Carbon tax and trading mechanisms for emission reduction in the Indonesian power sector. *Cleaner Engineering and Technology*, 27, 101024. <https://doi.org/10.1016/j.clet.2025.101024>
- Surya, B., Saleh, H., Hamsina, H., Idris, M., & Ahmad, D. N. A. (2020). Rural agribusiness-based agropolitan area development and environmental management sustainability: regional economic growth perspectives. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 11(1), 142. <https://doi.org/10.32479/ijee.10184>
- Suyaman, D. J., Manda, G. S., & Rizki, M. F. (2025). The Contribution of the Manufacturing Industry Sector to Local Taxes Revenue: Evidence in the Bakorwil Purwakarta Area, Indonesia. In *Advances in economics*,

- business and management research/Advances in Economics, Business and Management Research* (p. 264). Atlantis Press. https://doi.org/10.2991/978-94-6463-839-4_23
- Tambunan, M. R. U. D., & Rosdiana, H. (2020). Review atas pelaksanaan ketentuan pajak penerangan jalan di indonesia. *MASALAH-MASALAH HUKUM*, 49(4), 409. <https://doi.org/10.14710/mmh.49.4.2020.409-419>
- Wirawan, H. A., & Hasanah, L. L. N. E. (2025). Tourism sector and regional own-source revenue: A panel data analysis of six provinces in Java Island, Indonesia. *Journal of Economics Research and Policy Studies*, 5(2), 355. <https://doi.org/10.53088/jerps.v5i2.2171>
- Wirawan, B. A., & Otchia, C. S. (2021). The Legacy of the Reformasi: The Role of Local Government Spending on Industrial Development in a Decentralized Indonesia. *Research Square (Research Square)*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-252105/v1>
- Wirawan, B. A., & Otchia, C. S. (2022). The legacy of the reformasi: the role of local government spending on industrial development in a decentralized Indonesia. *Journal of Economic Structures*, 11(1). <https://doi.org/10.1186/s40008-022-00262-y>
- Zainuri, A., Irawati, R. I., Rusli, B., & Myrna, R. (2025). Fiscal dependence and challenges to regional autonomy: assessing the effectiveness of financial decentralization in Indonesia. *INTERNATIONAL SEMINAR*, 7, 1016. <https://doi.org/10.36563/0y02q518>

ANALYSIS OF REGIONAL ORIGINAL REVENUE IN BIREUN REGENCY 2015-2024

Rika Puspita Mulia Hati, Aliasuddin Aliasuddin, Taufiq C. Dawood

Faculty of Economics and Business, Syiah Kuala University, Banda Aceh, Indonesia

Email correspondence: aliasuddin@usk.ac.id

Abstract

This study aims to analyze the effect of sectoral economic growth on Regional Original Revenue (PAD) in Bireuen Regency during the 2015–2024 period. The data used are secondary time series data obtained from the Central Statistics Agency (BPS). The analytical method employed is multiple linear regression, with independent variables consisting of agriculture, industry, tourism, and energy sectors, and dependent variables including local taxes and regional retributions. The results show that almost all variables have a significant effect on local tax revenue: the agriculture and industrial sectors have positive effects, while tourism and energy have negative effects. In terms of regional retribution, only the energy sector has a significant negative effect, while other sectors are not significant. Simultaneously, all independent variables significantly influence both local taxes and regional retributions. The coefficient determination indicates that the model explains 66.6% of the variation in local taxes and 58.8% of the variation in regional retributions.

Keywords: *Regional Original Revenue, economic growth, local tax, regional retribution.*

1. INTRODUCTION

Regional finance plays a highly strategic role in supporting governance and the provision of public services to the community. This is affirmed in Law Number 32 of 2004 concerning Regional Government and Law Number 33 of 2004 concerning Fiscal Balance between the Central and Regional Governments, which grant regional governments the authority to manage financial resources independently, including in setting priorities, objectives, and budget allocations. The implementation of various government activities, both primary and service functions, can run optimally if supported by the availability of Regional Own Source Revenue (PAD) as one of the main sources of regional financing.

Furthermore, under Law Number 33 of 2004, Regional Original Revenue (PAD) is a means of implementing the principle of fiscal decentralization and a key component of the regional revenue structure. PAD reflects a region's ability to explore and manage local economic potential to support development and improve community welfare.

Efforts to increase regional revenues from Regional Original Income (PAD) are heavily influenced by each region's economic conditions and potential, as well as development opportunities. Therefore, the success of regional economic development depends heavily on local government policies in determining priority sectors to drive economic growth in that region (Fadly, 2016).

Economic growth is the process of increasing economic activity, characterized by increased production of goods and services, thereby impacting the level of public welfare. Economic growth is also a key indicator for analyzing the success of a country's or region's economic development (Sukirno, 2018).

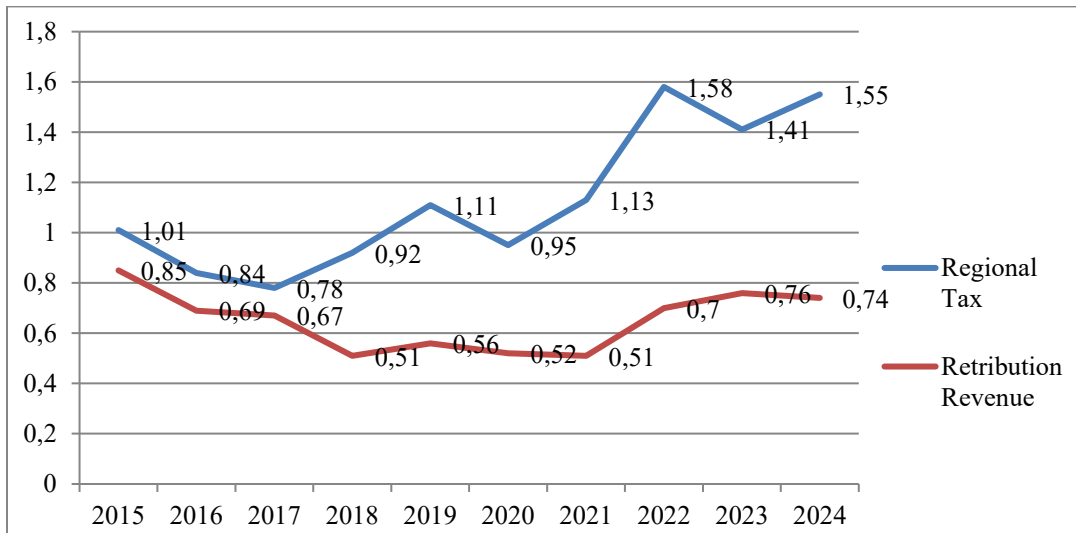
The relationship between Gross Regional Domestic Product (GRDP) and Locally Generated Revenue (PAD) is functional and mutually influential. GRDP reflects the level of economic activity in a region, so its increase will directly impact the regional tax base. Thus, GRDP growth contributes to increased PAD revenue, particularly from the tax and levy sector. Furthermore, increased PAD provides greater fiscal space for local governments to improve the quality and quantity of public services. These service improvements are expected to boost community productivity and the efficiency of economic activity, ultimately strengthening regional economic growth. Furthermore, increased economic growth and per capita income also improve the community's ability to fulfill tax and other levy obligations, thus creating a sustainable reciprocal relationship between GRDP and PAD (Sapitri & Utama, 2022).

Bireuen Regency is a regency in Aceh Province with a regional economy dominated by the primary sector, particularly agriculture and fisheries, as well as small and medium enterprises. Bireuen Regency's Locally Generated Revenue (PAD) still faces challenges in increasing fiscal independence. PAD is generally derived

from local taxes, levies, and regional asset management, but its contribution to total regional revenue remains relatively limited. The following is data on PAD, consisting of local taxes and levies.

Based on Figure 1, it shows that regional tax and retribution revenues in Bireun Regency in 2015-2024 experienced fluctuations, where regional tax revenues in 2015 were 1.01 percent, then in 2017 decreased by 0.76 percent. In 2024, regional tax revenues experienced a significant increase of 1.55 percent. This also occurred in regional retribution revenues, where in 2014 regional retribution revenues were 0.85 percent, then in 2018 decreased by 0.51 percent. In the following years, there was an increase until in 2024 regional retribution revenues amounted to 0.74 percent. The increase or decrease in regional tax and retribution revenues is inseparable from the influence of economic growth from various sectors in Bireun Regency.

In the context of Bireuen Regency, sectoral economic growth shows different dynamics across business sectors, particularly in the agriculture and tourism sectors. The agricultural sector remains the backbone of the regional economy, both in terms of its contribution to GRDP and employment. This sector's growth is generally influenced by production factors such as land area, climate conditions, agricultural technology, and commodity prices. Increasing economic growth in this sector is expected to strengthen more inclusive and sustainable economic growth and increase contributions to the Regional Gross Product (PAD). The following data presents economic growth by business sector.



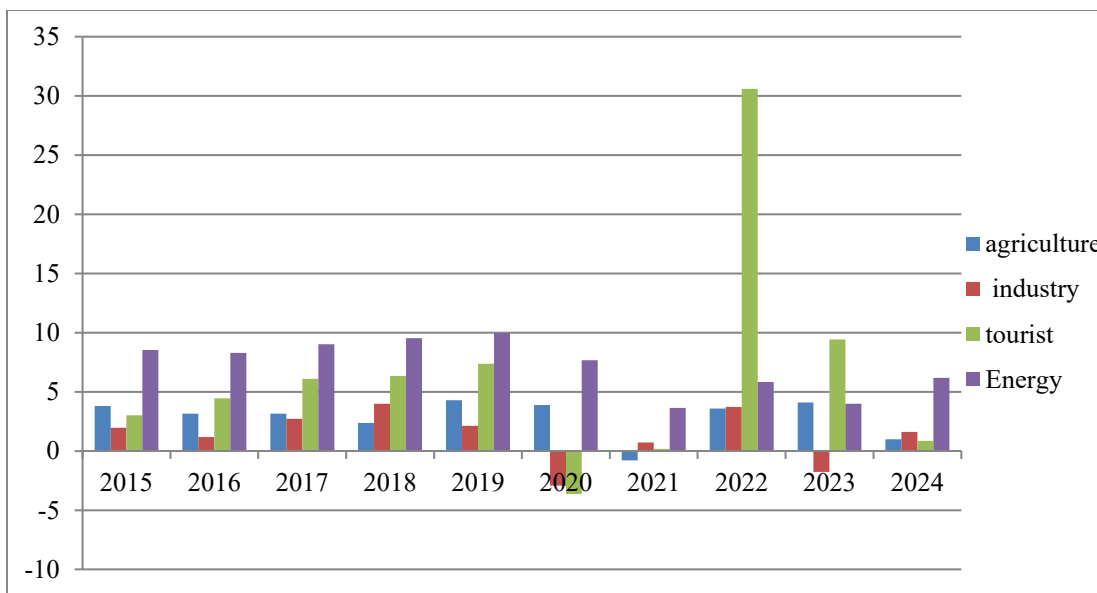
Source: Central Statistics Agency (2026)

**Figure 1. Regional Tax and Regional Retribution Revenue
Bireun Regency, Aceh Province, 2015-2024**

Figure 2 shows that economic growth in the agriculture, industry, tourism, and energy sectors fluctuated, with some sectors experiencing negative declines. For example, the industry and tourism sectors experienced

significant declines of 2.93 percent in 2020 and 3.62 percent in 2021. This was due to the impact of COVID-19 on both sectors. However, the tourism sector experienced a significant 30.59 percent increase in 2022.

Research by Syahroni & Ardhiasca (2023) found that economic growth in the regencies/cities of East Java Province had a significant impact on regional original income. This was due to the significant contribution of certain sectors to Gross Regional Domestic Product (GRDP), particularly the accommodation, food and beverage, and wholesale, retail, and car and motorcycle repair sectors in 2020-2021. Zhang & Zou (1998) also concluded that there is a negative relationship between fiscal decentralization and growth in developing countries. Research by Sarjono et al. (2018) and Retno (2012) shows that economic growth has a significant impact on both local revenue and local taxes.



Source: Central Statistics Agency (2026)

Figure 2. Economic Growth by Business Sector in Bireun Regency, Aceh Province, 2015-2024

2. Literature review

1. Locally-generated revenue

Regional Original Revenue (PAD) aims to empower local governments to fund the implementation of regional autonomy in accordance with their potential as a manifestation of decentralization. Regional taxes, hereinafter referred to as taxes, are mandatory contributions to regions allocated for regional needs for the greatest possible prosperity of the people.

Regional taxes are mandatory contributions that must be paid by individuals or bodies to the regional government without any comparable direct compensation, are imposed by statutory regulations, and are used to finance regional administration and development (Mardiasmo, 2002).

Regional levies, hereinafter referred to as levies, are regional levies as payment for services or granting of certain permits which are specifically provided and/or granted by the regional government for the benefit of individuals or entities.

2. Economic growth

Economic growth is the process of increasing an economy's productive capacity, characterized by an increase in the quantity of goods and services produced over time. Progress in economic programs that encourage increased output will improve public welfare. In other words, economic growth not only reflects increased production but also indicates improvements in income levels and quality of life. In the context of regional development, economic growth is an important indicator for assessing the success of economic policies because a sustained increase in production activity expands employment opportunities, increases purchasing power, and strengthens the community's economic independence (Amir, 2016).

C. Research methods

The location of this research is Bireun Regency, Aceh Province. This study uses time series data from 2015 to 2024. The data sources used are secondary data. The selected data are economic growth data from the agricultural, energy, industry, tourism, regional taxes and levies, and income inequality sectors. The data sources used in this study are from the Aceh Central Statistics Agency (BPS).

The analysis used in this study is quantitative, namely, to determine the economic growth of the agricultural, energy, industrial, and tourism sectors and their impact on regional income receipts in the form of regional taxes and regional levies. Regression analysis is used to measure the strength of the relationship between two or more variables and to show the direction of the relationship between the dependent and independent variables (Ghozali, 2013). To analyze the influence on this data analysis, a multiple regression model was used in EVIEWS version 13.0 to measure the magnitude of the independent variable's influence on the dependent variable. The multiple linear regression analysis equation model is (Sugiyono, 2018):

$$Y1 = a + b1Pt + b2En + b3In + b4Pr + e \dots \dots \dots (1)$$

$$Y2 = a + b1Pt + b2En + b3In + b4Pr + e \dots \dots \dots (2)$$

Where :

- Y1 = Regional Tax of Bireun Regency
- Y2 = Regional retribution of Bireun Regency
- a = Constant
- b = Coefficient
- Pt = Agriculture
- En = Energy

In =Industry

Pr =Tourist

D. Research Results and Discussion

Bireun Regency is one of the regencies in Aceh Province. Administratively, Bireun Regency has 17 sub-districts, consisting of 609 villages and 75 settlements, with boundaries in the north: Selat Malak; East: North Aceh Regency; Southeast: Bener Meriah Regency; South: Central Aceh Regency; Southwest: Pidie Regency; and West: Pidie Jaya Regency. Geographically, Bireun Regency has an area of approximately 1,789.25 km².

The Influence of Economic Growth in the Agricultural, Industrial, Tourism, and Energy Sectors on Regional Tax Revenue in Bireun Regency

Multiple linear regression is a statistical approach used to analyze the relationship between one dependent variable and two or more independent variables. This model aims to identify the direction and magnitude of each independent variable's influence on the dependent variable, whether positive or negative. In addition, multiple linear regression is used to estimate or predict the value of the dependent variable based on variations in the independent variables. The results of the multiple linear regression analysis using the variables agriculture (X1), industry (X2), tourism (X3), and energy (X4) for regional taxes (Y1) are shown in Table 3.

Table 4. Results of Multiple Linear Regression Test

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1,058,148	0.067839	1,559,796	0.0000
X1	0.163315	0.020553	7,946,146	0.0000
X2	0.116621	0.016472	7,079,954	0.0000
X3	-0.023152	0.003653	-6,337,315	0.0000
X4	-0.121010	0.015918	-7,602,072	0.0000

Source: processed data (2026)

Table 3. Shows the results of the multiple linear regression test, which can be explained. The constant value is 1.058, meaning that if the independent variables, namely agriculture, industry, tourism, and energy, are considered constant, then the regional tax value is 1.058 percent. The coefficient values for agriculture and industry are positive. If other variables are assumed to remain constant (*ceteris paribus*), then every 1 percent increase in the agriculture and industry variables will increase regional tax revenue. However, the tourism and energy variables show a negative value on regional tax revenue, meaning that increases in tourism and energy will result in a decrease in regional tax revenue in Bireun Regency.

The Influence of Economic Growth in the Agricultural, Industrial, Tourism, and Energy Sectors on Regional Retribution Revenue in Bireun Regency

The results of the multiple linear regression analysis using the variables agriculture (X1), industry (X2), tourism (X3), and energy (X4) as predictors of regional taxes (Y1) are shown in Table 4.

Table 4. Results of Multiple Linear Regression Test

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1,710,242	0.182557	9,368,237	0.0000
X1	0.049268	0.055308	0.890781	0.3791
X2	0.040589	0.044327	0.915671	0.3661
X3	0.004853	0.009831	0.493647	0.6246
X4	-0.111322	0.042836	-2,598,775	0.0136

Source: processed data (2026)

Based on Table 3, the constant value is 1.710, which means that if the independent variables, namely agriculture, industry, tourism, and energy, are considered constant, then the regional retribution value is 1.71 percent. 63 2. The coefficients for agriculture, industry, and tourism are positive. If other variables are assumed to be constant (*ceteris paribus*), then every 1 percent increase in the variables of agriculture, industry, and tourism will increase regional revenue. The energy variable shows a negative value for regional retribution revenue, indicating that an increase in energy will decrease regional retribution revenue in Bireun Regency.

Significance Test (t-Test)

The results of partial testing (t-test) between agriculture (X1), industry (X2), tourism (X3), and energy (X4) in this study can be seen in Table 5.

Table 5. Results of the T-Test of Agriculture, Industry, Tourism, and Energy on Regional Tax Revenue

Variable	t-Statistic	Prob.
C	1,559,796	0.0000
X1	7,946,146	0.0000
X2	7,079,954	0.0000
X3	-6,337,315	0.0000
X4	-7,602,072	0.0000

Source: processed data (2026)

Table 5 shows that the variables for agriculture (X1), industry (X2), tourism (X3), and energy (X4) have significance values < 0.05 . This shows that partially the independent variables, namely agriculture (X1), industry (X2), tourism (X3), and energy (X4), have a significant effect on the dependent variable, namely regional tax revenue in Bireun Regency. Next, the researcher conducted a t-test on the dependent variable, the regional retribution variable (Y2). The following can be seen the results of the t-test analysis in Table 6.

Table 6. Results of the T-Test of Agriculture, Industry, Tourism, and Energy on Regional Retributions

Variable	t-Statistic	Prob.
C	9,368,237	0.0000
X1	0.890781	0.3791
X2	0.915671	0.3661
X3	0.493647	0.6246
X4	-2,598,775	0.0136

Source: processed data (2026)

Table 6 shows that the agriculture (X1) and energy (X4) variables have a significance level < 0.05 . This indicates that partially the independent variables, namely agriculture (X1) and energy (X4), have a significant effect on the dependent variable, namely regional retribution revenue in Bireun Regency. However, the variables for tourism (X3) and energy (X4) show values > 0.05 . This means that tourism and energy do not have a significant effect on regional revenue in Bireun Regency.

Simultaneous Test (F Test)

The F-test is a statistical method for examining the simultaneous influence of all independent variables on a dependent variable. Decisions are based on a comparison of the calculated F-value with the F-table value and the resulting significance level. If the F-test value is < 0.05 , a significant effect can be considered. The following are the results of the F-test on the dependent variable, regional tax revenue, and regional levies.

Table 6. F Test Results

Model	F-statistic	Prob (F-statistic)
1	1.248839	0.000002
2	1,750087	0.000000

Source: processed data (2026)

Table 7 shows the results of the F-test, indicating that the F-test values for models 1 and 2 indicate a simultaneous influence on the independent variables with a significance value <0.05 . This means that the variables for agriculture, industry, tourism, and energy jointly influence regional tax revenue and regional levies.

Coefficient of Determination

This test aims to assess the influence of variable X on variable Y. Furthermore, it relates to the coefficient of determination (R^2), which is used to assess the regression model's ability to explain variation in the data. The R^2 value reflects how closely the model's estimated results match the observed data; the greater the influence of variable X on variable Y, the higher the R^2 value.

Table 8. Results of the Determination Coefficient

Model	R Square	Adjusted R Square
1	0.666	0.628
2	0.588	0.540

Source: processed data (2026)

Based on the results of the coefficient of determination test, the R^2 value for model 1 is 0.666, indicating that the variables of agriculture, industry, tourism, and energy explain 66.6 percent of the variation in the dependent variable, namely, regional tax revenue. Furthermore, 33.4 percent is influenced by other variables not included in this study.

Model 2 shows that the coefficient of determination is 0.588. This means that the variables of agriculture, industry, tourism, and energy influence the dependent variable, namely, regional revenue, by 58.8 percent. Furthermore, 41.2 percent is influenced by other variables not included in this study.

E. Conclusion

The results of the study indicate that sectoral economic growth influences the receipt of Regional Original Income (PAD) in Bireuen Regency. For regional taxes, all variables (agriculture, industry, tourism, and energy) have significant effects, with agriculture and industry positive and tourism and energy negative. For regional levies, only the energy sector has a significant negative effect, while the other sectors are insignificant. Simultaneously, all variables have a significant effect on regional taxes and levies. The coefficient of determination indicates that the model explains 66.6% of the variation in regional taxes and 58.8% of the variation in regional levies. Thus, optimization of key economic sectors is needed to increase PAD.

REFERENCE

- Amir, M. (2016). *Perekonomian Indonesia: Pasca Reformasi*. Jakarta : Erlangga.
- Badan Pusat Statistik. (2026). *Produk Domestik Regional Bruto Kabupaten Bireun*
_____. (2026). *Pendapatan Asli Daerah Kabupaten/Kota Provinsi Aceh*
- Fadly, F. (2016). Adakah Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi Terhadap Pendapatan Asli Daerah?. *Jurnal Ilmu Ekonomi dan Pembangunan (JIEP)*, Vol. 16(2): 62-73.
- Ghozali, I. (2018). *Aplikasi Analisis Multivariate Dengan Program IBM SPSS 25*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Mardiasmo. (2002). *Otonomi dan Manajemen Keuangan daerah*. Andi: Yogyakarta
- Retno, K. E. (2012). Pengaruh Pendidikan Dan Kemiskinan Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Di Indonesia. *Jurnal. Fakultas Ekonomi, Unesa, Kampus Ketintang Surabaya*
- Sapitri, H., & Utama, I. N. (2022). Pengaruh pertumbuhan ekonomi terhadap penerimaan daerah kabupaten Sumbawa. *Jurnal ekonomi & bisnis, 10 (3), 391-399*
- Sarjono, N., Anwar, C., & Darmansyah. (2018). Analisis Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi Terhadap Penerimaan Pajak Daerah Dengan Tingkat Kemiskinan Sebagai Variabel Moderasi Pada Pemerintah Daerah Kabupaten/Kota Di Jawa Barat. *Jurnal Ilmiah Ilmu Ekonomi, 6 (12), 113-127*
- Sukirno, S. (2018). *Makroekonomi: Teori Pengantar*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Sugiyono. (2018). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta: Bandung
- Syahroni, M., & Ardhiarisca, O. (2023). Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi Terhadap Pendapatan Asli Daerah Pada 38 Kabupaten/Kota Provinsi Jawa Timur Tahun 2020-2021. *Jurnal Akuntansi Dan Bisnis Terapan, 3 (1), 33-41*.
- Undang-Undang No. 32 Tahun 2004 Tentang Pemerintah Daerah
- Undang-Undang No. 33 Tahun 2004 Tentang Perimbangan Keuangan Antara Pemerintah Pusat dan Pemerintah Daerah
- Zhang, T., & Zou, H. Fu. (1998). Fiscal Decentralization, Public Spending and Economic Growth In China. *Journal of Public Economics, 67, 221-240*.

ANALYSIS OF ECONOMIC GROWTH ON TAX REVENUES AND REGIONAL LEVIES IN SOUTH ACEH REGENCY

Lidia Anggraini, Aliasuddin Aliasuddin, Taufiq C. Dawood

Faculty of Economics and Bussines, Syiah Kuala University, Banda Aceh, Indonesia

Email correspondence: aliasuddin@usk.ac.id

Abstract

This study aims to analyze the influence of sectoral economic growth on regional tax and levy revenues in South Aceh Regency. The dependent variables in this study are regional taxes and regional levies, while the independent variables include the agriculture, industry, tourism, and energy sectors. The research uses a quantitative approach, employing time-series data for the period 2015–2025 obtained from the Central Statistics Agency. The analysis method used is multiple linear regression with the Ordinary Least Squares approach. The results of the study show that, in the regional tax model, the agricultural sector has a negative and significant effect; the industrial and tourism sectors have positive and significant effects; and the energy sector has a positive but insignificant effect at the 5 percent level. In the regional levy model, the energy sector has a positive and significant effect, while the industrial sector has no significant effect. Simultaneously, all independent variables have a significant effect on regional taxes and levies. The value of the coefficient of determination indicates that the tax model explains 32.61 percent of the variation in regional taxes, while the levy model explains 90.15 percent of the variation in regional levies. This study concludes that sectoral economic growth contributes differently to regional fiscal capacity. Therefore, local governments need to optimize sectors that make a significant contribution, especially industry, tourism, and energy, to increase local revenue in South Aceh Regency.

Keywords: economic growth, regional taxes, regional levies, South Aceh

INTRODUCTION

Economic growth is the primary indicator of a region's development success. Economic growth reflects an increase in the production capacity of goods and services as measured through Gross Regional Domestic Product (GDP). In the context of regional finance, economic growth has an important role because it is directly related to the ability of local governments to increase regional tax and levy revenues as part of the Regional Own Source Revenue (PAD).

Theoretically, economic growth will increase people's economic activity, which in turn expands the tax base and increases government revenue. Empirical studies show that, in the long term, tax revenues tend to follow economic growth, whereas in the short term, the tax response to economic changes tends to be slower (Cornevin et al., 2024). This shows that economic growth is an important factor in determining a region's fiscal capacity. In addition, tax structures and policies also affect the dynamics of economic growth and state revenue. Another study on ScienceDirect finds that tax burdens can have positive or negative effects on economic growth, depending on the tax structure and economic conditions in each region (Zhang et al., 2024). This indicates that the relationship between economic growth and tax revenue is not simple, but is influenced by various economic factors and fiscal policies.

Furthermore, research on environmental taxes in the context of OECD countries shows that tax revenues can contribute to economic growth, especially in countries with high income levels, although under certain conditions, it can also have a negative impact (Hassan et al., 2020). Other research has also shown that changes in tax policies, such as income tax and consumption tax, have an influence on economic growth through various mechanisms, including investment and consumption (Kawano et al., 2025). In addition, increased tax revenues can be used to finance infrastructure and public service development, which ultimately drives economic growth (Balasoju et al., 2023).

In the context of regional autonomy in Indonesia, local governments are required to increase fiscal independence through optimizing tax revenues and regional levies. Regional taxes and levies are the primary sources of revenue for financing development and public services. Therefore, regional economic growth is expected to increase tax and levy revenues by boosting community economic activity.

South Aceh Regency, as one of the regions in Aceh Province, has quite diverse economic potential, especially in the agriculture, trade, and service sectors. However, an increase in economic growth is not necessarily followed directly by an increase in tax revenues and regional levies. This can be caused by various factors, such as low taxpayer compliance, limited collection systems, and suboptimal utilization of regional economic potential.

LITERATURE REVIEW

Gross Regional Domestic Product (GDP) is the main indicator for measuring regional economic performance, reflecting the total value added across all economic sectors. The increase in GDP indicates growth in economic activity, which has the potential to expand the regional tax base. Theoretically, economic growth will increase tax revenues due to higher incomes and increased production activities (Castro & Camarillo, 2024).

The tourism sector makes an important contribution to regional tax revenues through hotel, restaurant, and entertainment taxes. Increased tourism activity encourages economic transactions, which directly increase consumption-based taxes (Zhang & Li, 2024). Meanwhile, the industrial sector plays a major role in expanding the tax base because it generates high value added and intensive production activities (Arnold, 2008). On the other hand, the agricultural sector, although it contributes greatly to GDP, tends to have a lower tax contribution due to its still-traditional characteristics and the difficulty of directly taxing it. However, the increase in agricultural productivity still has an indirect impact on tax revenue through increasing community income (Macek, 2014).

The energy sector also has a strategic role in supporting regional tax revenues, especially through fuel and electricity taxes. In addition, this sector helps promote the growth of other sectors, ultimately increasing the regional tax base (Morley, 2012). Overall, the structure of the economic sector in GDP greatly determines regions' ability to increase tax revenue. Regions with a dominance of the industrial and service sectors tend to have higher tax revenues than regions dominated by the primary sector. This shows that the relationship between sectoral GDP and taxes is significant and interrelated in increasing regional fiscal capacity.

The tourism sector is one of the sectors that makes a significant contribution to regional levies. The increase in the number of tourists encourages the use of public facilities, such as tourist attractions, parking, and other public services, which are the objects of the levy. Recent studies show that growth in the tourism sector is positively associated with increases in public service-based regional income (Dogru et al., 2020).

The industrial sector also has an important role in increasing regional levies. Industrial activities increase the need for government services such as licensing, infrastructure, and logistics facilities. This increases the likelihood of incurring a levy for the use of public services. Empirical research shows that industrialization contributes to increasing regional fiscal capacity through increased service-based economic activity (OECD, 2021). On the other hand, the agricultural sector tends to have a more limited contribution to regional levies. This is due to the characteristics of the agricultural sector, which is more traditional and less dependent on paid public services. However, the increase in agricultural productivity still indirectly affects the levy through increased market activity and the distribution of agricultural products (World Bank, 2022).

The energy sector also has a strategic role in increasing regional levy revenue. The development of the energy sector increases the use of public infrastructure, such as electricity distribution and other energy resources. This encourages increased revenue from public services subject to levies. Several studies show that the energy sector is closely related to economic growth and regional fiscal capacity (Apergis & Payne, 2019). Overall, the sectoral structure of GDP affects regions' ability to generate levies. Sectors that are directly linked to the use of public services, such as tourism and industry, tend to contribute more to the levy than the primary sector. Therefore, increasing sectoral economic activity is an important factor in increasing regional levy revenues (Johansson et al., 2019).

RESEARCH GAP

Previous research has generally shown that economic growth positively affects regional revenues, particularly taxes. However, studies that specifically analyze the influence of the GDP sector on regional levies are still limited. In addition, most of the research uses an aggregate economic approach and is conducted at the national or provincial level, so it has not yet described specific conditions at the regional level. In fact, each economic sector, such as tourism, industry, agriculture, and energy, has distinct characteristics that influence regional levies directly related to the use of public services. Therefore, this study was conducted to address this gap by analyzing the influence of the GDP sector on district-level regional levies, particularly in South Aceh.

RESEARCH METHODS

This study uses a quantitative approach to analyze the relationship and influence between the independent and dependent variables. The quantitative approach was chosen because this study uses secondary data from the Indonesian Central Statistics Agency (BPS) for South Aceh Regency, covering the period 2015-2025. This is processed statistically to test the influence of the GDP sector on regional levy revenues.

DATA ANALYSIS MODEL

This study employs a time-series multiple linear regression analysis on annual data for the period 2015–2025 in South Aceh Regency. This approach is used to analyze the influence of the Gross Regional Domestic Product (GDP) sector on regional levy revenues.

$$\Delta \ln TAX_t = \alpha_0 + \alpha_1 \Delta \ln PRT_t + \alpha_2 \Delta \ln IND_t + \alpha_3 \Delta \ln PART_t + \alpha_4 \Delta \ln ENR_t + \varepsilon_t$$

$$\Delta \ln RET_t = \alpha_0 + \alpha_1 \Delta \ln PRT_t + \alpha_2 \Delta \ln IND_t + \alpha_3 \Delta \ln PART_t + \alpha_4 \Delta \ln ENR_t + \varepsilon_t$$

VARIABLE OPERATIONS

The dependent variables in this study are the regional tax revenue of South Aceh Regency (TAX) and the levy (RET) measured in rupiah. This variable reflects the fiscal capacity of local governments. The independent variables comprise four sectors: agriculture (PRT), industry (IND), tourism (PAR), and energy (ENR). The tourism sector is represented by the provision of accommodation and food and beverage services, while the

energy sector includes the procurement of electricity and gas. The selection of these variables is based on their relevance to the economic structure of South Aceh Regency and their potential contribution to regional tax revenue.

All variables in this study were transformed into the first form of the natural logarithm ($\Delta \ln$). This transformation is used to represent the growth rate of each variable, and is commonly applied in time series data analysis to stabilize variance and reduce trend tendencies in the data (Wooldridge, 2019).

Estimation Techniques

In this study, the model was estimated using the Ordinary Least Squares (OLS) method. The OLS method is one of the most widely used estimation techniques in econometric analysis because it has unbiased, consistent, and efficient estimator properties as long as the classical assumptions of linear regression are fulfilled (Gujarati & Porter, 2009). The use of OLS in this study is based on its ability to quantify the relationship between the independent variables and local income.

However, time series data are generally susceptible to heteroscedasticity and autocorrelation, which can make standard errors inaccurate and compromise the validity of statistical tests. Therefore, this study uses heteroscedasticity- and autocorrelation-consistent standard errors via the Newey-West estimator. This approach produces a more robust standard error without changing the estimated regression coefficient, making the resulting statistical inference more reliable (Newey & West, 1987).

Diagnostic Tests

To ensure the validity of the regression model, this study conducted several diagnostic tests. One of the tests used is the multicollinearity test with the Variance Inflation Factor (VIF). A centered VIF value below 10 indicates that there are no serious multicollinearity problems in the model (Gujarati & Porter, 2009). This test is important to ensure that each independent variable does not have a correlation too high with the others, so that parameter estimates remain stable.

In addition, using the HAC error standard with the Newey-West approach helps address potential violations of classical assumptions, especially heteroscedasticity and autocorrelation in the residuals. Both of these issues often arise in the analysis of time series data and can affect the accuracy of hypothesis test results if not handled appropriately.

Hypothesis

Hypothesis testing in this study was carried out using the t-test and the F-test. The t-test was used to assess the significance of each independent variable's influence on the dependent variable. Meanwhile, the F test was used to assess the significance of the model simultaneously, namely, to determine whether all independent variables together had an effect on the region's original income.

Next, the coefficient of determination (R^2) is used to measure how much the model explains variation in the dependent variable (s). The higher R^2 value indicates that the independent variables in the model have a clear, stronger influence on changes in the region's original income. Thus, the combination of the t-test, F-test, and coefficient of determination provides a comprehensive picture of the model's accuracy and strength in the study.

Results and Discussion

Results of the TAX Descriptive Statistical Test

Tabel 1 Descriptive Statistics

Variabel	Mean	Std.Dev	Maximum	Minimum
X1(PRT)	10.11076	2.153026	6.780000	11.84000
X2(IND)	4.868258	0.028991	4.830000	4.950000
X3(PAR)	7.579394	0.119935	7.390000	7.810000
X4(ENR)	1.432500	0.092525	1.190000	1.550000
Y1(TAX)	7.180227	0.356078	5.250000	8.180000

Source : Estimated Results 2026

In this table, each research variable has different data characteristics. The variable X1 (PRT) showed the highest variation in data, which can be seen from the standard deviation of 2.153026. In contrast, X2(IND) has the lowest variation with a standard deviation of only 0.028991, so the data tends to be the most homogeneous. The variables X3(PAR) and X4(ENR) also showed relatively low data spread, with standard deviations of 0.119935 and 0.092525, respectively. Meanwhile, the Y1 variable has an average of 7.180227 and a standard deviation of 0.356078, indicating a moderate level of variation in the data. In general, these descriptive statistics show that the research data is relatively stable, although there is a difference in the degree of variation between variables.

Tax Test Results

Table 2. Tax Test Results

Variabel	Coefficient	t-Statistik	Prob
X1(PRT)	-0.114733	-4.069189	0.0001
X2(IND)	3.692646	3.429668	0.0001
X3(PAR)	0.924408	1.957795	0.0008
X4(ENR)	1.652237	1.802259	0.0524
C	19.00977	-4.162428	0.0739
R-squared	0.326117		
Adjusted R-squared	0.304892		
Prob (F-stastic)	0.000000		

Source : Estimated Results 2026

Based on the regression results, the agricultural sector (PRT) has a negative and significant effect on regional income, with a coefficient of -0.114733 and a probability value of 0.0001. The industrial sector (IND) had a positive and significant effect, with a coefficient of 3.692646 and a probability of 0.0001. The tourism sector (PAR) also has a positive and significant effect on regional income, with a coefficient of 0.924408 and a probability of 0.0008. Meanwhile, the energy sector (ENR) has a positive influence, but it is not significant at the rate of 5 percent because the probability value is 0.0524. Simultaneously, all independent variables have a significant effect on regional income, as indicated by the Prob. value. F-statistic of 0.0000. The R-squared value of 0.326117 indicates that 32.61 percent of the variation in regional income can be explained by the model, while the remainder is attributable to other factors outside the study.

MULTIKOLLINEARITY TEST

Table 3 Multikollinearity

Variabel	Coefficient of Variance	Uncentered VIF	Centered VIF
X1(PRT)	0.000795	127.1972	5.477587
X2(IND)	1.159234	41149.55	1.448149
X3(PAR)	0.222943	19186.77	4.766648
X4(ENR)	0.840447	2593.735	10.69443
C	20.85741	31238.62	NA

Source : Estimated Results 2026

The results of the multicollinearity test showed that the agricultural, industrial, and tourism variables had Centered VIF values below 10, indicating no multicollinearity. However, the energy variable had a Centered VIF of 10.69443, indicating mild multicollinearity. In general, the model can still be used.

Results of the Descriptive Statistical Test of Levy

Tabel 4 Statistik Deskriptif

Variabel	Mean	Std.Dev	Maximum	Minimum
X1(PRT)	10.11076	2.153026	11.84000	6.780000
X2(IND)	4.868258	0.028991	4.950000	4.830000
X3(PAR)	7.579394	0.119935	7.810000	7.390000
X4(ENR)	1.432500	0.092525	1.550000	1.190000
Y2(RET)	6.947879	0.678676	7.990000	5.500000

Source : Estimated Results 2026

Based on descriptive statistics, the agricultural variable (PRT) has an average value of 10.11076 with a standard deviation of 2.153026, which shows that this variable has the greatest variation compared to other variables. The industry variable (IND) has an average of 4.868258 and a standard deviation of 0.028991, thus showing the

most stable data. The tourism variable (PAR) has an average of 7.579394 with a standard deviation of 0.119935, while the energy variable (ENR) has an average of 1.432500 with a standard deviation of 0.092525, indicating that both have a relatively low data spread. Meanwhile, the regional levy variable (RET) has an average of 6.947879 with a standard deviation of 0.678676, which means that the variation is greater than industry, tourism, and energy, but still smaller than agriculture. In general, the data show that most variables have a relatively stable spread, except for the agricultural sector that experiences the highest fluctuations.

Results of the Levy Test

Tabel 5 Levy Test

Variabel	Coefficient	t-Statistik	Prob
X1(PRT)	-0.028518	-1.388191	0.1675
X2(IND)	-0.781622	-0.996356	0.3210
X3(PAR)	2.370079	6.889211	0.0000
X4(ENR)	4.852888	7.265216	0.0000
C	-13.87417	-4.169464	0.0001
R-squared	0.901521		
Adjusted R-squared	0.898420		
Prob (F-stastic)	0.000000		

Source : Estimated Results 2026

This regression table shows the results of the linear model estimation with four independent variables, namely X1 (PRT), X2 (IND), X3 (PAR), and X4 (ENR), against dependent variables that are not explicitly mentioned. The regression coefficient indicates the direction and magnitude of each variable's influence on the dependent variable. Specifically, X1 (PRT) has a coefficient of -0.0285, a t-statistic of -1.388, and a probability of 0.1675, indicating a negative but not statistically significant influence at the 5 percent significance level. While X2 (IND) has a coefficient of -0.7816, a t-statistic of -0.996, and a probability of 0.3210, it also shows a non-significant negative influence. In contrast, X3 (PAR) and X4 (ENR) had a significant positive influence, with coefficients of 2.3701 ($t = 6.889$, $p = 0.0000$) and 4.8529 ($t = 7.265$, $p = 0.0000$), indicating that increases in these two variables significantly increased the value of the dependent variable. The model constant of -13.8741 is also significant ($t = -4.169$, $p = 0.0001$), indicating the base value of the dependent variable when all independent variables are zero. This model has an R-squared of 0.9015 and an Adjusted R-squared of 0.8984,

indicating that 90.15 percent of the variation in the dependent variable is explained by all four independent variables. A Prob value (F-statistic) of 0.0000 indicates that the regression model is significant overall and suitable for predictive analysis.

MULTIKOLLINEARITY TEST

Table 6 Multikollinearity

Variabel	Coefficient of Variance	Uncentered VIF	Centered VIF
X1(PRT)	0.000422	127.1972	5.477587
X2(IND)	0.615410	41149.55	1.448149
X3(PAR)	0.118355	19186.77	4.766648
X4(ENR)	0.446173	2593.735	10.69443
C	11.07270	31238.62	NA

Source : Estimated Results 2026

The results of the multicollinearity test showed that the agricultural, industrial, and tourism variables had Centered VIF values below 10, indicating no serious multicollinearity. Meanwhile, the energy variable had a Centered VIF of 10.69443, indicating mild multicollinearity. In general, the model remains feasible to use, but the energy variable requires further attention.

CONCLUSION

This study shows that sectoral economic growth has a different influence on regional tax and levy revenues in South Aceh Regency. In the regional tax model, the agricultural sector has a negative and significant effect; the industrial and tourism sectors have positive and significant effects, while the energy sector has a positive but not significant effect at the 5 percent level. Simultaneously, all independent variables had a significant effect on regional tax revenue, although the model's ability to explain regional tax variation remained moderate. In the regional levy model, the energy sector shows a positive and significant influence, while the industrial sector is not significant. The agriculture and tourism sectors cannot be concluded with certainty because there are incompleteness and inconsistencies in the probability value of the estimated results. However, the levy model is significant and has strong explanatory power. The results of the multicollinearity test showed that, in general, the model was usable, although the energy variable showed mild multicollinearity. Thus, it can be concluded that the industrial, tourism, and especially energy sectors have the potential to support the increase in regional fiscal capacity, while the contribution of the agricultural sector to regional revenues still needs to be optimized through more targeted policies.

BIBLIOGRAPHY

- Apergis, N., & Payne, J. E. (2014). Renewable energy, output, and fiscal policy. *Energy Economics*. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2014>.
- Arnold, J. (2008). How taxes affect economic growth: Evidence from a cross-country panel of OECD countries. *International Tax and Public Finance*, 15(6), 681–712. <https://doi.org/10.1007/s10797-008-9100-0>
- Balasoïu, N., Chifu, I., & Oancea, M. (2023). *Impact of Direct Taxation on Economic Growth : Empirical Evidence Based on Panel Data Regression Analysis at the Level of Eu Countries*.
- Castro, G. Á., & Camarillo, D. B. R. (2024). Do tax revenues track economic growth? *Economic Analysis and Policy*. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2024>.
- Cornevin, A., Sebastian, J., Pablo, J., & Mojica, A. (2024). Do tax revenues track economic growth? Comparing panel data estimators. *Economic Modelling*, 140(August), 106867. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2024.106867>
- Dogru, T., Sirakaya-Turk, E., & Crouch, G. I. (2020). Remodeling tourism demand. *Tourism Management*, 77, 104024. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2019.104024>
- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2009). *Basic econometrics* (5th ed.). New York, NY: McGraw-Hill/Irwin.
- Hassan, M., Oueslati, W., & Rousselière, D. (2020). Environmental taxes , reforms and economic growth : an empirical analysis of panel data. *Economic Systems*, 44(3), 100806. <https://doi.org/10.1016/j.ecosys.2020.100806>
- Johansson, Å., Heady, C., Arnold, J., Brys, B., & Vartia, L. (2008). Tax structure and economic growth. *OECD Economics Department Working Papers*, No. 620. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/244262776221>
- Kawano, L., Olson, J. S., Slemrod, J., & Hsuan, M. (2025). How taxes affect growth : evidence from cross - country panel data. In *International Tax and Public Finance* (Issue 0123456789). Springer US. <https://doi.org/10.1007/s10797-025-09901-z>
- Macek, R. (2014). The impact of taxation on economic growth: Case study of OECD countries. *Review of Economic Perspectives*, 14(4), 309–328. <https://doi.org/10.1515/revecp-2014-0020>
- Morley, B. (2012). Environmental taxes, reforms and economic growth: An empirical analysis of panel data. *Energy Economics*, 34(3), 743–751. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2011.12.004>
- Newey, W. K., & West, K. D. (1987). A simple, positive semi-definite, heteroskedasticity and autocorrelation consistent covariance matrix. *Econometrica*, 55(3), 703–708. <https://doi.org/10.2307/1913610>
- OECD. (2021). *Revenue statistics and public finance*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/revstats-2021-en>
- World Bank. (2022). *Agriculture and economic growth report*. World Bank Group. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1857-7>
- Wooldridge, J. M. (2019). *Introductory econometrics: A modern approach* (7th ed.). Boston, MA: Cengage Learning.
- Zhang, X., Huang, Y., & Wei, F. (2024). The incentive effects of the macro tax burden on economic growth : A negative or positive incentive effect? Analysis based on panel data. *International Review of Economics and Finance*, 93(PA), 128–147. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2024.03.006>

THE IMPACT OF THE ECONOMIC SECTOR ON LOCAL TAXES AND LOCAL FEES: A TIME SERIES ANALYSIS IN ACEH BESAR REGENCY

Iffah Huwaida Kausari, Aliasuddin Aliasuddin, Taufiq C. Dawood

Faculty of Economics and Business, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, Indonesia

Email correspondence: aliasuddin@usk.ac.id

Abstract

This study aims to analyze the impact of the agriculture, industry, tourism, and energy sectors on local tax revenue and local fees in Aceh Besar Regency. The study uses time-series data from 2011 to 2024 sourced from the Central Statistics Agency (BPS) and the Directorate General of Fiscal Balance (DJPK). The analysis method used is multiple linear regression with a first-difference approach to address non-stationarity in the data. The stationarity test results indicate that all variables become stationary at the first-difference level. Furthermore, the results of the classical assumption tests show that the model meets the assumptions of normality, there is no heteroscedasticity, and there is no autocorrelation. However, there are indications of multicollinearity among some independent variables. The regression estimation results indicate that in the local tax model, none of the independent variables has a significant effect on changes in local tax revenue. Meanwhile, in the local fee model, the agricultural sector has a positive and significant effect on changes in local fee revenue, whereas the industrial, tourism, and energy sectors do not. Overall, the research results indicate that local taxes are influenced by structural factors and fiscal policy, whereas local fees are more responsive to real economic activity, particularly in the agricultural sector. Therefore, local governments need to optimize agricultural sector development and enhance the effectiveness of fiscal policy to improve local capacity.

Keywords: *Local taxes, local fees, agriculture, industry, tourism, energy*

Introduction

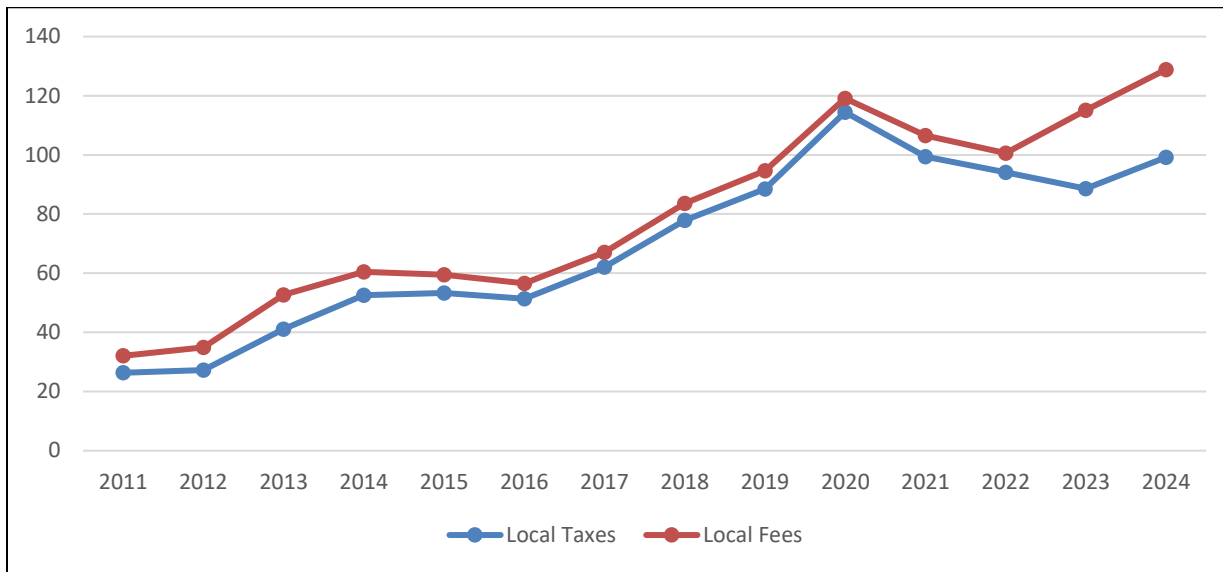
Regional economic development is one of the main pillars for improving community welfare and strengthening the fiscal capacity of local governments. Within the framework of fiscal decentralization, local governments are granted broader authority to manage economic resources and optimize Local Own-Source Revenue (PAD) to finance various development programs. A region's ability to increase fiscal revenue is a key indicator of its economic autonomy. In this regard, local taxes and local levies are the two main components of PAD that make a significant contribution to the financing of regional development (Sudarmana & Sudiartha, 2020).

Consequently, local government revenue from taxes and fees will also increase. From a regional economic perspective, a region's sectoral structure reflects the patterns of economic activity that drive growth and local fiscal revenue. Therefore, an analysis of economic sectors is essential for understanding the relationship between regional economic development and local fiscal capacity (Ramadhan, 2019).

Aceh Besar Regency is one of the districts in Aceh Province with diverse economic potential across sectors such as agriculture, industry, tourism, and energy. The agricultural sector remains the dominant sector in the region's economic structure, as the majority of the population relies on it for their livelihoods (Rahmanita et al., 2024). Data indicates that the value of the agricultural sector increased from approximately 1,820,403 in 2015 to 2,322,124 in 2024. In addition, the industrial sector has experienced significant growth, as reflected in the increase in its value from approximately 192,299 in 2015 to 246,306 in 2024.

Meanwhile, the tourism sector has begun to emerge as a promising driver of local economic activity through increased tourist visits and the growth of supporting sectors such as transportation, accommodation, and trade (Rahmanita et al., 2024). On the other hand, the energy sector also plays a strategic role in supporting economic activity, given that energy availability is a critical factor in production and distribution processes (Nurlina, Audiny, & Sari, 2019). The data indicate that the energy sector has fluctuated but generally shows an upward trend over the study period.

Theoretically, the growth of these economic sectors is expected to increase local government revenue, both through local taxes and fees. Empirically, local tax revenue in Aceh Besar Regency has shown an upward trend during the 2011–2024 period, while local fees have fluctuated considerably, with a significant increase in recent years.



Source: Central Bureau of Statistics (2026)

Figure 1. Trends in Local Taxes and Fees in Aceh Besar Regency, 2011–2024

Figure 1 shows that local tax revenue has tended to increase gradually year by year, although it declined during certain periods. Meanwhile, local fees have exhibited a more fluctuating pattern, but saw a fairly significant surge toward the end of the observation period. This suggests that the dynamics of local revenue are influenced not only by long-term trends but also by changes in economic activity within specific sectors.

Nevertheless, the relationship between the development of economic sectors and local tax and fee revenues has not yet been fully explained empirically. Each economic sector has distinct characteristics in generating local revenue. Some sectors may contribute more significantly to local taxes, while others contribute more to local fees. Therefore, an empirical analysis is needed to identify the economic sectors that significantly impact local revenue.

Against this backdrop, this study aims to analyze the impact of the agricultural, industrial, tourism, and energy sectors on local taxes and fees in Aceh Besar Regency during the 2015–2024 period using an econometric analysis approach. The findings of this study are expected to contribute academically to the development of regional economic studies and serve as a basis for local governments to formulate more effective policies to enhance local fiscal capacity.

Literature Review

Regional Economics and Sectoral Structure

In the field of regional economics, a region's development is heavily influenced by its sectoral economic structure. The sectoral structure illustrates the contributions of various economic sectors to regional output and

income. The shift in economic structure from the primary sector to the secondary and tertiary sectors reflects the process of economic development occurring within a region (Safwadi & Rangkuti, 2018).

According to Walter Isard, regional economics examines the geographical distribution of economic activities and the interactions between sectors that influence regional growth. In the context of regional development, sectors such as agriculture, industry, tourism, and energy play a crucial role in generating economic activities that can drive growth and increase regional revenue (Weriantoni & Ayu, 2025).

A developing sectoral structure not only boosts economic productivity but also expands the regional revenue base through taxes and fees. Thus, the dynamics of economic sectors are a key factor in determining a region's fiscal capacity.

Local Taxes and Local Fees

Local taxes are a major source of local government revenue, collected by local governments in accordance with applicable laws and regulations. According to Richard A. Musgrave, taxes are fiscal policy instruments used by governments to raise revenue and regulate economic activity (Putra, Setiani, Astuti, & Pangestoeti, 2025).

In the context of local government, local taxes play a crucial role in financing development and the provision of public services. Meanwhile, local fees are charges levied for services provided by the local government to the public, such as licensing, use of public facilities, and other administrative services (Anggoro, 2017).

Revenue from local taxes and local fees is heavily influenced by the level of economic activity in the community. The higher the economic activity, the greater the potential for local revenue, both through taxes and fees (Anggoro, 2017).

The Role of the Agricultural Sector

The agricultural sector plays a strategic role in the regional economy, particularly in agrarian-based regions. This sector not only provides food but also creates jobs and generates income for the community (Rahmanita et al., 2024). According to Theodore W. Schultz, increased productivity in the agricultural sector can drive economic growth and improve community welfare. In a regional context, the development of the agricultural sector can boost economic activity, which has the potential to expand the tax and fee revenue base (Sugiyanto, 2025).

The Role of the Industrial Sector

The industrial sector has the capacity to generate higher value added than the primary sector. The development of this sector often serves as an indicator of a region's economic transformation (Safitri, Priyagus, & Ulfah, 2021). According to Walt W. Rostow, industrialization is a crucial stage in the economic development process that can boost production, investment, and employment opportunities. Industrial activities can also expand the

local revenue base through taxes and fees related to production and trade activities (Anam, Azzaky, & Hasan, 2026).

The Role of the Tourism Sector

The tourism sector has a significant multiplier effect on the local economy. According to the World Tourism Organization, tourism can drive economic growth through increased tourist visits and the development of supporting sectors such as transportation, accommodation, and trade. The development of the tourism sector also has the potential to increase local government revenue through hotel taxes, restaurant taxes, and various types of fees related to tourism activities (Utama, 2014).

The Role of the Energy Sector

The energy sector is a strategic sector that supports economic activity across various sectors. Adequate energy supply is essential for supporting production, distribution, and public consumption. From an economic development perspective, the energy sector serves as an enabler, allowing other sectors to develop optimally. Therefore, the development of the energy sector can have an indirect impact on increasing local government revenue through an overall increase in economic activity (Nurlina et al., 2019).

Research Method

Data Sources

This study uses secondary time-series data covering the period 2011–2024 for Aceh Besar Regency, comprising 14 observations. The data used includes variables related to local taxes, local fees, and the agriculture, industry, tourism, and energy sectors. All data were sourced from the Central Statistics Agency (CSA) and the Directorate General of Fiscal Balance (DGFB).

Table 1. Operational definitions of variables and data sources

Status	Variable	Symbol	Definition	Unit	Source
Dependent	Local Taxes	Y1	Local tax revenue	Rupiah	DGFB
	Local Fees	Y2	Local fee revenue	Rupiah	DGFB
Independent	Agriculture	X1	Agricultural sector GRDP (at constant prices)	Rupiah	CSA
	Industry	X2	manufacturing sector GRDP (at constant prices)	Rupiah	CSA
	Tourism	X3	GRDP (at current prices) for accommodation & food services	Rupiah	CSA
	Energy	X4	GRDP (at current prices) for electricity & gas	Rupiah	CSA

Data Analysis

To analyze the relationships among the variables in this study, multiple linear regression was used with a time series data approach. The data were first tested for stationarity using the Augmented Dickey-Fuller Test to avoid spurious regression. The test results showed that most variables were non-stationary at the level, but

became stationary after first-order differentiation. Therefore, all variables in this study were transformed into first-difference form (Rachbini et al., 2021).

Next, the regression model was estimated using the Ordinary Least Squares (OLS) method to determine the impact of the agriculture, industry, tourism, and energy sectors on local taxes and local fees in Aceh Besar Regency. This study uses two regression equations: the first models local taxes as the dependent variable, and the second models local fees as the dependent variable. Mathematically, the models in this study can be formulated as follows (Baltagi, 2021):

$$\Delta Y_1 = \alpha_0 + \beta_1 \Delta X_1 + \beta_2 \Delta X_2 + \beta_3 \Delta X_3 + \beta_4 \Delta X_4 + \varepsilon \quad (1)$$

$$\Delta Y_2 = \alpha_0 + \beta_1 \Delta X_1 + \beta_2 \Delta X_2 + \beta_3 \Delta X_3 + \beta_4 \Delta X_4 + \varepsilon \quad (2)$$

Where ΔY_1 is the change in local taxes, ΔY_2 is the change in local fees, α is the constant, β_1 – β_4 are the regression coefficients, ΔX_1 is the change in the agricultural sector, ΔX_2 is the change in the industrial sector, ΔX_3 is the change in the tourism sector, ΔX_4 is the change in the energy sector, and ε is the error term.

To ensure the validity of the model, classical assumption tests were conducted, including tests for normality, heteroscedasticity, multicollinearity, and autocorrelation using the Breusch-Godfrey Test. All tests were performed to ensure that the resulting model meets the criteria for the Best Linear Unbiased Estimator (BLUE). The analysis was conducted using Eviews software.

Findings and Discussion

Descriptive Statistics

Descriptive statistics provide an overview of the characteristics of the data for the research variables, namely local taxes (Y_1), local fees (Y_2), as well as the agricultural sector (X_1), industrial sector (X_2), tourism sector (X_3), and energy sector (X_4) in Aceh Besar Regency for the period 2011–2024. The analysis results show that the average local tax is 69.72, higher than local levies at 9.69, indicating that local taxes are relatively more dominant in the local revenue structure.

On the other hand, the agricultural sector has the highest average value among sectors, indicating it remains a leading sector in the local economy. Meanwhile, the variation in minimum and maximum values for each variable indicates significant fluctuations during the study period, reflecting the dynamics of local economic development.

Table 2. Descriptive Statistics

	Y1 (Rupiah)	Y2 (Rupiah)	X1 (Rupiah)	X2 (Rupiah)	X3 (Rupiah)	X4 (Rupiah)
Mean	69.72143	9.692143	1856894	196350.3	100851.3	2154.079
Median	69.97500	6.365000	2050946	213766.5	212.2780	99.15000
Maximum	114.4600	29.70000	2322124	263222.0	619575.6	7689.620
Minimum	26.34000	4.680000	666359.0	74993.88	141.3400	75.22000
Std. Dev.	28.53163	8.008058	541317.1	55779.19	214527.4	3387.637
Skewness	-0.096130	1.888675	-1.464408	-1.321804	1.925185	0.960367
Kurtosis	1.734637	4.878935	3.854771	3.751484	4.901722	1.938655
Observations	14	14	14	14	14	14

Source: processed data (2026)

Stationarity Test

A stationarity test was conducted using the Augmented Dickey-Fuller Test to identify the presence of unit roots in each research variable. Based on the test results in Table 2, most variables were non-stationary at the original level, as indicated by probability values above the 5 percent significance level. However, after taking first differences, all variables became stationary, with some significant at the 5 percent level and others at the 10 percent level. Thus, it can be concluded that the variables in this study are integrated of the first order (I(1)). Therefore, all variables were transformed into first-difference form to avoid spurious regression in the model estimation.

Table 3. Stationarity Test Results

Variable	Level (Prob)	First Difference (Prob)	Description
Tax (Y1)	0.6403	0.0592	I (1)
Fee (Y2)	0.9435	0.0550	I (1)
Agriculture (X1)	0.0000	0.0273	I (0)
Industry (X2)	0.1388	0.0242	I (1)
Tourism (X3)	0.1472	0.0001	I (1)
Energy (X4)	0.4444	0.0125	I (1)

Source: processed data (2026)

Test of Classical Assumptions

The normality test for Model 1, which uses local taxes as the dependent variable, was conducted using the Jarque-Bera test. The test results showed a p-value of 0.987084, which is greater than the 5% significance level. This indicates that the residuals are normally distributed, meaning that the normality assumption is met and the regression model can be validly applied.

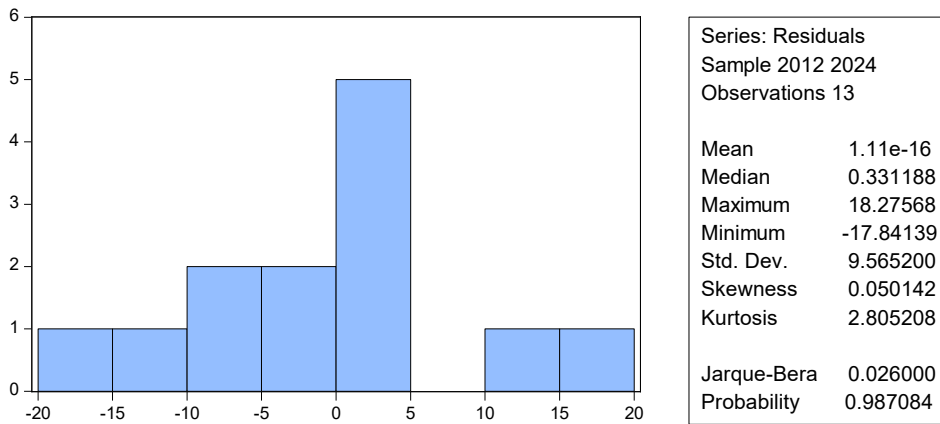


Figure 2. Results of the Normality Test for Model 1

The normality test for Model 2, which uses local government revenue as the dependent variable, was conducted using the Jarque-Bera test. The test results showed a p-value of 0.987084, which is greater than the 5% significance level. This indicates that the residuals are normally distributed, meaning that the normality assumption is met and the regression model can be validly applied.

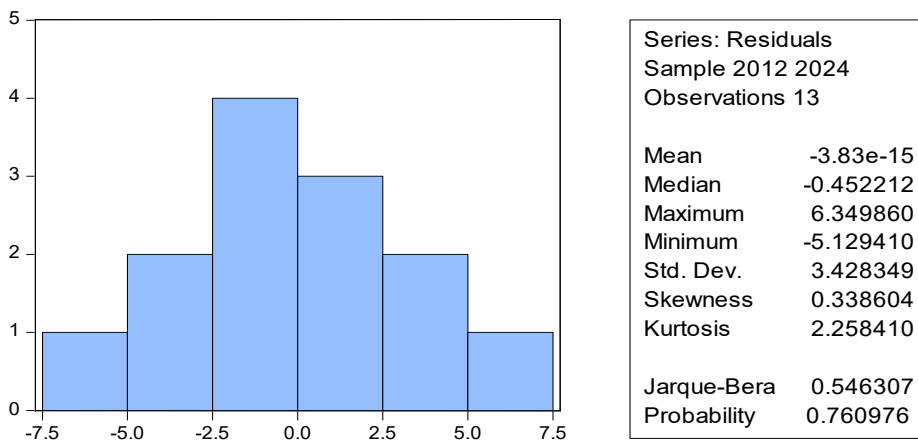


Figure 3. Results of the Normality Test for Model 2

A multicollinearity test was conducted using the Variance Inflation Factor (VIF) method. The test results show VIF values exceeding the tolerance limit of 10, particularly for the agriculture and tourism variables. This indicates multicollinearity in the research model.

Table 4. Multicollinearity Test Results

Variable	Coefficient Variance	Uncentered VIF	Centered VIF
C	81.43460	7.713881	NA
D(X1)	1.27E-08	89.12618	69.59598
D(X2)	1.31E-07	10.82105	8.664478
D(X3)	5.80E-08	117.8809	107.0314
D(X4)	1.14E-05	4.734170	4.403397

Source: processed data (2026)

A test for heteroscedasticity was conducted to determine whether the regression model residuals exhibited heteroscedasticity. Based on the test results presented in Table 5, both Model 1 and Model 2 show ObsR-squared probability values of 0.4610 and 0.2033, respectively, which are greater than the 5 percent significance level ($\alpha = 0.05$).

This indicates that there is no evidence of heteroscedasticity in either model, so the residual variance can be considered constant (homoscedastic). Thus, the estimated regression model has met one of the classical assumptions, so the coefficient estimation results can be considered valid, and hypothesis testing in this study can be conducted reliably.

Table 5. Heteroscedasticity Test Results

Model 1	F-statistic	0.769513	Prob. F(4,8)	0.5742
	Obs*R-squared	3.612067	Prob. Chi-Square(4)	0.4610
	Scaled explained SS	2.677825	Prob. Chi-Square(4)	0.6131
Model 2	F-statistic	1.685229	Prob. F(4,8)	0.2454
	Obs*R-squared	5.944808	Prob. Chi-Square(4)	0.2033
	Scaled explained SS	3.318031	Prob. Chi-Square(4)	0.5061

Source: processed data (2026)

An autocorrelation test was conducted to determine whether there is a correlation between the residuals across different time periods in the regression model. The test was conducted using the Breusch-Godfrey Test. Based on the test results, the probability values of ObsR-squared in Model 1 and Model 2 were each greater than the 5 percent significance level ($\alpha = 0.05$). This indicates that there is no evidence of autocorrelation in the two models, meaning the residuals are independent and the models satisfy the classical assumptions.

Table 6. Results of the Autocorrelation Test

Model 1	F-statistic	0.259787	Prob. F(2,6)	0.7795
	Obs*R-squared	1.036027	Prob. Chi-Square(2)	0.5957
Model 2	F-statistic	1.923888	Prob. F(2,6)	0.2262
	Obs*R-squared	5.079430	Prob. Chi-Square(2)	0.0789

Source: processed data (2026)

Panel Data Regression Results (Model 1)

Model 1 in this study uses local taxes as the dependent variable and analyzes them in first differences. The regression results indicate that none of the independent variables—agriculture, industry, tourism, and energy—significantly affect changes in local tax revenue in Aceh Besar Regency.

This finding indicates that changes in economic activity in these sectors have not been able to directly increase local tax revenue in the short term. This may be due to the nature of local taxes, which are more influenced by

structural factors—such as local fiscal policy, the tax administration system, and the effectiveness of tax collection—than by fluctuations in the real economy.

Furthermore, the lack of significance in the independent variables' effects indicates that the contributions of economic sectors to local taxes are often indirect and require a time lag to be reflected in local revenue. Thus, short-term changes in economic sectors are not yet fully reflected in changes in local taxes.

Overall, the model's ability to explain variations in local tax changes is relatively limited, as reflected by the low coefficient of determination (R-squared). This indicates that other factors outside the model are more dominant in influencing local tax revenue in Aceh Besar Regency.

Table 7. Results of Multiple Linear Regression (Model 1)

Model	Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
Model 1	C	0.989922	9.024112	0.109697	0.9154
	D(X1)	9.17E-05	0.000113	0.813007	0.4397
	D(X2)	-0.000192	0.000362	-0.530281	0.6103
	D(X3)	-0.000108	0.000241	0.448490	0.6657
	D(X4)	-0.000488	0.003379	-0.144518	0.8887
	R-squared	0.251774	F-statistic		0.672990
	Adjusted R-squared	-0.122339	Prob(F-statistic)		0.629070

Source: processed data (2026)

Model 2 in this study uses local government revenue as the dependent variable and is analyzed in first differences. The regression estimation results show that the agricultural sector has a positive and significant effect on changes in local government revenue in Aceh Besar Regency. This finding indicates that increased activity in the agricultural sector can drive short-term increases in local government revenue.

The significant influence of the agricultural sector on local levies stems from the direct link between agricultural activities and the use of public services subject to levies, such as agricultural product distribution services, market facilities, and other supporting services. Thus, increased production and activity in the agricultural sector will intensify the use of these services, ultimately increasing local levy revenue.

Meanwhile, the industrial, tourism, and energy sectors did not show a significant impact on local fees. This indicates that the contribution of these sectors to fee revenue remains relatively limited or suboptimal during the observation period. Additionally, other factors—such as fee rate policies, the effectiveness of service management, and the level of public compliance—may play a more dominant role in influencing local fee revenue.

Overall, this model has a better ability to explain variation in local revenue changes than the local tax model, as reflected by the higher coefficient of determination (R-squared). This suggests that local revenue tends to be more responsive to changes in real economic activity, particularly in the agricultural sector.

Table 8. Results of Multiple Linear Regression (Model 2)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	7.133275	3.234413	2.205431	0.0585
D(X1)	-0.000102	4.04E-05	-2.523065	0.0356
D(X2)	0.000143	0.000130	1.100124	0.3033
D(X3)	-0.000159	8.63E-05	-1.840379	0.1030
D(X4)	0.002252	0.001211	1.859316	0.1000
R-squared	0.656643	F-statistic		3.824843
Adjusted R-squared	0.484965	Prob(F-statistic)		0.050406

Source: processed data (2026)

Discussion

Comparatively, the research results indicate differences in the characteristics of local taxes and local fees in response to changes in economic activity in Aceh Besar Regency. Local taxes tend not to be significantly affected by short-term changes in economic sectors. This suggests that local tax revenue is more structural in nature and is heavily influenced by local fiscal policy, the tax administration system, and the effectiveness of tax collection.

Conversely, local fees demonstrate a more sensitive response to changes in economic activity, particularly in the agricultural sector, which has been shown to have a positive and significant impact. This indicates that local fees are more closely linked to the community's real economic activities, especially the utilization of the public services for which the fees are charged. This difference underscores that local taxes and local fees possess distinct characteristics in their formation mechanisms. Local taxes are more indirect in nature and influenced by policy, whereas local fees are more direct in nature and influenced by the intensity of the community's economic activity. Consequently, strategies for increasing local revenue must be tailored to the characteristics of each revenue source.

Conclusion

This study aims to analyze the impact of the agricultural, industrial, tourism, and energy sectors on local taxes and local fees in Aceh Besar Regency using a time-series data approach with first-difference transformations. The results indicate that, regarding local tax revenue, none of the independent variables have a significant effect on changes in local tax revenue. This indicates that local tax revenue is more influenced by structural and policy factors than by short-term changes in economic activity.

Meanwhile, regarding local fees, the agricultural sector had a positive and significant effect on changes in local fees, whereas the industrial, tourism, and energy sectors did not. These findings suggest that local fees are more responsive to real economic activity, particularly in the agricultural sector.

Overall, the findings of this study confirm that local taxes and local fees differ in how they respond to economic dynamics. Therefore, policies aimed at increasing local revenue should consider different approaches tailored to the nature of each revenue source.

Local governments are advised to improve the effectiveness of the local tax collection system through administrative reforms and strengthened fiscal policies. Additionally, optimizing local fee revenue can be achieved by promoting agricultural sector development and improving the quality of fee-based public services. Future research is expected to include additional variables and utilize a longer data period to obtain more comprehensive results.

References

- Anam, S., Azzaky, A. M., & Hasan, M. S. (2026). Analisis Perkembangan Sektor Industri Sebagai Penentu Tahap Pembangunan Ekonomi Di Probolinggo, 2(1), 512–517.
- Anggoro, D. D. (2017). *Pajak Daerah dan Retribusi Daerah*.
- Baltagi, B. H. (2021). *Econometric Analysis of Panel Data* (Wiley John & Sons, Eds.; Fifth Edition).
- BPS Kabupaten Aceh Besar. (2013). *Produk Domestik Regional Bruto Kabupaten Aceh Besar Menurut Lapangan Usaha 2009-2012*.
- BPS Kabupaten Aceh Besar. (2017). *Produk Domestik Regional Bruto Kabupaten Aceh Besar Menurut Lapangan Usaha 2012-2016*.
- BPS Kabupaten Aceh Besar. (2020). *Produk Domestik Regional Bruto Kabupaten Aceh Besar Menurut Lapangan Usaha 2015-2019*.
- BPS Kabupaten Aceh Besar. (2025). *Produk Domestik Regional Bruto Kabupaten Aceh Besar Menurut Lapangan Usaha 2020-2024*.
- Kementerian Keuangan Republik Indonesia, Direktorat Jenderal Perimbangan Keuangan. Statistik Fiskal Daerah 2011–2024. Jakarta: DJPK.
- Nurlina, Audiny, P., & Sari, M. (2019). Analisis Sektor Unggulan Aceh Bagian Timur, 10(1), 23–37.
- Putra, S. K., Setiani, W., Astuti, D., & Pangestoeti, W. (2025). Analisis Peran Pemerintah dalam Perekonomian Nasional melalui Tiga Fungsi Utama Fiskal : Alokasi , Distribusi , dan Stabilitas, 3(6), 408–416.
- Rachbini, W., Sumarto, A. H., & Evi, T. (2021). *Statistika Terapan. Pengolahan Data Time Series Menggunakan Eviews*.
- Rahmanita, M., dkk. (2024). *Perencanaan Strategis Pengembangan Pariwisata Regional*.
- Ramadhan, P. R. (2019). Pengaruh Pajak Daerah dan Retribusi Terhadap Pendapatan Asli Daerah Kabupaten/Kota di Sumatera Utara, 5(1), 81–87. <https://doi.org/10.31289/jab.v5i1.2455>
- Safitri, R., Priyagus, & Ulfah, Y. (2021). Pengaruh beberapa sektor ekonomi terhadap pajak , retribusi dan pendapatan asli daerah, 18(4), 657–671.
- Safwadi, I., & Rangkuti, M. S. (2018). Analisis Struktur Ekonomi dan Sektor Unggulan Kabupaten Aceh Besar, 2(1), 39–48.
- Sudarmana, I. P. A., & Sudiartha, G. M. (2020). Pengaruh Retribusi Daerah dan Pajak Daerah terhadap Pendapatan Asli Daerah di Dina Pendapatan Daerah, 9(4), 1338–1357.
- Sugiyanto, A. (2025). *Analisis Spasial Pada Tenaga Kerja Sektor Pertanian Pada Generasi Z Di Indonesia Tahun 2024*.
- Utama, I. G. B. R. (2014). *Pengantar Industri Pariwisata*.
- Weriantoni. & Ayu, R. F. (2025). *Ekonomi Regional Dan Wilayah*

**DOES ECONOMIC SECTOR GROWTH AFFECT LOCAL TAX REVENUE?
A CASE STUDY OF ACEH TAMIANG REGENCY, 2014-2024**

Tasya Miftahul Jannah, Aliasuddin Aliasuddin, Taufiq C. Dawood

Faculty of Economics and Business, Syiah Kuala University, Banda Aceh, Indonesia

Email correspondence: aliasuddin@usk.ac.id

Abstract

This study examines the impact of growth in the agriculture, energy, industry, and tourism sectors on local tax revenue in Aceh Tamiang Regency during the 2014-2024 period, using a quantitative approach based on a multiple linear regression model. The estimation results indicate that, simultaneously, the growth of these four sectors has not had a significant impact on local tax revenue. Partially, the agricultural sector shows a positive coefficient, indicating that an increase in this sector's growth tends to be followed by an increase in local tax revenue, although this is not yet statistically significant. Conversely, the energy, industrial, and tourism sectors show negative coefficients, indicating that increased growth in these sectors during the observation period has not yet been directly translated into higher local tax revenue. These findings suggest that the dynamics of local tax revenue in Aceh Tamiang Regency are influenced not only by sectoral growth but also likely by other factors such as the effectiveness of local tax administration, taxpayer compliance, the structure of taxable objects, and local fiscal policies. This study confirms that sectoral economic growth does not automatically strengthen local fiscal capacity without effective tax management. Therefore, local governments need to direct policies not only toward strengthening potential economic sectors but also toward optimizing the collection system, tax base data management, and the quality of local revenue governance, so that economic growth translates into a more tangible increase in local tax revenue.

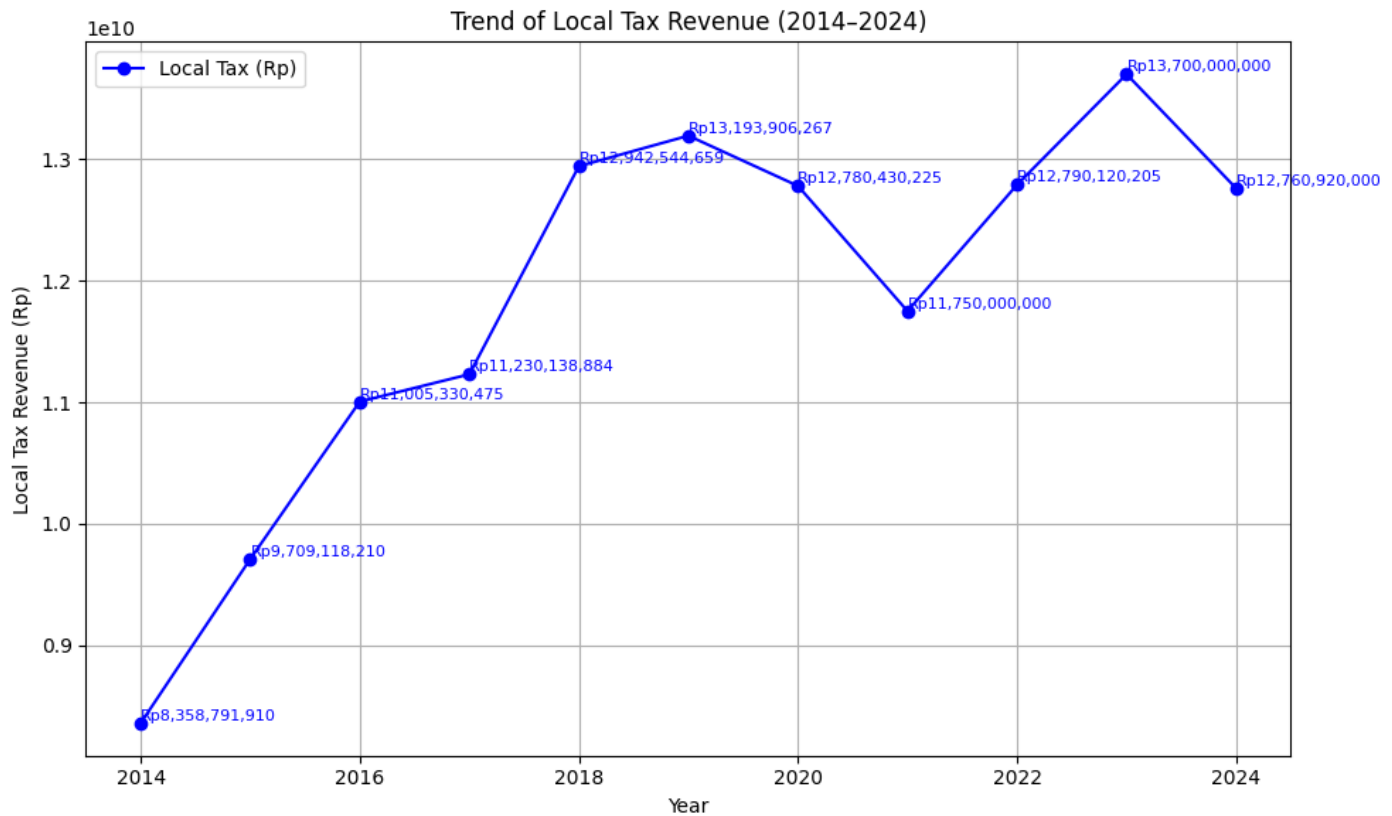
Keywords: Local Taxes, Economic Sector Growth, Agriculture, Energy, Industry, Tourism, Aceh Tamiang.

INTRODUCTION

Local tax revenue is a crucial component of the local financial structure, supporting government operations, development, and public services. In the era of fiscal decentralization, a local government's ability to increase local tax revenue has become a key indicator of its level of fiscal autonomy. This has been further emphasized since the enactment of Law No. 1 of 2022 on Financial Relations between the Central Government and Local Governments, which states that financial relations between the central and local governments encompass the provision of local revenue sources in the form of taxes and fees, the management of transfers to local governments, the management of local expenditures, local financing, and the synergy of national fiscal policies (Republic of Indonesia, 2022).

In this context, the increase in local tax revenue is closely linked to the development of economic activity in the region. The more a sector of the economy develops, the greater the potential for the creation of taxable objects, the increase in business activities, the rise in economic transactions, and the expansion of the local fiscal base. Therefore, economic sector growth is a key indicator for explaining the dynamics of local tax revenue. Several studies indicate that economic sector growth and Regional Gross Domestic Product (RGDP) are correlated with local taxes, local fees, and local original revenue, although the strength of this influence may vary depending on regional characteristics and economic structure (Safitri et al., 2021).

Figure 1.1 shows fluctuations in local tax revenue in Aceh Tamiang Regency from 2014 to 2024. It is evident that local tax revenue tends to be stable, despite significant fluctuations. In 2014, local tax revenue was approximately Rp8.35 trillion, then surged sharply in 2019 to around Rp13.19 trillion. The sharp decline in 2020 (Rp12.78 trillion) can be attributed to the impact of the COVID-19 pandemic, which affected both the global and local economies. However, tax revenue recovered in 2021 and 2022, though it did not fully return to the peak recorded in 2019. This indicates that, despite the pandemic-induced decline, the region's fiscal capacity remains relatively stable, averaging around Rp11–12 trillion, reflecting stable tax revenue despite fluctuations in the economy.



Source: Processed data (2026)

Figure 1. Trends in Local Tax Revenue

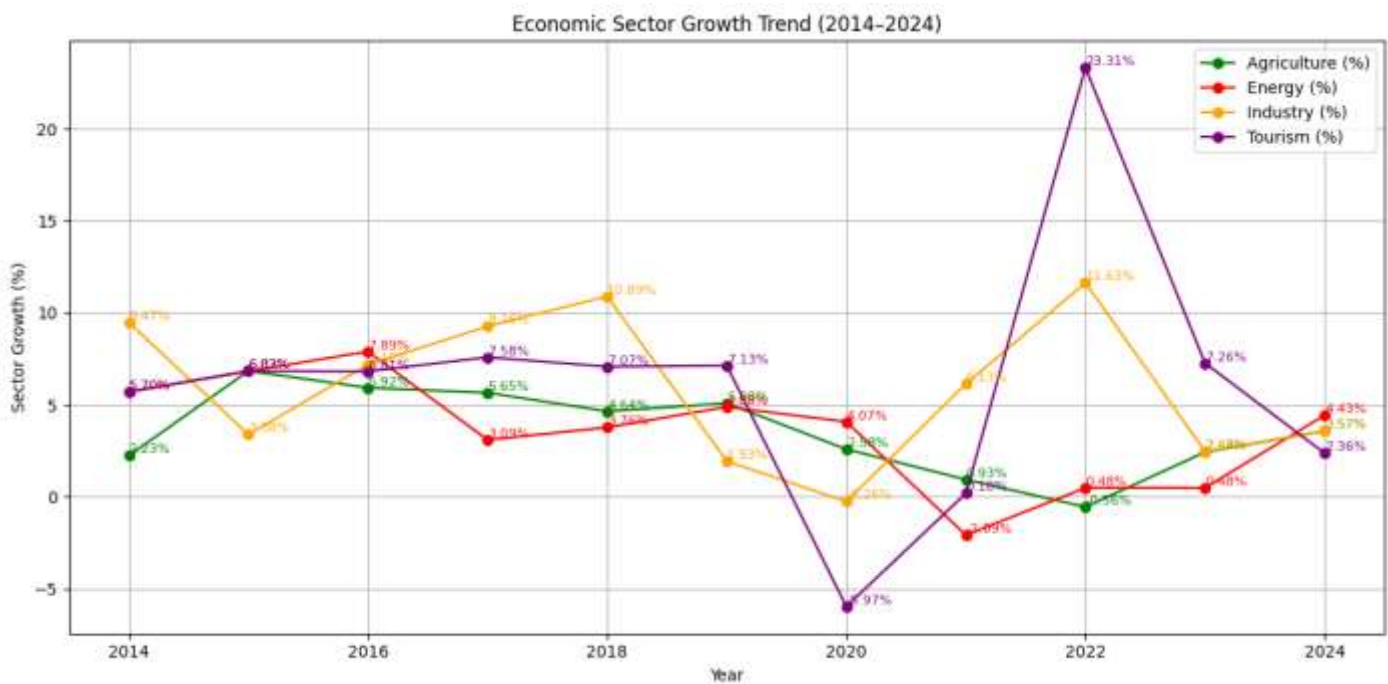
Aceh Tamiang Regency is one of the regencies in Aceh Province with a fairly diverse economic structure. Based on the publication of Aceh Tamiang Regency's Regional Gross Domestic Product by economic sector, the local economy encompasses the categories of agriculture, forestry, and fisheries; manufacturing; electricity and gas supply; and accommodation and food services, which in this study are used as the basis for representing the agriculture, energy, industry, and tourism sectors. Official publications from the Aceh Tamiang Central Statistics Agency (BPS) also indicate that the presentation of the region's Regional Gross Domestic Product (RGDP) consistently includes the relevant economic sectors necessary for observing the development of the regional economic structure year by year (Aceh Tamiang Regency, 2025).

The agricultural sector is a key component of the regional economy, particularly in districts that still rely heavily on primary activities. Growth in the agricultural sector can boost production, agricultural trade, and the development of related economic activities within the community. On the other hand, the energy sector, proxied by electricity and gas supply, also plays a crucial role in enabling modern economic activities. The industrial sector creates value through processing, while the tourism sector involves service activities such as

accommodation, restaurants, and other supporting businesses. Theoretically, growth in these four sectors can expand the local tax base, although their impacts are not always equally strong.

Figure 2 illustrates the growth of economic sectors (agriculture, energy, industry, and tourism) in Aceh Tamiang Regency from 2014 to 2024. The agricultural sector showed stable fluctuations but experienced a significant decline in 2020–2021. The energy sector experienced a sharp decline in 2020–2021 (-2.09%) due to pandemic-driven reductions in energy consumption, although it recovered in 2022–2023. The industrial sector showed variations with significant increases in 2018 and 2019, but remained unstable. The tourism sector exhibited significant fluctuations, with a sharp surge in 2022 (23.31%) following a steep decline in 2020 (-5.97%) due to the pandemic. The tourism sector holds great potential to boost local tax revenue if managed more effectively, although its fluctuations are heavily influenced by external factors, such as global and national conditions.

Previous studies have yielded mixed results regarding the relationship between economic sector growth and local fiscal revenue. Safitri et al. (2021) found that while certain economic sectors influence local taxes and local original revenue, not all sectors exert a uniform impact. Other studies also indicate that the tourism sector tends to have a closer correlation with local revenue because it is directly linked to hotels, restaurants, and other service activities. This suggests that the impact of economic sectors on local tax revenue is significantly influenced by local characteristics, business scale, tax base structure, and the effectiveness of local tax administration.



Source: Processed data (2026)

Figure 2. Economic Sector Growth Trends

Nevertheless, local tax revenue is not influenced solely by economic sector growth. Other factors, such as the effectiveness of tax collection, taxpayer compliance, tax intensification and extensification, the quality of tax base data, and local fiscal policies, can also affect the level of local tax revenue. Therefore, it is important to examine whether growth in the agriculture, energy, industry, and tourism sectors truly affects local tax revenue, particularly in Aceh Tamiang Regency, which has a diverse sectoral economic structure.

LITERATURE REVIEW

The relationship between economic sector growth and local tax revenue can be explained through the framework of fiscal decentralization. In this system, local governments are granted the authority to manage local financial resources to fund development and public services. One of the primary sources is local taxes. The role of local taxes as a key instrument in strengthening fiscal capacity is affirmed in Law No. 1 of 2022 on Financial Relations between the Central Government and Local Governments (Republic of Indonesia, 2022).

Economically, growth in productive sectors increases output, distribution, consumption, and business activity within a region. This increased activity can expand the tax base, increase the number of businesses, and boost economic transactions, thereby increasing local tax revenue. Thus, economic sector growth can be viewed as one of the factors explaining the dynamics of local fiscal revenue (Safitri et al., 2021).

In this study, the economic sectors analyzed include agriculture, energy, industry, and tourism. These four sectors were selected because they represent primary economic activities, utilities, manufacturing, and services. Statistically, the selection of these sectors aligns with the industry classification in the publication “Aceh Tamiang Regency GRDP by Industry,” which includes the categories of agriculture, manufacturing, electricity and gas supply, and accommodation and food services (Aceh Tamiang Regency BPS, 2024; Aceh Tamiang Regency BPS, 2025).

The agricultural sector is generally the foundation of many districts. Although its contribution to local taxes is not always directly apparent, agricultural growth can drive activities such as the trade of harvested crops, distribution, transportation, and household consumption. Therefore, the impact of agriculture on local taxes is often indirect through its downstream economic activities (Nurussaadah et al., 2014).

The energy sector, proxied in this study by electricity and gas supply, also plays a crucial role in supporting economic activities. Energy enables the operation of household activities, trade, industry, and services. In the context of local taxes, the link to the energy sector often manifests as specific tax types, such as street lighting taxes. This means that the energy sector remains relevant, but its channels of influence tend to be more specific than those of other sectors (Nurhayani, 2014).

The industrial sector has a closer relationship with local taxes because its growth is typically accompanied by an increase in formal business activity, the use of buildings and land, the distribution of goods, and other

supporting services. Thus, the industrial sector is theoretically easier to translate into a local tax base (Arifin et al., 2018).

Meanwhile, the tourism sector is often most closely associated with local taxes because it involves hotels, restaurants, entertainment, and other tourism services. If the tourism sector grows, local economic activity also follows suit through tourist consumption and the development of service businesses. Therefore, the tourism sector is often considered one of the sectors with the potential to strengthen local revenue (Anggrismono & Aviva, 2023; Patendeng et al., 2025).

Empirical research indicates that a relationship between economic growth and local tax revenue does exist, though it is not always consistent. Safitri et al. (2021) demonstrated that certain economic sectors influence local taxes, local fees, and local original revenue in East Kalimantan Province. These findings confirm that sectoral impacts on fiscal capacity are significantly influenced by the regional economic structure (Safitri et al., 2021).

Research by Arifin et al. (2018) in Sumenep Regency found that the number of industries and GRDP influence local tax revenue. These results indicate that formal economic activities and the scale of the regional economy can increase local tax revenue (Arifin et al., 2018).

In Aceh, Wati et al. (2025) demonstrated that GRDP and investment significantly influence local tax revenue. This finding is significant because it provides empirical evidence that regional economic strength remains the primary driver of local tax revenue, including in Aceh (Wati et al., 2025). Furthermore, Azhari (2024) also found that GRDP and population size influence local tax revenue in the City of Jambi. These results reinforce the view that local tax revenue is influenced not only by sectoral economic growth but also by the scale of economic activity and population size, which serve as the basis for consumption and business (Azhari, 2024).

In the agricultural sector, Nurussaadah et al. (2014) demonstrated that agriculture can serve as a foundational economic sector, yet its contribution to local government revenue remains relatively small. This finding indicates that while agriculture is crucial for supporting the local economy, it does not automatically exert a significant direct impact on fiscal revenue (Nurussaadah et al., 2014).

In the energy sector, Nurhayani (2014) found that the electricity subsector influences street lighting taxes in Sarolangun Regency. These results indicate that energy is linked to local taxes, though this relationship is more specific to certain types of taxes than to total local tax revenue (Nurhayani, 2014).

In the tourism sector, Anggrismono and Aviva (2023) found that tourism affects the local government revenue (PAD) of regencies/cities in Central Java. Patendeng et al. (2025) also demonstrated that tourism sector indicators such as tourists, hotels, and restaurants are significantly associated with PAD in North Toraja Regency. Furthermore, Babu (2023) indicates that the tourism sector influences the PAD of Alor Regency. This

series of findings reinforces the tourism sector's position as the most closely linked to local fiscal revenue (Anggrismo & Aviva, 2023; Patendeng et al., 2025; Babu, 2023).

Based on theory and empirical studies, the relationship between the growth of the agriculture, energy, industry, and tourism sectors and local tax revenue is logical but not always linear. The agriculture sector tends to exert an indirect influence through trade and consumption. The energy sector plays a more specific role through taxes related to electricity or utilities. The industrial sector is more closely tied to formal business activities that are easily identifiable within the local tax system. The tourism sector has a relatively more direct relationship because it involves hotels, restaurants, and entertainment (Safitri et al., 2021; Arifin et al., 2018; Anggrismo & Aviva, 2023).

However, local tax revenue is not solely influenced by economic sector growth. Other variables such as population size, investment, the effectiveness of tax administration, taxpayer compliance, the structure of taxable objects, and local fiscal policies also play a significant role (Azhari, 2024; Wati et al., 2025; Rachman et al., 2020).

Thus, research on the impact of growth in the agriculture, energy, industry, and tourism sectors on local tax revenue in Aceh Tamiang Regency is important for understanding how these relationships operate within the context of a region with its own distinct local economic structure. This study is also relevant because Aceh Tamiang has official sectoral data in the GRDP publication by economic sector, enabling empirical analysis.

RESEARCH METHODOLOGY

Data Sources

This study uses secondary annual time-series data for Aceh Tamiang Regency for the period 2014–2024. The data were collected from official government sources, namely:

1. Aceh Tamiang Regency Central Statistics Agency (BPS): data on the growth of the agriculture, energy, industry, and tourism sectors obtained from the Gross Regional Domestic Product (GRDP) publication by economic sector.
2. Secondary data on local taxes in Aceh Tamiang Regency: data on local tax revenue realized during the observation period.

All data used are quantitative, annual, and have undergone an adjustment process to ensure consistency in units and observation periods.

Data Analysis Techniques

Data analysis was conducted using a quantitative approach with a multiple linear regression model. The estimated equation is defined as follows:

$$\ln(TAX_t) = \beta_0 + \beta_1(AGRICULTURE_t) + \beta_2(ENERGY_t) + \beta_3(INDUSTRY_t) + \beta_4(TOURISM_t) + \varepsilon_t$$

Where(TAX_t) is the local tax revenue of Aceh Tamiang Regency in the year t ;($AGRICULTURE_t$) is the growth of the agricultural sector;($ENERGY_t$) is the growth of the energy sector;($INDUSTRY_t$) is the growth of the industrial sector;($TOURISM_t$) is the growth of the tourism sector; and ε_t is the error term.

RESULTS AND DISCUSSION

Descriptive Statistics

Descriptive statistics are used to provide an overview of the characteristics of the research data, which include local tax variables and the growth of the agriculture, energy, industry, and tourism sectors in Aceh Tamiang Regency during the 2014–2024 period. This overview is important for identifying data distribution patterns, mean, maximum, and minimum values, and the level of variation for each variable.

Table 1. Descriptive Statistics Results

Statistics	LOCAL TAX	AGRICULTURE	ENERGY	INDUSTRY	TOURISM
Average	11,743,118,063	3.9320	3.8820	5.4240	6.1580
Median	12,255,460,000	4.1050	4.2500	5.2350	6.9450
Maximum	13,700,000,000	6.5300	7.8900	10.8900	23.3100
Minimum	8,358,791,910	0.9300	-2.0900	-0.2600	-5.9700
Observation	11	11	11	11	11

Source: Processed data (2026)

Panel Regression Results

Table 2. Panel Regression (Fixed Effects Model)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	14,180,000,000	1,390,000,000	10.233	0.0001
AGRICULTURE	326,800,000	348,300,000	0.938	0.3914
ENERGY	-621,800,000	262,300,000	-2.371	0.0638
INDUSTRY	-71,980,000	149,400,000	-0.482	0.6502
TOURISM	-148,300,000	91,390,000	-1.623	0.1654

Source: Processed data (2026)

Table 2 presents the Fixed-Effects panel regression model between the dependent variable, local taxes, and the independent variables: agriculture (X1), energy (X2), industry (X3), and tourism (X4). From the equation above, the constant value is 14,180,000,000, meaning that if the variables for agriculture, energy, industry, and tourism are held constant or set to zero, the value of local taxes is 14,180,000,000. The coefficient value for the agriculture variable is 326,800,000, indicating that a one-unit increase in the agriculture sector will increase local taxes by 326,800,000, assuming all other variables remain constant. The coefficient value for the energy variable is -621,800,000, indicating that a one-unit increase in the energy sector will decrease local taxes by 621,800,000. The coefficient value for the industry variable is -71,980,000, indicating that a one-unit increase in the industry sector will decrease local taxes by 71,980,000. Meanwhile, the coefficient value for the tourism

variable is -148,300,000, indicating that a one-unit increase in the tourism sector will reduce local taxes by 148,300,000.

Based on the probability values, the energy variable has a significance value of 0.0638, so it can be said to have a significant effect at the 10% significance level, but is not yet significant at the 5% significance level. Meanwhile, the agriculture variable (probability = 0.3914), the industry variable (probability = 0.6502), and the tourism variable (probability = 0.1654) indicate no significant effect on local taxes because their probability values are greater than 0.05. Thus, in this Fixed Effect panel regression model, only the energy variable shows a statistically significant effect on local taxes at the 10% significance level, while the other variables do not yet show a significant effect.

Discussion

Empirical findings indicate that the impact of economic sector growth on local tax revenue in Aceh Tamiang Regency is not yet strongly evident. Although theoretically economic sector growth is expected to broaden the local tax base, the estimation results show that this relationship does not always manifest directly in the data. This pattern suggests that local tax revenue is determined not only by sectoral growth but also by other factors, such as the effectiveness of tax collection, taxpayer compliance, the quality of tax-object data, and the prevailing local tax structure.

The positive but insignificant effect on the agricultural sector indicates that this sector continues to play an important economic role, even though it does not directly drive local tax revenue. This makes sense because the agricultural sector generates more indirect economic effects than it does as a direct source of local tax revenue. Meanwhile, the negative coefficients for the energy, industrial, and tourism sectors suggest that growth in these sectors during the study period has not been consistently accompanied by an increase in local fiscal capacity.

Model diagnostics also indicate that inferences are more appropriately based on the precision of the coefficients rather than solely on the model fit values. Although the R-squared value is relatively high, the partial and simultaneous significance remains weak. This suggests that there are other factors outside the model that may more strongly determine local tax revenue, such as the number of taxpayers, tax intensification and extensification, local investment, the structure of government expenditure, and fiscal administration performance.

Overall, the results of this study suggest that increasing local tax revenue in Aceh Tamiang Regency cannot rely solely on growth in the agriculture, energy, industry, and tourism sectors. Policies are also needed to more effectively link economic growth to the local tax system, so that sectoral development can translate into tangible improvements in fiscal capacity.

CONCLUSION

Based on the research results, the simultaneous growth of the agriculture, energy, industry, and tourism sectors has not shown a significant impact on local tax revenue in Aceh Tamiang Regency. Partially, the agriculture sector has a positive influence, while the energy, industry, and tourism sectors have a negative influence; however, none are statistically significant at the 5 percent level.

These results indicate that local tax revenue in Aceh Tamiang Regency cannot yet be fully explained by the growth of these four economic sectors. In other words, local fiscal capacity is likely more influenced by factors outside the model, such as the effectiveness of tax administration, taxpayer compliance, the structure of taxable objects, and local fiscal policies.

From a policy perspective, these findings suggest that efforts to strengthen local tax revenue should be pursued through two approaches. First, fostering growth in potential economic sectors to ensure that local economic activity continues to expand. Second, strengthening local tax governance so that this economic growth can truly be translated into increased local revenue. Overall, synchronizing sectoral economic growth with more effective local fiscal management is a crucial step toward strengthening the financial autonomy of Aceh Tamiang Regency.

REFERENCES

- Angrismono, A., & Aviva, L. A. M. (2023). The impact of the tourism sector on local revenue in regencies/cities in Central Java. *Journal of Development Economics, STIE Muhammadiyah Palopo*.
- Arifin, M., Rofik, M., & Andrianingsih, V. (2018). The influence of population size, number of industries, and GRDP on local tax revenue in Sumenep Regency from 2006 to 2011. *Performance: Journal of Business & Accounting*, 8(1).
- Azhari, H. (2024). Analysis of determinants of local tax revenue in Jambi City. *Edu Sosial*, 4(3).
- Babu, M. A. (2023). The effect of the tourism sector on local revenue in Alor Regency, East Nusa Tenggara. *Pringgitan*.
- Aceh Tamiang Regency Central Statistics Agency. (2024). *Gross Regional Domestic Product of Aceh Tamiang Regency by Economic Sector 2019–2023*.
- Central Statistics Agency of Aceh Tamiang Regency. (2025). *Gross Regional Domestic Product of Aceh Tamiang Regency by Economic Sector 2020–2024*.
- Fabiany, N. F. (2021). Analysis of local tax potential in Jambi Province, 2016–2020. *Journal of Applied Management and Finance*, 10(2).
- Fabiany, N. F. (2021). Analysis of local tax potential in Jambi Province, 2016–2020. *Journal of Applied Management and Finance*, 10(2).
- Nurhayani, N. (2014). The development of regional production structure transformation patterns and their impact on local tax revenue in Sarolangun Regency. *Journal of Economic Paradigm*, 9(1).
- Nurussaadah, Yurisinthae, E., & Aritonang, M. (2014). The contribution of the agricultural sector to local revenue (PAD) in Pontianak Regency. *Equator Agricultural Science Journal*, 3(2).
- Patendeng, Y. E., Maramis, M. T. B., & Mandeij, D. (2025). Analysis of the impact of the tourism sector on local revenue: A study in North Toraja Regency from 2009 to 2023. *Jurnal Berkala Ilmiah Efisiensi*, 25(1).
- Pratiwi, J. (2025). Analysis of the influence of population size and the number of industries on local tax revenue in Jambi Province. *Edu Sosial*, 5(2).
- Rachmadi, S. (2011). The relationship between local revenue and the Gross Regional Domestic Product (GRDP) of Jambi Province (a simultaneous approach). *Paradigma Ekonomika Journal*, 6(4).
- Rachman, Z. O., Priyagus, & Roy, J. (2020). Prospects for the contribution of taxes and levies to local revenue and financial autonomy. *Mulawarman Journal of Economics*, 5(1).
- Republic of Indonesia. (2022). *Law No. 1 of 2022 on Financial Relations between the Central Government and Local Governments*.
- Safitri, R., Priyagus, & Ulfah, Y. (2021). The influence of several economic sectors on taxes, fees, and local revenue. *Kinerja: Journal of Economics and Management*, 18(4), 657–671.
- Wati, S. T., Iskandar, & Safuridar. (2025). Determinants of local tax revenue in Aceh Province: Perspectives on GRDP, inflation, and investment. *Journal of Economics Research and Policy Studies*, 5(3), 707–720.
- Zamzami, Achmad, E., Ramadhansyah, U., & Hariatia. (2024). The Jambi City government's strategy for increasing hotel and restaurant tax revenue. *Journal of Applied Management and Finance*, 12(4).

THE INFLUENCE OF ECONOMIC SECTOR GROWTH ON LOCAL ORIGINAL INCOME IN BANDA ACEH MUNICIPALITY 2016-2024

Cessa Vaniadini, Aliasuddin Aliasuddin, Taufiq C Dawood

Faculty of Economics and Business, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, Indonesia

Email correspondence: aliasuddin@usk.ac.id

Abstract

This study aims to analyze the effect of economic sector growth on Regional Original Revenue (PAD) in Banda Aceh Municipality during the period 2016–2024. The variables used include PAD as the dependent variable, and economic growth in the agricultural, industrial, energy, and real estate sectors as independent variables. The research uses a quantitative approach with multiple linear regression analysis. The results show that, to some extent, the agricultural, energy, and real estate sectors have a positive and significant effect on PAD, while the industrial sector has no significant effect. Simultaneously, all independent variables significantly affect PAD. The coefficient of determination (R^2) of 0.696 indicates that 69.6% of the variation in PAD can be explained by the model. These findings imply that sectoral economic growth plays an important role in increasing regional revenue, especially in agriculture, energy, and real estate sectors.

Keywords: PAD, and economic growth sectoral

INTRODUCTION

Regional Original Income (PAD) is an important component of the regional fiscal structure, reflecting fiscal autonomy in financing development (Rahman & Restiatun, 2023). Banda Aceh Municipality, as a center of trade, services, and industry in Aceh Province, has substantial PAD resource potential; however, managing it effectively requires significant investment. Effective and optimal PAD management through investment significantly contributes to economic growth (Shafwah et al., 2019).

PAD is an indicator of regional fiscal independence in optimizing revenue potential to support local expenditure and economic growth. Substantial increases in PAD increase autonomous financing, reduce dependence on central transfers, and strengthen regional economic independence and growth (Tambunan, 2001). According to Law No. 33/2004 concerning Central-Regional Financial Balance, PAD includes regional taxes, regional levies, regional business results, regional wealth management, and other legitimate PAD. The following is the data on PAD realization for Banda Aceh Municipality in 2025.

Table 1. Realization of Banda Aceh Municipality Government's Local Original Revenue in 2025

Data Name	Mark
Other Legitimate PAD	93.42
Results of Management of Separated Regional Assets	11.83
Regional Retribution	15.84
Regional Tax	114.82

Source: Katadata databox, (2026)

According to the 2025 Regional Budget (APBD), the Banda Aceh Municipality Government's (Pemkot) Regional Original Revenue (PAD) budget, in Aceh Province, reached IDR 403.77 billion. This figure represents a 39.98% increase compared to last year's PAD budget. From January 2025 to September 2025, the Banda Aceh Municipality Government's PAD realization reached IDR 235.91 billion, equivalent to 58.43% of the 2025 PAD budget (databoks katadata, 2026).

One important factor influencing the increase in PAD is the rate of regional economic growth. Economic growth is strongly correlated with community economic activities that increase the production of goods and services, making it the main indicator of a country's or region's economic progress (Sirait, 2019). As a national and regional development goal, economic growth is measured through Gross Regional Domestic Product (GRDP) or GRDP per capita, representing an increase in per capita output in the long term. Thus, the use of economic growth indicators can be observed over periods of 10, 20, 50 years, or even longer (Boediono, 1999).

Economic growth is reflected in changes in GRDP between periods, a concrete indicator of regional development and of the direct and indirect success of local policies. The rate of economic growth in Banda Aceh Municipality is determined by the expansion of various economic sectors or business fields involved in the production of goods and services. Variations in growth rates across sectors are heterogeneous and highly significant when they occur in basic sectors with the potential to accelerate the municipality's economic development.

Table 2. Economic Growth Rate of Various Sectors in Banda Aceh Municipality in 2025

Business Field	Growth Rate (y-on-y) of Gross Regional Domestic Product (GRDP) by Business Sector in Banda Aceh Municipality (Percent)		
	2023	2024	2025
Primary Sector	36.69	12.21	0.51
Secondary Sector	2.87	7.05	3.13
Tertiary Sector	4.89	5.89	4.96
Gross Regional Domestic Product	5.06	6.08	4.74

Source: Badan Pusat Statistik, (2026).

Table 2 shows the GRDP growth rate by business sector in Banda Aceh Municipality from 2023 to 2025. This can be explained by the fact that in 2023, the primary sector had the highest growth rate at 36.69 percent, while the secondary sector had the lowest at 2.87 percent. Meanwhile, in 2025, the tertiary sector recorded the highest growth rate at 4.96 percent, while the primary sector declined by 0.51 percent. In terms of value, GRDP fluctuated: in 2023 it was 5.06 percent, and in 2025 it decreased to 4.74 percent. Therefore, this study is interesting because it examines the causes of the decline in GRDP in Banda Aceh Municipality and whether this will have an impact on PAD in Banda Aceh Municipality.

Sirait's research (2019) emphasized that the economic progress of a country/region depends on community activities in increasing the production of goods and services, with empirical results showing a positive and significant influence of economic growth on PAD. On the other hand, Wibowo & Soebagiyo (2025) found that Banten Municipality's GRDP had no significant influence on PAD, indicating the complexity of the relationship between economic factors and regional revenues and requiring further policy analysis.

Endogenous Growth Theory (Helpman, 1992) states that economic policy influences long-term growth; in the context of local revenue (PAD), optimal revenue management directly drives economic growth. Given the complex issues surrounding the contribution of economic growth to local revenue in Banda Aceh Municipality,

further research is needed to determine the influence of economic sector growth on the Regional Gross Domestic Product in Banda Aceh Municipality.

Literature review

Locally-generated revenue

Regional Original Income (PAD) is all revenue obtained by a region from economic potential originating from its own territory (Halim & Kusufi, 2014). PAD includes revenue collected in accordance with applicable regional regulations and laws. PAD sources come from various revenue sources, primarily regional taxes such as hotel, restaurant, entertainment, advertising, street lighting, parking, groundwater, non-metallic minerals and rocks, as well as land and building acquisition fees. The regional revenue sector plays a very important role because it reflects the region's ability to finance government administration and development implementation (Halim, 2016).

Thus, PAD, as the main source of regional income, is directed to support the regional government's development efforts so that the benefits can be felt by the entire community. This shows that the greater the PAD obtained by a region, the greater the opportunity for accelerated development in that region.

Based on Law No. 33 of 2004 concerning the financial balance between the central and regional governments, PAD sources include regional taxes, regional levies, the results of regionally owned companies, and the results of the management of separated regional assets, including other legitimate income. In addition, there is also revenue from government assistance and other sources regulated by law.

Regional taxes are mandatory contributions from individuals or bodies to the region without direct compensation, used to finance the implementation of regional government and development, as regulated in Law No. 34 of 2000. Furthermore, regional levies are levies imposed as compensation for services provided by the regional government to the community. Meanwhile, the results of regionally owned companies and the management of separated regional assets are also important components of PAD, especially through the contribution of profits from Regionally Owned Enterprises (BUMD).

Economic growth

Economic growth is the process of increasing economic activity, characterized by increased production of goods and services within a society (Siregar et al., 2019). Meanwhile, according to Simon Kuznets, economic growth is a long-term increase in a country's capacity to provide goods and services to its population (Sukirno, 2016).

The growth of eight regional economies can be seen from the increase in GRDP. The formula for economic growth is:

$$PertumbuhanEkonomi = \frac{PDRB_t - PDRB_{t-1}}{PDRB_{t-1}} \times 100\%$$

Information:

$GRDP_t = \text{GRDP of the current year}$

$GRDP_{t-1} = \text{GRDP last year}$

GRDP is the net value of all goods and services produced by economic activities within a region over a given period (Wiguna, 2016). GRDP calculations can be carried out using three main approaches (BPS, 2026), namely the production approach, the expenditure approach, and the income approach.

1. Production Approach, these production units are presented in groups into 9 sectors or business fields, namely:

- a. Agriculture;
- b. Mining and quarrying;
- c. Processing industry;
- d. Electricity, gas, and clean water;
- e. Building;
- f. Trade, hotels and restaurants;
- g. Transportation and communications;
- h. Finance, leasing, and corporate services and
- i. Services.

2. Expenditure Approach, the sum of all components of final demand, which include:

- a. Household consumption expenditure and private non-profit institutions;
- b. Government consumption;
- c. Gross domestic fixed capital formation;
- d. Stock changes;
- e. Net exports.

3. The Income Approach measures GRDP based on the amount of compensation received by production factors, such as wages and salaries, rent, interest, and profits, in a region during a certain period.

In addition, GRDP is presented in two forms: constant prices and current prices. GRDP on the basis of constant prices reflects the real value of economic activity because it eliminates the influence of price changes, while GRDP on the basis of current prices shows the added value generated by all economic sectors at the prices prevailing in that period.

Research Methods

This research uses a quantitative approach, a systematic and structured method for analyzing relationships between variables and allowing for generalizations based on measurable empirical data (Sidik & Denok, 2017).

The data collection technique used is secondary data, namely, data collected by others and reused by the researcher to meet research needs (Sitoresmi, 2022).

The data in this study were obtained from the Central Statistics Agency (BPS) of Banda Aceh Municipality as a time series for the period 2016–2024. The variables used include Regional Original Income (PAD) and economic growth indicators measured through the growth rate of Gross Regional Domestic Product (GRDP) at constant prices.

Data analysis was conducted using a descriptive approach and simple linear regression, with IBM SPSS Statistics. The final stage of the research involved linking the analysis results to relevant theories and scientific studies. This approach aims to provide a comprehensive interpretation of the research findings, while linking them to existing literature (Sulistiyo, 2023).

Research Results and Discussion

To describe the initial data in this study, the variables to be tested are PAD (Y) and economic growth in the agricultural sector (X1), industry (X2), energy (X3), and real estate (X4). The descriptive statistics for this study are presented in Table 3

Table 3. Descriptive Statistics

	Y	X1	X2	X3	X4
Mean	20.03889	9.597778	3.362222	6.210000	5.998889
Median	20.35000	7.330000	2,750,000	5.760000	4.440000
Maximum	22.09000	36.69000	8.430000	15.92000	13.72000
Minimum	17.58000	0.060000	-4.720000	-0.280000	-3.100000
Std. Dev.	1.756306	10.74501	4.145741	4.718278	4.968014

Source: processed data (2026)

Table 3 shows an analysis of the last nine years, 2016-2024. Changes in regional original revenue (PAD) and economic growth sectors experienced significant fluctuations, reflecting economic dynamics influenced by various internal and external factors. The average PAD was 20.03 percent, the agricultural sector 9.59 percent, the industrial sector 3.36 percent, the energy sector 6.21 percent, and the real estate sector 5.99 percent. Meanwhile, the lowest PAD was 17.58 percent; the agricultural sector, 0.06 percent; the industrial sector, -4.72 percent; the energy sector, -0.28 percent; and real estate, -3.10 percent. These figures show fluctuations in the variables studied.

Multiple Linear Regression Analysis

Table 4. Results of Multiple Linear Regression Test

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	18.69009	0.358102	52.19208	0.0000
X1	0.113671	0.016442	6.913462	0.0000
X2	0.097751	0.064879	1.506659	0.1420
X3	0.136032	0.045818	2.968986	0.0057
X4	0.129008	0.061851	2.085779	0.0453

Source: processed data (2026)

Table 4 presents the multiple regression model equation linking the dependent variable PAD to the independent variables: agriculture (X1), industry (X2), energy (X3), and real estate (X4). From the equation above, the constant value is 18.690, and the agricultural value (X1) is 0.113, the industrial value (X2) is 0.097, Energy (X3) is 0.134, and Real Estate (X4) is 0.129. This shows that economic growth in the agricultural, industrial, energy, and real estate sectors positively affects the Regional Original Income (PAD) in Banda Aceh Municipality. This means that if the economic growth of the agricultural, industrial, energy, and real estate sectors increases by one percent, it will increase the Regional Original Income (PAD) in Banda Aceh Municipality.

Research by Syahroni & Ardhiarisca (2023) shows that economic growth in regencies/cities in East Java Province significantly impacts regional original income. This is due to the significant contribution of certain sectors to Gross Regional Domestic Product (GRDP), particularly the accommodation, food and beverage, and wholesale, retail, and car and motorcycle repair sectors in 2020-2021.

Research by Hanifah & Sulaeman (2019) demonstrates that economic activity involving the community also impacts total regional revenue. Tax collection, levy collection, and equity participation in private companies and regionally owned enterprises (BUMDs) resulting from the management of separated regional assets directly increase regional revenue (PAD).

This aligns with research by Handayani & Rioni (2025) that found that economic growth in Medan Municipality had a positive and significant impact on Regional Gross Product (GDP). Economic growth is viewed as a long-term process of increasing per capita income, involving structural transformation and more equitable income distribution.

Significance Test (t-Test)

The t-statistic test in this study can be seen in the t-statistic's probability value. The t-statistic test was conducted to show the extent to which economic growth in the agricultural, industrial, energy, and real estate sectors individually influences the dependent variable, PAD.

The test results in Table 4 show that agriculture (X1), energy (X3), and real estate (X4) have a significant effect on local revenue (PAD). The significance values for agriculture (X1), energy (X3), and real estate (X4) are <0.05 . Meanwhile, the significance value for industry (X2) is $0.14 > 0.05$, so the industry variable does not have a significant effect on local revenue in Banda Aceh Municipality.

Coefficient of Determination

Table 5. Results of the Determination Coefficient

Model	R Square	Adjusted R Square
1	0.696571	0.657419

Source: processed data (2026)

Based on the results of the coefficient of determination test in table 5, the R square value obtained was 0.696, which shows that PAD (Y) in this study was influenced by the economic growth of the agricultural, industrial, energy and real estate sectors individually on the dependent variable, namely PAD of 69.6% and the remainder was influenced by other variables that had not been studied in this study.

Simultaneous Test (F Test)

Simultaneous testing is used to evaluate whether at least one of the independent variables simultaneously influences the independent variable in a regression model. This study tests the hypothesis that economic growth in the agricultural, industrial, energy, and real estate sectors individually and jointly influences the dependent variable, PAD.

Table 6. Results of the Determination Coefficient

Model	F-statistic	Prob (F-statistic)
1	17.79143	0.000000

Source: processed data (2026)

Based on Table 6, the significance value was 0.00, which is above the 0.05 level. This result indicates that the independent variables, namely agriculture, industry, energy, and real estate, collectively have a significant effect on the dependent variable, namely PAD.

Conclusion

Based on the analysis and discussion presented previously, the author concludes that the economic growth variables in the agricultural sector (X1), energy (X3), and real estate (X4) have a positive and significant effect on PAD. This indicates that improvements in these sectors can significantly increase PAD. Meanwhile, the industrial sector (X2) does not have a significant effect on PAD, although it has a positive relationship. In general, the results of this study confirm that sectoral economic growth is an important factor in increasing PAD, especially in the agricultural, energy, and real estate sectors, which have significant contributions in Banda Aceh Municipality.

REFERENCE

- Badan Pusat Statistik. (2026). *Pertumbuhan Ekonomi Kota Banda Aceh*.
- Boediono.(1999). *Teori Pertumbuhan Ekonomi*. Yogyakarta: BPFE
- Halim, A. (2016). *Akuntansi Sektor Publik: Akuntansi Keuangan Daerah*. Jakarta : Salemba Empat.
- Hanifah, H. I., & Sulaeman, A. S. (2022). Pertumbuhan Ekonomi dan Pendapatan Daerah: Studi Empiris atas Korelasi Resiprokal. *Jurnal Dinamika Ekonomi Pembangunan*, 5 (2), 146-172.
- Handayani, S. H., & Rioni, Y. S. (2025). Pengaruh Jumlah Penduduk dan Pertumbuhan Ekonomi terhadap Pendapatan Asli Daerah di Kota Medan. *Jurnal Manajemen dan Akutansi*, 5 (3), 388-404.
- Helpman, E. (1992). *Endogenous Macroeconomic Growth Theory*.European Economic Review, Elsevier, vol. 36(2-3), pages 237-267.
- Hutapea, R. S. (2023). Pengaruh Pendapatan Asli Daerah, Belanja Modal Terhadap Pertumbuhan Ekonomi dan Dana Perimbangan sebagai Pemoderasi di Kabupaten/Kota Sumatera.*Jurnal Manajemen Akuntansi (JUMSI)*, 3(3).
- Muda, I. (2012). Variabel Yang Mempengaruhi Fiscal Stress Pada Kabupaten/Kota Sumatera Utara. *Keuangan Dan Bisnis*, 4(1).
- Rahman, A., & Restiatun, R. (2023). Pengaruh Jumlah Penduduk, Jumlah Kendaraan Bermotor Dan Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) Terhadap Pendapatan Asli Daerah Di Kalimantan Barat. *Sebatik*, 27(2).<https://doi.org/10.46984/sebatik.v27i2.2370>
- Sirait, R. W. 2019. Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi Terhadap Pendapatan Asli Daerah (PAD) Kabupaten Merangin.*Jurnal Manajemen Terapan Dan Keuangan*, 8(2), 39–48.
- Sidik, P., & Denok, S. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif*. In Pascal Books
- Sitoesmi, A. R. (2022).

- Siregar, Z. A., & Suhendro, D. (2019). Pengaruh investasi dan ekspor terhadap pertumbuhan ekonomi di Indonesia (Periode tahun 2012 sampai dengan tahun 2016). *TANSIQ: Jurnal Manajemen dan Bisnis Islam*, 2(1), 68–92.
- Sadono Sukirno. 2016. Makro Ekonomi Teori Pengantar. Jakarta : PT. Rajawali Pers
- Syahroni , M., & Ardhiarisca, o. (2023). Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi Terhadap Pendapatan Asli Daerah Pada 38 Kabupaten/Kota Provinsi Jawa Timur Tahun 2020-2021. *Jurnal Akuntansi Dan Bisnis Terapan*, 3 (1), 33-41.
- Shafwah, R., Zakaria, J., & Hasbi, A. (2019). Pengaruh Inflasi, Penanaman Modal dalam Negeri, dan Penanaman Modal Asing terhadap Pertumbuhan Ekonomi di Kota Makassar. *PARADOKS : Jurnal Ilmu Ekonomi*, 2(2), 133–141. <https://doi.org/10.33096/paradoks.v2i2.258>
- Tambunan, T.H., Tulus.(2001). *Perekonomian Indonesia, Teori dan Temuan Empiris*. Jakarta : Ghalia Indonesia.
- Undang-Undang Nomor 33 Tahun 2004 tentang Perimbangan Keuangan Antara Pemerintah Pusat dan Pemerintahan Daerah.
- Wibowo, T. F., & Soebagiyo, D. (2025). Analisis Pendapatan Asli Daerah Provinsi Banten. *Jurnal Ilmu Ekonomi dan Studi Pembangunan*.25 (1).DOI: 10.30596/ekonomikawan.v%vi%i.

THE INFLUENCE OF THE AGRICULTURAL, INDUSTRIAL, AND ENERGY SECTORS ON LOCAL OWN-SOURCE REVENUE IN LHOKSEUMAWE MUNICIPALITY

Ainun Syifa, Aliasuddin Aliasuddin, Taufiq C. Dawood

Faculty of Economics and Business, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, Indonesia

Email Correspondence: aliasuddin@usk.ac.id

Abstract

Lhokseumawe Municipality, a strategically important industrial and energy hub in Aceh Province, faces a persistent challenge in optimizing its Local Own-Source Revenue (PAD) relative to the scale of its regional economic activity. This study investigates the extent to which the agricultural, industrial, and energy sectors influence the two principal components of PAD local tax revenue and revenue from retribution using annual secondary data for the period 2021–2025. Two Ordinary Least Squares (OLS) regression models are estimated. The results consistently reveal that only the agricultural sector exerts a statistically significant positive effect on both local tax revenue ($\beta = 0.798$, $p = 0.024$) and retribution revenue ($\beta = 0.771$, $p = 0.029$). The industrial and energy sectors, despite their large contribution to the Municipality's Gross Regional Domestic Product (GRDP), do not significantly affect either revenue category. Both models yield an R-squared value of 0.999, confirming a very strong overall fit. Multicollinearity diagnostics show all VIF values are below 10, supporting the reliability of the estimates. These results indicate a structural disconnection between the dominant economic sectors and the local fiscal system in Lhokseumawe, highlighting the urgency of improving tax administration and broadening the fiscal base to capture revenue from industrial and energy activities.

Keywords: local tax revenue; retribution; agricultural sector; industrial sector; energy sector; Lhokseumawe

INTRODUCTION

Fiscal autonomy is a foundational objective of Indonesia's decentralization agenda. Since the introduction of fiscal decentralization through Law No. 22 of 1999 and its subsequent revisions, regional governments have been expected to progressively increase the share of Local Own-Source Revenue (PAD) in their total budgets, thereby reducing fiscal dependence on central government transfers. The most recent legislative framework governing this relationship, Law No. 1 of 2022 on Fiscal Relations between the Central Government and Regional Governments (HKPD), reaffirms this priority and mandates stronger linkages between local economic activity and regional fiscal Municipality (Lewis, 2023).

Among the drivers of PAD, two components are particularly important: local tax revenue and revenue from retribution. Both are sensitive to the underlying structure of the regional economy, and specifically to the composition and formalization of economic sectors operating within the jurisdiction. Regions with a strong, diverse, and formally documented economic base tend to generate substantially higher PAD than those dependent on informal or subsistence activities (Bahl & Bird, 2021).

Lhokseumawe Municipality presents a compelling case in this regard. Designated as an industrial zone and situated within the Aceh Special Region, Lhokseumawe has historically been shaped by large-scale industrial and energy operations, most notably the liquefied natural gas (LNG) facilities and petrochemical industries that once made this Municipality one of Indonesia's most significant industrial centers. Despite this economic heritage, PAD performance in Lhokseumawe has remained below its potential, suggesting that the dominant economic activities may not be effectively translating into local fiscal revenue.

The agricultural sector, though not the headline sector in Lhokseumawe's economic narrative, continues to constitute a meaningful portion of the regional economy, particularly within the surrounding hinterland. Meanwhile, the energy sector, encompassing electric Municipality generation and distribution activities, contributes a relatively modest share of Gross Regional Domestic Product (GRDP) but holds symbolic and strategic importance. How these three sectors interact with the mechanisms of local tax and retribution collection is an empirical question that has not been adequately examined at the Municipality level for Lhokseumawe.

This study addresses this gap by estimating two Ordinary Least Squares (OLS) regression models using data from 2021 to 2025, with local tax revenue and retribution revenue as the respective dependent variables, and GRDP of the agricultural, industrial, and energy sectors as the independent variables. The findings contribute to the literature on regional fiscal dynamics in Indonesia and offer practical insights for local revenue policy in Lhokseumawe.

LITERATURE REVIEW

Fiscal Decentralization and Local Revenue in Indonesia

The theory of fiscal federalism provides the intellectual foundation for understanding how fiscal authority and revenue responsibility are distributed across levels of government. In the Indonesian context, decentralization has been associated with increased PAD autonomy, yet empirical evidence consistently shows that local governments, particularly at the district and Municipality levels, still heavily depend on central transfers for the majority of their budget (Akita et al., 2021). The effectiveness of local tax administration, the breadth of the tax base, and the degree to which economic activity is formally documented all determine how much of regional economic output is captured as PAD.

Retribution revenue, as a distinct component of PAD, depends on a different mechanism: the government's willingness and ability to price and charge for public services and facility use. This component tends to be more volatile and administratively demanding than tax revenue, and its performance is closely tied to the scope and quality of public service delivery (World Bank, 2020). For cities with diverse economic activity, such as Lhokseumawe, retribution can serve as an important supplementary revenue stream if the administrative infrastructure is sufficiently developed.

Sectoral Economic Structure and Local Fiscal Outcomes

A growing body of literature links the sectoral composition of regional economies to their local revenue outcomes. The agricultural sector, while providing livelihoods to large segments of the population in many Indonesian regions, has traditionally been associated with limited direct tax contributions due to small-scale production units, informality, and various policy-based tax exemptions. However, agriculture can generate indirect fiscal effects through increased use of public infrastructure, such as rural roads, irrigation networks, and market facilities, which in turn support tax revenue (Rozaki et al., 2023).

The industrial sector is generally expected to be a stronger contributor to local revenue, given its formal organizational structure, higher productivity, and integration into documented supply chains. However, large industrial enterprises, particularly those operating under special economic zone arrangements or national strategic investment schemes, may actually contribute less to local government revenue than their economic size would suggest, due to tax exemptions, revenue-sharing arrangements, and the dominance of central government-level fiscal instruments in capturing resource rents (Stoilova, 2023).

The energy sector occupies a unique position in Indonesia's regional fiscal architecture. Revenue from oil, gas, and electricity generation is subject to complex revenue-sharing arrangements between the central government and producing regions. Municipality-level governments such as Lhokseumawe may receive only a limited share of the fiscal benefits associated with energy production within their jurisdiction, particularly when major energy

installations are classified as national strategic assets (IMF, 2022). This regulatory structure can explain why energy sector GRDP may not strongly predict Municipality-level PAD outcomes.

Research Gap

Despite the substantial literature on local fiscal capacity in Indonesia, empirical studies that simultaneously examine the effects of the agricultural, industrial, and energy sectors on local taxes and tax revenue at the Municipality level remain scarce. Most studies either focus on a single sector, use national or provincial aggregate data, or do not distinguish between tax and retribution components. This study fills this gap by providing sector-specific regression evidence for Lhokseumawe Municipality using the most recent available data (2021–2025), a period that captures post-pandemic recovery dynamics and recent shifts in the Municipality's economic structure.

RESEARCH METHOD

This study adopts a quantitative approach using secondary data. The research covers the period 2021–2025, yielding five annual observations. Two dependent variables are examined: local tax revenue (Y_1 , in Rp million) and retribution revenue (Y_2 , in Rp million). The independent variables consist of the GRDP of the agricultural sector (X_1 , Rp billion), the industrial sector (X_2 , Rp billion), and the energy sector (X_3 , Rp billion). All variables are converted into natural logarithms prior to estimation, so that regression coefficients can be interpreted as elasticities. Data sources include BPS Kota Lhokseumawe (annual GRDP publications) and DJPK *Kemenkeu* (local government revenue realization data).

Table 1 below summarizes the research data used in this study:

Table 1. Research Data Lhokseumawe Municipality, 2021–2025

Year	Agriculture GRDP (Rp Billion)	Industry GRDP (Rp Billion)	Energy GRDP (Rp Billion)	Local Revenue (Rp Million)	Tax (Rp Million)	Retribution Revenue (Rp Million)
2021	986.27	1,713.67	19.78	102,316.50		10,829.47
2022	1,136.49	1,858.43	17.27	117,452.30		12,385.23
2023	1,022.69	1,967.73	18.39	106,473.10		11,281.76
2024	1,164.91	1,865.43	17.86	120,425.20		12,696.98
2025	1,182.14	1,836.98	15.51	122,169.60		12,833.98

Source: BPS Kota Lhokseumawe (2025); DJPK Kemenkeu (2025), processed by the author

Two separate OLS regression models are specified as follows:

Model 1 (Local Tax Revenue): $\ln(\text{TAX}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(\text{AGR}) + \beta_2 \ln(\text{IND}) + \beta_3 \ln(\text{ENR}) + \varepsilon$

Model 2 (Retribution Revenue): $\ln(\text{RET}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(\text{AGR}) + \beta_2 \ln(\text{IND}) + \beta_3 \ln(\text{ENR}) + \varepsilon$

Where TAX = local tax revenue, RET = retribution revenue, AGR = agricultural sector GRDP, IND = industrial sector GRDP, and ENR = energy sector GRDP. Standard errors are estimated via OLS. Model diagnostics include the Variance Inflation Factor (VIF) test for multicollinearity, which requires all VIF values to remain below 10 for estimates to be considered reliable (Gujarati & Porter, 2009). All estimation is performed using SPSS.

RESULTS AND DISCUSSION

Descriptive Overview

The data in Table 1 reveal several patterns worth noting before turning to the regression results. Local tax revenue increased from Rp 102,316.50 million in 2021 to Rp 122,169.60 million in 2025, representing a cumulative growth of approximately 19.4% over the five-year period. Retribution revenue followed a similar upward trajectory, rising from Rp 10,829.47 million to Rp 12,833.98 million, a cumulative increase of roughly 18.5%. These trends suggest a generally improving local fiscal environment in Lhokseumawe over the post-pandemic period.

Among the independent variables, agricultural GRDP fluctuated across the period, reaching its highest value in 2025 (Rp 1,182.14 billion) while declining in 2023 (Rp 1,022.69 billion). Industrial GRDP grew steadily through 2023, reaching Rp 1,967.73 billion, before moderating in subsequent years. The energy sector exhibited a clear downward trend, declining from Rp 19.78 billion in 2021 to Rp 15.51 billion in 2025, reflecting the continued contraction of energy-related activities in the Municipality's formal economy. This declining energy sector trend is consistent with the broader structural shifts in Lhokseumawe following the winding down of major LNG operations.

Model 1: Effect of Sectoral Activity on Local Tax Revenue

Prior to interpreting the regression results, the multicollinearity test was conducted. Table 2 presents the VIF values for Model 1.

Table 2. Multicollinearity Diagnostics Local Tax Revenue Model

Variable	Tolerance	VIF
Agriculture (X_1)	0.467	2.140
Industry (X_2)	0.568	1.762
Energy (X_3)	0.327	3.062

Source: Processed output (SPSS)

All VIF values are well below the threshold of 10 agriculture (VIF = 2.140), industry (VIF = 1.762), and energy (VIF = 3.062), and all tolerance values exceed 0.10. This confirms that multicollinearity is not a concern in

Model 1 and that the regression estimates are not inflated by high inter-variable correlation (Gujarati & Porter, 2009).

Table 3 presents the full OLS regression results for Model 1.

Table 3. OLS Regression Results of Local Tax Revenue (Y_1)

Variable	B	Std. Error	Beta	t	Sig.
(Constant)	8.365	0.399		20.947	0.030
Agriculture (X_1)	0.798	0.030	1.055	27.007	0.024*
Industry (X_2)	-0.312	0.057	-0.196	-5.524	0.114
Energy (X_3)	0.018	0.046	0.018	0.391	0.762
R²	0.999				
Adjusted R²	0.997				
Prob (F-statistic)	0.034				

*Note: * significant at the 5% level ($p < 0.05$). Source: Processed output (SPSS)*

The model demonstrates an exceptionally high goodness of fit, with $R^2 = 0.999$ and Adjusted $R^2 = 0.997$. The F-statistic is significant ($p = 0.034$), indicating that the three sectoral variables jointly explain virtually all of the variation in local tax revenue over the observation period.

At the individual-variable level, the agricultural sector is the only predictor with a statistically significant positive effect on local tax revenue ($\beta = 0.798$, $p = 0.024$). The elasticity coefficient indicates that a one-percent increase in agricultural GRDP is associated with approximately a 0.798 percent increase in local tax revenue, holding other sectors constant. This finding aligns with the indirect fiscal role of agriculture highlighted in the literature: expanding agricultural activity stimulates commercial transactions, market activity, and associated taxable consumption, which collectively expand the local tax base (Rozaki et al., 2023).

In contrast, the industrial sector ($\beta = -0.312$, $p = 0.114$) and the energy sector ($\beta = 0.018$, $p = 0.762$) do not produce statistically significant effects on tax revenue. The negative, though insignificant, coefficient for industry may partly reflect the structure of industrial operations in Lhokseumawe, many of which operate within special investment frameworks that limit their direct contribution to Municipality-level tax revenue. The negligible effect of the energy sector is consistent with the regulatory architecture governing energy revenue sharing in Indonesia, under which the bulk of fiscal proceeds from electricity and fuel-related activities accrue to higher levels of government rather than to the municipality (IMF, 2022).

Model 2: Effect of Sectoral Activity on Retribution Revenue

Table 4 presents the VIF diagnostics for Model 2.

Table 4. Multicollinearity Diagnostics of Revenue from Retribution Model

Variable	Tolerance	VIF
Agriculture (X_1)	0.467	2.140
Industry (X_2)	0.568	1.762
Energy (X_3)	0.327	3.062

Source: Processed output (SPSS)

Since the same set of independent variables is used in both models, the VIF values in Model 2 are identical to those in Model 1. All values remain below 10, and all tolerance statistics exceed 0.10, confirming that multicollinearity does not compromise the reliability of Model 2 estimates either. Table 5 presents the OLS regression results for Model 2.

Table 5. OLS Regression Results of Revenue from Retribution (Y_2)

Variable	B	Std. Error	Beta	t	Sig.
(Constant)	5.987	0.468		12.796	0.050
Agriculture (X_1)	0.771	0.035	1.061	22.286	0.029*
Industry (X_2)	-0.263	0.066	-0.172	-3.970	0.157
Energy (X_3)	-0.002	0.054	-0.002	-0.033	0.979
R²	0.999				
Adjusted R²	0.996				
Prob (F-statistic)	0.041				

*Note: * significant at the 5% level ($p < 0.05$). Source: Processed output (SPSS)*

Model 2 achieves an equally high explanatory power: $R^2 = 0.999$ and Adjusted $R^2 = 0.996$, with the model-level F-statistic significant at the 5% level ($p = 0.041$). The pattern of individual variable effects closely mirrors Model 1. Only the agricultural sector exerts a statistically significant positive influence on retribution revenue ($\beta = 0.771$, $p = 0.029$). This result suggests that agricultural activity drives demand for publicly provided services and facilities, including rural markets, transportation infrastructure, irrigation facilities, and commodity storage, which generates retribution payments to the local government.

The industrial sector ($\beta = -0.263$, $p = 0.157$) and energy sector ($\beta = -0.002$, $p = 0.979$) both remain statistically insignificant. The near-zero effect of the energy sector on retribution revenue is particularly notable: despite the energy sector's economic presence, its operations appear to generate negligible demand for Municipality-provided public services that would be captured as retribution income. Large energy installations typically operate self-sufficiently with their own infrastructure and do not rely on municipal service systems to the extent that smaller-scale agricultural or commercial enterprises do.

Discussion

Taken together, the results from both models point to a consistent structural pattern: in Lhokseumawe Municipality, the agricultural sector, not the industrial or energy sectors, that define the Municipality's economic identity, is the primary sectoral driver of both tax and revenue. This counterintuitive finding warrants careful interpretation.

First, the dominance of agriculture in fiscal outcomes reflects the nature of the local tax and retribution instruments currently in place. Local taxes in Indonesian cities are predominantly consumption-based hotel taxes, restaurant taxes, advertisement taxes, and land and building taxes, which are activated by the everyday economic transactions of small and medium-scale economic actors, including those engaged in agri-food supply chains. Agricultural-sector growth, by stimulating rural-urban commodity flows, market activity, and ancillary commerce, indirectly broadens this tax base in ways that large, vertically integrated industrial firms do not.

Second, the non-significance of the industrial sector likely reflects the limited fiscal spillover of large-scale manufacturing to the Municipality government level. Industrial enterprises in Lhokseumawe operate under national investment and tax frameworks that channel fiscal revenues to the central government, leaving Municipality administrations with minimal direct benefit from their presence, beyond employment and infrastructure demand. This disconnect between industrial GDP contribution and local revenue contribution is a widely documented phenomenon in Indonesian industrial cities (Lewis, 2023; Akita et al., 2021).

Third, the declining energy GRDP trend, observable in the data from Rp 19.78 billion in 2021 to Rp 15.51 billion in 2025, further diminishes whatever fiscal contribution this sector might have had. The structural contraction of energy-related activity in Lhokseumawe, associated with the decline of major LNG operations, reduces not only direct fiscal flows but also indirect economic multipliers that might otherwise support tax base growth.

From a policy standpoint, these findings suggest two complementary strategies for Lhokseumawe. In the short run, the Municipality should deepen its fiscal exploitation of the agricultural value chain, including by improving revenue collection from agricultural markets, warehouses, and transport terminals, and by strengthening land and building tax administration in agricultural zones. In the medium term, institutional reforms are needed to redirect a greater share of industrial and energy sector revenue toward the municipal level, whether through renegotiation of revenue-sharing arrangements, new retribution instruments applicable to industrial facility use, or improvements in local tax administration targeting formally registered industrial enterprises.

CONCLUSION

This study examined the influence of the agricultural, industrial, and energy sectors on local tax and revenue in Lhokseumawe Municipality using OLS regression on annual data for 2021–2025. The results consistently demonstrate that only the agricultural sector produces a statistically significant positive effect on both revenue components: local tax revenue ($\beta = 0.798$, $p = 0.024$) and retribution revenue ($\beta = 0.771$, $p = 0.029$). The industrial and energy sectors, despite their dominance in the Municipality's GRDP, do not show significant fiscal effects under either model.

Both regression models achieve an R^2 of 0.999, and all multicollinearity diagnostics confirm the reliability of the estimates. The findings reveal a structural gap between the sectors that drive economic output in Lhokseumawe and the sectors that currently underpin its local fiscal capacity. This gap reflects a combination of regulatory factors, particularly revenue-sharing frameworks that limit Municipality-level capture of industrial and energy revenues, and administrative factors, including limited institutional capacity to formalize and tax large-scale industrial transactions at the local level.

These results carry important implications for revenue policy in Lhokseumawe and similar industrial cities in Aceh. Strengthening agricultural sector linkages to the local fiscal system should be prioritized in the near term, while longer-term reforms must address the structural disconnection between large-sector economic activity and local government revenue. Future research should expand the observation period, incorporate institutional governance variables, and explore cross-Municipality comparative analyses to better understand how different regulatory environments shape the sectoral-fiscal relationship in Indonesian cities.

REFERENCES

- Akita, T., Riadi, A. A., & Rizal, A. (2021). Fiscal disparities in Indonesia in the decentralization era: Does general allocation fund equalize fiscal revenues? *Regional Science Policy & Practice*, 13(6), 1842–1866. <https://doi.org/10.1111/rsp3.12326>
- Bahl, R., & Bird, R. (2021). Fiscal decentralization and local finance in developing countries. *Journal of Public Economics*, 204, 104552.
- BPS Kota Lhokseumawe. (2025). *Produk Domestik Regional Bruto Kota Lhokseumawe Menurut Lapangan Usaha 2021–2025*. BPS Kota Lhokseumawe.
- DJPk Kemenkeu. (2025). *Data Realisasi Pendapatan Daerah Kota Lhokseumawe*. Direktorat Jenderal Perimbangan Keuangan, Kementerian Keuangan RI. <https://www.djpk.kemenkeu.go.id>
- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2009). *Basic Econometrics* (5th ed.). McGraw-Hill.
- IMF. (2022). *Fiscal Monitor: Helping People Bounce Back*. International Monetary Fund.
- Lewis, B. D. (2023). Indonesia's new fiscal decentralization law: A critical assessment. *Bulletin of Indonesian Economic Studies*, 59(1), 1–28. <https://doi.org/10.1080/00074918.2023.2180838>
- Rozaki, Z., Siregar, H., Pratama, I. A., & Istiyanti, E. (2023). Food security, diversification, and inequality: Indonesia in the era of economic recovery and high price trends. In M. J. Cohen (Ed.), *Advances in Food Security and Sustainability*, 8, 43–94. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/bs.af2s.2023.07.007>
- Stoilova, D. G. (2023). The impact of tax structure on economic growth. *Journal of Tax Reform*, 9(2), 113–125.
- World Bank. (2020). *World Development Report 2020: Trading for Development in the Age of Global Value Chains*. World Bank Publications.
- Wooldridge, J. M. (2019). *Introductory Econometrics: A Modern Approach* (7th ed.). Cengage Learning.